

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов  
XIII Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых

**Том 6. Строительство и архитектура**

РОССИЯ, ТОМСК, 26 – 29 апреля 2016 г.

# PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIII International Conference of students, graduate students  
and young scientists

**Volume 6. Construction and architecture**

RUSSIA, TOMSK, April 26 – 29, 2016



Конференция проведена при финансовой поддержке  
Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 16-32-10075.

Издательство Томский политехнический университет

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Национальный исследовательский Томский государственный университет  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

# **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник научных трудов  
XIII Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых

**Том 6. Строительство и архитектура**

РОССИЯ, ТОМСК, 26 – 29 апреля 2016 г.

# **PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT**

XIII International Conference of students, graduate students  
and young scientists

**Volume 6. Construction and architecture**

RUSSIA, TOMSK, April 26 – 29, 2016

Томск 2016

## ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Химический факультет и Институт дистанционного образования Томского государственного университета приглашает дипломированных специалистов пройти программу повышения квалификации

### «МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ БИМЕДИЦИНСКОГО И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»

Направление 04.03.01 Химия

#### **Модульная структура обучения:**

**Модуль 1:** Биология и биомедицина

**Модуль 2:** Химия и химические технологии

**Модуль 3:** Наноматериалы и нанотехнологии

#### **Профессиональные компетенции, формируемые в результате обучения:**

- формирование представлений о современных подходах в области синтеза материалов биомедицинского и функционального назначения с заданными свойствами;
- формирование представлений о новых методологических подходах в использовании различного оборудования для изучения физиологии человека и материалов биологического и биомедицинского назначений.
- формирование представлений о принципиальных основах, практических возможностях и ограничениях современных методов исследования материалов биомедицинского и функционального назначения;
- ознакомление с аппаратурным оснащением и условиями проведения современного эксперимента, процессами интерпретации и оценивания экспериментальных данных, в том числе публикуемых в научной литературе;
- формирование прогностического понимания фундаментальных проблем и практических методов их решения в области современного материаловедения с учетом новых представлений о способах создания и организации функциональных систем;
- получение теоретических знаний в области исследования структуры, состава и физико-химических свойств функциональных материалов.

Обучение в рамках образовательной программы реализуют ученые с высокой научной квалификацией из ведущих научных организаций РФ. Практическая часть курса проводится с использованием современного аналитического и исследовательского оборудования Лаборатории каталитических исследований и Лаборатория трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины ТГУ, Научно-образовательного центра «Наноматериалы и нанотехнологии» ТПУ.

#### **КОНТАКТЫ**

**Руководитель программы:** Слизов Юрий Геннадьевич, к.х.н., доцент, декан химического факультета ТГУ, [dekanat@chem.tsu.ru](mailto:dekanat@chem.tsu.ru).

**Координатор программы:** Зыкова Анна Петровна, к.ф.-м.н., ассистент ТПУ, [zykovaap@mail.ru](mailto:zykovaap@mail.ru).

#### **АДРЕС**

г. Томск, ул. А. Иванова, 49, корпус № 6, Химический факультет ТГУ

УДК 50(063)  
ББК 20л0  
П27

**П27 Перспективы развития фундаментальных наук** [Электронный ресурс]: сборник трудов XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Россия, Томск, 26–29 апреля 2016 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во – Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016. – Режим доступа: [http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings\\_2016\\_vol\\_6.pdf](http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_6.pdf) – 302 с.

ISBN 978-5-4387-0652-7  
ISBN 978-5-4387-0651-9

Сборник содержит труды участников XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». Включает доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные на секциях: «Строительство и архитектура», «Конкурс архитектурных работ». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов, молодых ученых, преподавателей.

**УДК 50(063)**  
**ББК 20л0**

*Редакционная коллегия*

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;  
Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;  
С.А. Поробова

ISBN 978-5-4387-0652-7  
ISBN 978-5-4387-0651-9

© ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет», 2016  
© Томский политехнический университет,  
электронный текст, 2016

## **СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**

- технология строительства;
- строительные материалы, изделия и конструкции;
- нанотехнологии в строительстве;
- электротехника и электромеханика;
- машиноведение и механика;
- инженерная геология;
- методика архитектурного проектирования;
- теория и история архитектуры;
- реставрация и реконструкция архитектурного наследия;
- дизайн архитектурной среды.

Конкурс архитектурных проектов «КРАСНЫЕ ЛИНИИ»

- «Частный дом»
- «Дизайн интерьера»
- «Архитектура и градостроительство»
- «Вторая жизнь исторических зданий»
- «Общественное здание с простой функцией»

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

**СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»**

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <b>В.И. Корнев</b>	12
ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СИЛИКАТНОГО МОДИФИКАТОРА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БИОЦИДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО <b>А.Н. Гришина</b>	16
ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛНОГО ПОДЪЕМА РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ РЕМОНТА ЕГО ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТА <b>П.В. Чепур, А.А. Тарасенко, С.В. Чирков</b>	19
ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ <b>С.Г. Качаева, Е.В. Петров</b>	22
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕНОБЕТОНА <b>А.Б. Стешенко, В.В. Конушева</b>	25
НАНОМОДИФИКАТОР НА ОСНОВЕ ГИДРОСИЛИКАТОВ ЦИНКА ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ <b>А.Н. Гришина</b>	28
ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ТОБОЛЬСКЕ С НАЧАЛА XIX В ДО СЕРЕДИНЫ XX В. <b>Ю.Е. Нижегородцева, Е.В. Кетова</b>	31
ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ <b>Ю.О. Хлыбова</b>	34
СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ <b>А.Ю. Малиновский</b>	37
СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ СТЕКЛОПАКЕТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ <b>Р.В. Будянский</b>	40
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДНИЩА РВС ПРИ НАЛИЧИИ ЗОН НЕОДНОРОДНОСТИ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ <b>А.А. Грученкова, А.А. Тарасенко, П.В. Чепур</b>	43
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСЧЁТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСЕННЕЙ ВЛАЖНОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ <b>И.В. Федотов, С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков</b>	46
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ НОРМИРОВАНИЮ РАСЧЁТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ (ЧАСТЬ I) <b>С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков</b>	49
КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ НОРМИРОВАНИЮ РАСЧЁТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ (ЧАСТЬ II) <b>А.В. Сухоруков, С.В. Ефименко</b>	52
ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ <b>О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов, Р.Е. Гафаров</b>	55

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ <b>А.В. Сухоруков, М.Ю. Калинин</b>	58
ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ТЕРМОАКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНА В КОНСТРУКЦИИ ГРЕЮЩЕЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ <b>С.В. Павлов, С.В. Мелентьев</b>	61
МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА ДЛЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ <b>Г.Ж. Ногайбекова</b>	64
ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ СЖАТЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КРУЧЕНИИ <b>Е.А. Воронин, М.В. Забалуев, Р.А. Плевков</b>	67
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ <b>А.А. Хохлов</b>	70
СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ОБЪЕКТА (НА ПРИМЕРЕ ПРОМПЛОЩАДКИ ЗАВОДА «СИБКАБЕЛЬ») <b>А.А. Попова</b>	73
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА <b>Д.С. Горколыцева</b>	76
ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И КРАТКОВРЕМЕННОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ РАСПОРА <b>Д.Р. Галяутдинов</b>	79
MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG VON SCHWINGUNGEN IN GENERATOREN <b>К.В. Мельнов, А.Н. Гаврилин, Е.К. Прохорец</b>	82
VORAUSSETZUNGEN DES ENTSTEHENS VON MODULAREN SYSTEMEN IN DER ARCHITEKTUR UND STADTPLANUNG <b>Е.Г. Якубович, А.С. Яшина</b>	85
DIE ANALYSE DES GEFÜGESTRUKTURS VON SCHIENENSTÖßEN DURCH ULTRASCHALLPRÜFUNG <b>А.О. Рыжова, Е.К. Прохорец</b>	88
TO THE QUESTION OF POSSIBILITY OF RESTORATION OF OPERATIONAL REABILITY OF ENTRANCE OF GORODSKOY SAD <b>А.А. Прошина, О.Р. Пахмурин</b>	91
SICK BUILDING SYNDROME PHENOMENON AWARENESS <b>О.Д. Звекков, Н.А. Кобзева</b>	94
TOMSK TRANSPORT NETWORK FUTURE (ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING ASPECT) <b>Д.С. Ильина</b>	97
ANALYSE DE L'EXPERIENCE RUSSE ET FRANÇAISE DE LA SOLUTION CHROMATIQUE DE L'ESPACE URBAIN SUR L'EXEMPLE DE MOSCOU ET PARIS <b>Я.А. Зиброва</b>	100
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ И РАСТЯЖЕНИИ <b>К.Л. Кудяков, И.Д. Данке</b>	103
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТЫКОВ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН, ВЫПОЛНЯЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЖИМНЫХ МУФТ <b>К.С. Лунева, М.Е. Гончаров, И.Ю. Фомичева</b>	106

РЕЗУЛЬТАТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕНИЯ ПРИ ОБТЕКАНИИ ГРУППЫ ИЗ ТРЕХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В УСЛОВИИ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ <b>А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол, С.В. Коробков, Ж.В. Ваганова</b>	109
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА ГРУППЫ ИЗ ТРЕХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА. ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ <b>Т.М. Файсканов, С.В. Коробков, А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол</b>	112
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <b>Е.А. Сорокина</b>	115
АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ПО РОССИЙСКИМ И ЗАРУБЕЖНЫМ НОРМАМ <b>Н.Н. Телеличко, С.В. Балдин</b>	118
ОЦЕНКА СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ТОМСКА <b>Д.А. Бузмакова</b>	121
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ <b>Д.Г. Кривицкая</b>	124
ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ В ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОТКЛИКА НА ИМПУЛЬСНОЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ <b>М.В. Петров, Т.В. Фурса, Д.Д. Данн</b>	127
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИХ СМЕЩЕНИИ <b>Д.И. Мокшин, С.В. Коробков, А.А. Кошин</b>	130
АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЦИКЛОИДАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПЕРЕДАЧИ С ПТК И СВОБОДНОЙ ОБОЙМОЙ <b>А.М. Амиров</b>	133
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ <b>Д.Д. Данн, Т.В. Фурса, М.В. Петров</b>	136
РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ <b>А.Е. Лыков, Д.Д. Данн</b>	139
ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРЫ АДсорбЦИОННО-СОЛЬВАТНЫХ ОБОЛОЧЕК БИТУМА В ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ <b>И.В. Вакс, И.Н. Ефанов</b>	142
ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНОГО ИЗГИБАЕМОГО СТЕРЖНЯ С ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ В ВИДЕ ДВУТАВРА <b>А.И. Григорьев, Л.Е. Путеева, Б.А. Тухфатуллин</b>	145
СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ <b>П.В. Космачев, Н.К. Скрипникова</b>	148
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МИКРОКРЕМНЕЗЕМИСТЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ О.В. Демьяненко, М.Н. Ляшенко, Н.О. Копаница, Ю.С. Саркисов, Ю.А. Абзаев	151
ПОЭТАПНЫЙ ОТКОЛ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫМ МЕТОДОМ <b>Н.В. Войтенко</b>	154
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА, ТВЕРДЕЮЩЕГО В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ <b>К.С. Гаусс, К. Кириллова, Д.И. Мокшин</b>	157

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕНТРОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ С ГЛИОКСАЛЬСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ <b>В.А. Ефремова, А.С. Симакова</b>	160
ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА УСИЛЕННОГО КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН <b>А.В. Невский, И.А. Русаков, О.О. Русакова</b>	163
РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ОПТИМАЛЬНОМУ ВЫБОРУ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА <b>Н.В. Гусакова, К.Э. Филошина, О.И. Добрынина, Е.А. Жарова, Ю.А. Меркульева, А.С. Рунькова</b>	166
ФАСАДНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ АКТИВНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ <b>А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, Ж.В. Ваганова</b>	169
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ ДВУХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ОДНОЙ ЛИНИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ВОЗДУШНОГО ПОТОКА <b>Ж.В. Ваганова, С.В. Коробков, А.А. Кошин</b>	172
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ СЕЧЕНИЯ ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ИЗ СТАЛЬНОГО ЛИСТА <b>Н.В. Софиенко, Н.Н. Пелярчук, Л.Е. Путеева</b>	175
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАНХАЙСКОЙ БАШНИ <b>Е.Ю. Есин</b>	178
ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СО СМЕШАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ <b>И.А. Зайцев</b>	181
МИП ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК <b>А.С. Петрусёв</b>	184
РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЗОННЫМ АРМИРОВАНИЕМ ИЗ СТАЛЬНОЙ ФИБРЫ В ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ <b>Д.Г. Григорьев</b>	187
ПРОГРЕВБЕТОНА ГРЕЮЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ (СУЩНОСТЬ МЕТОДА, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ). <b>И.А. Бибиков</b>	190
К ВОПРОСУ ОБ УСИЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ <b>А.С. Санжарбеков, А.М. Устинов, А.А. Клопотов</b>	193
РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНОГО МАСЛА <b>А. В. Кожаев, А. В. Зубрицкий, Н.И. Иманалиев</b>	196
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ТАНДЕМЕ ДВУХ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ НЕЛИНЕЙНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ. <b>Д.Н. Абдымомунов</b>	199
ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАСЫЩЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА ПЛАВЛЕННОГО В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА <b>Н.А. Сафонова, Н.К. Скрипникова, А.В. Луценко</b>	202
КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПРАВИТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ. ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ <b>П.Е. Битук</b>	205

<b>КОНКУРС АРХИТЕКТУРНЫХ ПРОЕКТОВ</b>	208
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КАФЕ МОРОЖЕНОГО «КРИВОЙ ШКАФ» <b>А.А. Алексеева</b>	208
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КУЛИНАРНОЙ СТУДИИ В Г. ТОМСКЕ» <b>А.С. Бавыкина</b>	211
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СЕМЕЙНОЕ КАФЕ-МОРОЖЕНОЕ» <b>В.В. Бахарева</b>	214
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН КОММУНИКАТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА, ИНТЕРЬЕР ХОЛЛОВ ВТОРОГО КОРПУСА ТГАСУ» <b>Д.С. Горкольева</b>	217
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР ДОСУГОВОГО ЦЕНТРА» <b>В.И. Квашнин</b>	220
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ВЕСТИБЮЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО КЛУБА» <b>М.А. Ким</b>	223
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА КВАРТИРЫ ДЛЯ СЕМЬИ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ЧЕЛОВЕК» <b>Е.В. Огородник</b>	226
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ. САЛОН КОМПАНИИ ПО ПРОДАЖЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР» <b>Н.И. Плотникова</b>	229
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КВАРТИРЫ В СТИЛЕ КАНТРИ» <b>А.С. Тайлашев</b>	232
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МЕЖВУЗОВСКИЙ КОМПЛЕКС В ГРАНИЦАХ УЛИЦ КРЫЛОВА, НИКИТИНА, ГОГОЛЯ И ПЕРЕУЛКА ПЛЕХАНОВА В Г. ТОМСКЕ» <b>Г.С. Захаренко</b>	234
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИСПРАВИТЕЛЬНАЯ КОЛОНИЯ СТРОГОГО РЕЖИМА НА 2000 ОСУЖДЕННЫХ В Г. ТОМСКЕ» <b>П.Е. Битук</b>	238
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ» <b>А.В. Корнеева</b>	241
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АДМИНИСТРАТИВНО-ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС В РАЙОНЕ ТОМСКОГО АЭРОПОРТА» <b>Д.Г. Кривицкая</b>	244
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ В Г. ТОМСКЕ» <b>Н.Д. Наумова</b>	247
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ В Г. ТОМСКЕ» <b>Т.А. Пешкова</b>	250
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ В Г. ТОМСКЕ» <b>Т.В. Полянская</b>	253
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 3000 ЖИТЕЛЕЙ» <b>А.И. Фоминых, А.А. Шутина</b>	256
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛАЯ ГРУППА НА 825 ЖИТЕЛЕЙ» <b>А.И. Фоминых</b>	259
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВАХТОВЫХ ПОСЕЛКОВ ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЯКУТИИ, КАК ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СЕВЕРА» <b>А.В. Чиряева</b>	262

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ» <b>А.А. Шутина</b>	265
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПО УЛ. ПУШКИНА, 24 В Г. ТОМСКЕ ПОД «ЧАЙНУЮ» <b>Е.Ю. Кускова</b>	268
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМА НА УЛ. ПУШКИНА, 5 В Г. ТОМСКЕ ПОД ЖИЛЬЁ И СУВЕНИРНУЮ ЛАВКУ» <b>А.А. Лыскова</b>	271
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА» <b>Ю.Е. Нижегородцева</b>	274
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПАМЯТНИКА АРХИТЕКТУРЫ ПО УЛ. ОКТЯБРЬСКАЯ, 2 В Г. ТОМСКЕ ПОД АПТЕКУ «ВОСКРЕСЕНСКАЯ» <b>К.Е. Сергеева</b>	277
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПРОЕКТ РЕСТАВРАЦИИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПО УЛ. ПУШКИНА, 28А В Г. ТОМСКЕ ПОД ЖИЛЬЁ ДЛЯ АКТЁРОВ ТЕАТРА «СКОМОРОХ» <b>А.А. Ткачева</b>	280
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА УЛ. ПУШКИНА, 24 В Г. ТОМСКЕ ПОД «ДОМ ТВОРЧЕСКИХ ВЕЧЕРОВ» <b>Е.С. Швенк</b>	283
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКАЯ ДИЗАЙН СТУДИЯ «ЗВЕЗДОЧЁТ» НА УЛ. БЕЛОЗЁРСКАЯ» <b>Ю.О. Гашилова</b>	286
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ВОСКРЕСНАЯ ШКОЛА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕРКВИ ВОСКРЕСЕНИЯ ХРИСТОВА» <b>М.И. Маркивская, М.Д. Пычкина</b>	289
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030. ИННОВАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ИНФРАСТРУКТУРЕ Г. ТОМСКА (СТРАТЕГИЯ – 2030)» <b>У.В. Распопова, А.Г. Павлова</b>	293
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН-СТУДИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ «THE SIGN A (ART)» <b>У.В. Распопова</b>	296
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН-СТУДИЯ ТИПОГРАФСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ «THE SIGN B (BOOK)» <b>А.Г. Павлова</b>	299

## ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Доцент, канд. арх., советник РААСН В.И. Коренев

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: vik.tomsk@rambler.ru

## DESIGN PROBLEMS IN URBAN PLANNING

Assistant Prof., PhD of Arch., RAACS counselor V.I. Korenev

Tomsk State University of Architecture and Building

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [vik.tomsk@rambler.ru](mailto:vik.tomsk@rambler.ru)

***Abstract.** The article states the problems associated with project works in urban planning. In connection with the variety of design work types, which influence urban planning, their arrangement is proposed. The main and additional design types are singled out, the classification of design products, being created in the design process, is given. The necessity to develop integrated approaches to the interaction of different design types is emphasized in order to improve the efficiency of project activities. The role of computer technology in solving this problem is shown. A closer look at the benefits of using GIS technologies and BIM technologies in urban planning and architectural and civil engineering is given.*

Прежде чем сформулировать проблемы проектирования в градостроительной деятельности, хотелось бы вначале заострить внимание на том, а что сегодня понимается под понятием «градостроительная деятельность». В обыденной жизни, когда произносится это словосочетание, как правило, возникают ассоциации, что разговор идет о градостроительстве и о градостроительном проектировании. Вместе с тем сегодня в этом понятии заложен более широкий смысл. В частности, в соответствии с Градостроительным кодексом дается следующее определение. Градостроительная деятельность – это деятельность по развитию территорий, в том числе городов и иных поселений, осуществляемая в виде территориального планирования, градостроительного зонирования, планировки территории, архитектурно-строительного проектирования, строительства, капитального ремонта, реконструкции объектов капитального строительства, эксплуатации зданий, сооружений [1].

Все перечисленные составляющие процесса градостроительной деятельности, начиная от стратегических работ по территориальному планированию и кончая строительными работами, требуют выполнения проектов. При этом содержание и форма представления этих проектов для каждого уровня градостроительной деятельности различны. Соответственно различаются требования к процессу проектирования, к составу проектных работ, к оформлению и утверждению проектной продукции.

Сегодня в градостроительной деятельности в первую очередь можно выделить два вида проектных работ – это градостроительное и архитектурно-строительное проектирование. Они определены Градостроительным кодексом и имеют соответствующую нормативно-правовую базу. Их можно назвать базовыми или основными видами проектирования.

Вместе с тем, кроме проектных работ, которые непосредственно необходимы для целей градостроительной деятельности, существуют ряд проектных работ в других отраслях знаний, которые, с одной стороны, оказывают существенное влияние на градостроительную деятельность, а с другой стороны зависят от нее. Их можно рассматривать как дополнительные или сопутствующие основным видам проектирования. К ним можно отнести архитектурно-дизайнерское проектирование, проектирование в области охраны культурного наследия, проектирование в области охраны окружающей среды, землеустроительное проектирование и кадастровые работы. Эти виды проектных работ имеют собственную законодательную базу, и ее изучение также важно, как и знание нормативно-правовых требований для выполнения градостроительных и архитектурно-строительных проектных работ (Рис.1).



Рис.1. Классификация видов проектирования в градостроительной деятельности

Кроме вышеназванных видов проектной деятельности, в градостроительном, архитектурно-строительном и архитектурно-дизайнерском проектировании в ряде случаев существует особая стадия, которая получила название **концептуальное проектирование**. Этот вид проектирования является одним из важнейших этапов создания проекта, наиболее творческая его часть, которая, как правило, осуществляется в рамках творческих конкурсов. Нормативно-правовые требования к концептуальному проектированию в области градостроительной деятельности отсутствуют, в отличие от проектирования в области промышленного дизайна и опытно-конструкторских работ, где стадия концептуального поиска и разработки эскизного проекта устанавливается ГОСТом.

Как видно из представленной классификации, видов проектов, влияющих на градостроительную деятельность, достаточно много, и соответственно процессы проектирования становятся все более многогранными и взаимозависимыми. При этом важно отметить, что полученные по отдельным направлениям проектные результаты, в дальнейшем приобретают статус юридических документов,

требующих обязательного исполнения. В связи с этим от качества их проработки во многом может зависеть результативность градостроительной деятельности в целом. Таким образом, можно сформулировать первую проблему – это необходимость развития интегрированных подходов в решении проектных задач, обеспечивающих взаимосвязь видов проектирования, влияющих на градостроительную деятельность, между собой.

Вторая проблема, в некоторой степени, вытекает из первой и связана с необходимостью повышения эффективности процессов проектирования. Одним из важнейших средств для этого является использование компьютерных технологий. Для разных видов проектирования существуют свои методы и средства компьютерного моделирования и выпуска проектной продукции.

Для градостроительного проектирования ключевыми являются ГИС-технологии, т.е. технологии, базирующиеся на геоинформационных системах. Одним из важнейших преимуществ ГИС-технологий – это возможность работать с инфраструктурой пространственных данных о территории, получать компьютерную визуализацию картографических и геодезических данных, кадастровых данных по земельно-имущественному комплексу, сведений о градостроительных ограничениях и других данных, необходимых для градостроительного проектирования. Одновременно с этим ГИС-технологии позволяют повысить эффективность самого процесса проектирования, обеспечить поиск и оценку проектных решений, оперативное внесение изменений в градостроительную документацию.

В ряде городов ГИС-технологии рассматриваются как основа для создания Информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) и развития интернет-сервисов для проектировщиков. Например, в Томске сегодня работает интерактивный атлас города, дающий информацию о территориальном планировании, градостроительном зонировании, о зонах охраны объектов культурного наследия. При этом атлас интегрирован с базой данных публичной кадастровой карты, что дает возможность получать полноценную интегрированную картину о градостроительной и земельно-имущественной ситуации в городе [2]. Сегодня сделан еще один шаг для компьютерного градостроительного проектирования. На основе цифровых данных, полученных в результате аэрофотосъемки территории города, была создана 3D-модель. С ее помощью была осуществлена полноценная и достоверная 3D-визуализация городских территорий, при этом появилась уникальная возможность осуществлять градостроительное моделирование с учетом включения в 3D-модель города объемных изображений проектируемых зданий. Таким образом, появился ресурс интеграции результатов объемного проектирования с документами градостроительного проектирования.

Для архитектурно-строительного проектирования наибольшее распространение получили САД-технологии (Computer-Aided Design). До последнего времени эти системы главным образом использовались как компьютерный инструмент для графического отображения чертежей проектной документации. При этом действия проектировщиков порой были разрозненными и плохо согласованными. Например, изменения, которые вносились в чертежах архитектурно-строительной части, могли отсутствовать в чертежах, которые выпускались по смежным инженерно-техническим разделам. Это приводило к постоянной перепроверке проектной документации и ее правке.

Сегодня в целях ликвидации таких ошибок и соответственно ускорения процесса архитектурно-строительного проектирования активно внедряется BIM-технология (Building Information Modeling). В России такая технология получила название «технология информационного моделирования

промышленных и гражданских объектов». BIM-технология предполагает разработку всего пакета проектной документации на основе цифровой 3D-модели объекта. При этом все составляющие проекта, начиная от архитектурного и конструктивного решения, кончая разработкой инженерных систем и сметного расчета, увязаны между собой. Любые изменения в проекте одновременно отражаются на всех уровнях проектной документации, что позволяет достичь точности результатов проектирования и сократить сроки. Преимущества использования данной технологии с каждым годом становятся все более очевидными, и она сегодня активно поддерживается российским правительством [3]. Так, например, с 2017 года на часть госзаказа по проведению проектно-изыскательских работ будет распространено требование по применению технологий информационного моделирования, а в течение пяти лет весь объем госзаказа на всех уровнях бюджетной системы РФ должен быть полностью переведен на BIM-технологии.

Таким образом, развитие интеграционных подходов в проектировании, использование в этом процессе новых возможностей цифровых технологий позволяет говорить о переходе сегодня к новому уровню проектной деятельности. Это неизбежно должно повлиять на современную научно-образовательную среду. Необходимо более широкое научное обсуждение этих вопросов, осуществление переподготовки и повышение квалификации работающих специалистов, совершенствование образовательных программ для подготовки будущих проектировщиков для градостроительной деятельности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29 декабря 2004 года N 190-ФЗ.
2. Корнев В.И., Сидоренко С.В. Информационное и картографическое обеспечение градостроительной деятельности в г. Томске// Управление развитием территорий – 2010, №2. – С.62–67.
3. План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. Приказ Минстроя РФ от 29 декабря 2014 года N 926/пр.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СИЛИКАТНОГО МОДИФИКАТОРА,  
ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ  
БИОЦИДНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО\***

Гришина А.Н.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Королев Е.В.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,

Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, 129773

E-mail: GrishinaAN@mgsu.ru

**CHEMICAL COMPOSITION OF SILICATE MODIFIER FOR COMPOSITE BIOCIDAL BINDER**

A.N. Grishina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.V. Korolev

Moscow State University of Civil Engineering, Russia, Moscow, Yaroslavl hw., 26, 129337

E-mail: GrishinaAN@mgsu.ru

**Abstract.** There is a need of biocidal building materials during production of constructions in civil and industrial engineering. It is beneficial to produce such materials on the base of composite binder with biocidal silicon-metal modifier. The chemical composition of the specific modifier was examined and some results are presented in the given article. The modifier with "soft"-permanent effect is composed of reaction products between sodium hydrosilicates and copper sulfate. It is revealed that there are several types of siloxane bonds and silanol groups. Copper hydroxide is not formed, copper carbonate and basic copper carbonate can only be formed if condition  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 1.0$  is met.

Биобезопасность в зданиях и сооружениях в основном связывают со снижением численности спор плесневых грибов и продуктов их жизнедеятельности в воздухе помещений. Доминирующим источником указанных биологических загрязнений в воздухе являются колонии микроорганизмов, обитающие на поверхности ограждающих конструкций и в их толще. Высокое содержание спор плесневых грибов и микотоксинов в воздухе приводит возникновению различных заболеваний: ринитов, аллергии, астмы, альвеолита, аспергиллеза и других [1, 2]. Снижения уровня биологических загрязнений в воздухе добиваются использованием водных растворов биоцидов. Однако они обладают рядом недостатков, которые ограничивают их применение: токсичность, глубина пропитки недостаточна для полной ликвидации мицелия, образование высолов, разрушение декоративно-отделочного слоя и др. Органические биоциды имеют ряд преимуществ перед водными растворами неорганических биоцидных соединений, однако их применение ограничивает высокая стоимость. Решением указанной задачи является использование биоцидных водонерастворимых добавок в составе композиционного вяжущего вещества, например гидросиликатов меди. Это обеспечит равномерное распределение биоцидного модификатора в объеме изделия (конструкции), длительное биоцидное действие, безопасность и его доступность для потребителя, а также повышение эффективности технологии строительства без

---

\* При поддержке гранта Президента РФ МК-8575.2016.8

изменения традиционной технологии производства. Кроме того, использование модификатора позволит повысить качество изделий (конструкций) вследствие улучшения параметров структуры материала, а, следовательно, и его физико-механических свойств.

Синтез гидросиликатов меди возможно осуществлять взаимодействием растворов меди, например сульфата ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ , ГОСТ 4165-78, квалификация «ч»), с водными растворами гидросиликатов натрия, которые имеют торговое название «жидкое стекло» (ГОСТ 13078-81,  $M_{\text{Si}} = 3,0$ ). Изготовление гидросиликатов меди осуществлялось смешиванием водных растворов гидросиликатов натрия и сульфата меди в различном соотношении  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si})$ , которое варьировалось в диапазоне от 0,7 до 1,0. Полученный осадок отфильтровывался и промывался до отсутствия в промывных водах сульфат-ионов. Химический состав продуктов осаждения определяется, в основном, соотношением количеств используемых компонентов. Однако имеются противоречивые данные о химическом составе получаемых продуктов. Так, известно, что водный раствор сульфата меди подвергается гидролизу с образованием гидроксида меди, а существование гидросиликатов меди достоверно не подтверждено. Однако, согласно [3] гидросиликаты меди существуют. Кроме того, известно, что при взаимодействии растворов гидросиликатов натрия и сульфата меди возможна карбонизация продуктов реакции с образованием карбоната и гидрокарбоната меди. Установление влияния параметров синтеза на химический состав продуктов осаждения позволит разработать технологию синтеза модификатора, а также прогнозировать его влияние на структурообразование и интенсивные свойства биоцидного композиционного вяжущего. Для установления химического состава продуктов взаимодействия  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  с сульфатом меди проведены их исследования методами ИК-спектроскопии и ДТА.

Анализ продуктов осаждения методами ИК-спектроскопии и ДТА целесообразно проводить параллельно (рис. 1 и 2), так как каждый из используемых методов анализа имеет ограничения.

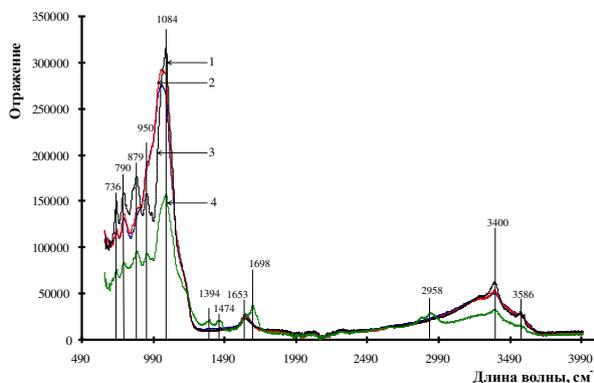


Рис. 1 Спектрограммы продуктов взаимодействия жидкого стекла с сульфатом меди:

1 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,9$ ; 2 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,8$ ;  
3 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,7$ ; 4 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 1,0$

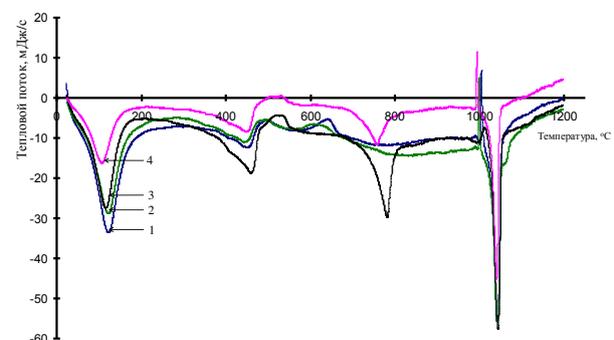


Рис. 2 Термограммы продуктов взаимодействия жидкого стекла с сульфатом меди:

1 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,7$ ; 2 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,8$ ;  
3 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 0,9$ ; 4 –  $v(\text{Cu}) : v(\text{Si}) = 1,0$

Анализ рис. 1 и 2 следует начать с решения поставленных задач исследования, а именно: установить наличие или отсутствие гидроксида, карбоната и гидрокарбоната меди. Отклик на термограмме при 110...126 °С может быть результатом наложения откликов разложения гидроксида меди и дегидратации продуктов взаимодействия, так и только дегидратации. Поэтому указанные данные следует сопоставить с результатами ИК-спектроскопии. Согласно [4] гидроксид меди имеет отклики при длинах волн 680; 920; 3400 и 3600  $\text{cm}^{-1}$ . Анализ рис. 1 не позволяет достоверно определить содержание гидроксида меди,

однако это возможно определить визуально при температуре 100 °С. При нагревании цвет осадка не изменился, что указывает на отсутствие гидроксида меди в составе продуктов осаждения. Однако гидроксид меди может являться промежуточным продуктом синтеза и подвергаться карбонизации. На термограммах отсутствуют аномалии, соответствующие карбонату и гидроксикарбонату меди, на ИК-спектрограмме имеются два отклика в диапазоне 1247...1582 см<sup>-1</sup> при соотношении компонентов  $\nu(\text{Cu}) : \nu(\text{Si}) = 1,0$ , которые могут означать наличие гидроксикарбоната меди [5]. Аномалии при 736 и 879 см<sup>-1</sup> могут свидетельствовать о незначительном количестве карбоната и гидроксикарбоната меди. Остальные аномалии на ИК-спектрограмме принадлежат силикатам (790 см<sup>-1</sup> – обертона  $2\nu_s$  связи Si – O; 950 и 879 см<sup>-1</sup> – валентные колебания Si – OH трех типов гидроксидов; 1084 см<sup>-1</sup> –  $\nu_{as}$  связи Si – O – Si), а также указывают на содержание воды (950 см<sup>-1</sup> – либрационное колебание  $\rho$  молекул воды; 1653 см<sup>-1</sup> – деформационные  $\delta$ -колебания воды; 3400 см<sup>-1</sup> – валентные колебания молекулярно сорбированной воды). Аномалия при 3586 см<sup>-1</sup> характерна для колебаний валентных гидроксидов катионного типа Si – OH цепочечной структуры. Согласно [3] силикатов меди при температуре свыше 700 °С не существует. Поэтому аномалии на термограмме до указанной температуры, вероятно, характеризуют процессы их разложения, а отклик при 1044 °С – разложение оксида меди.

Таким образом, в составе продуктов взаимодействия растворов гидросиликатов натрия и сульфата меди отсутствует гидроксид меди, образование гидроксикарбоната и карбоната меди в незначительном количестве происходит только при соотношении исходных компонентов  $\nu(\text{Cu}) : \nu(\text{Si}) = 1,0$  в исследованном диапазоне. Образование гидросиликатных форм в аморфном состоянии подтверждаются наличием:  $2\nu_s$  связи Si – O; Si – OH трех типов гидроксидов;  $\nu_{as}$  связи Si – O – Si. Аналогичные связи обнаружены в гидросиликатных добавках, позволяющих существенно повысить физико-химические свойства цементных композитов, а также придать им специальные свойства. Поэтому использование полученных продуктов взаимодействия целесообразно использовать для изготовления биоцидных композиционных вяжущих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесовой В.С., Липницкий А.В., Очкурова О.М. Микозы пищеварительного тракта (обзор) // Проблемы медицинской микологии. 2004. Т. 6. № 2. С. 19-23.
2. Буркутбаева Т.Н., Тастанбекова Л.К. Частота выделения и соотношение *Aspergillus species* при микозах ЛОР-органов // Проблемы медицинской микологии. 2004. Т. 6. № 3. С. 14-17.
3. Большая энциклопедия нефти и газа Силикат – медь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id422917p2.html>. Дата обращения 02.02.2016.
4. Патент SU 1594138 A1 Способ получения синтетической хризоколлы / М.З. Угорец, Г.В. Макаров, А.З. Бейлина, Н.С. Бектурганов, Р.С. Мукажанова. Заявлено 17.03.1988; Опубликовано 23.09.1990; Бюл. № 35.
5. Ивашутенко А.С., Назаренко О.Б., Сивков А.А., Сайгаш А.С., Степанов К.И. Особенности состава медьсодержащих продуктов плазмодинамического синтеза // Известия Вузов. Физика. 2014 № 11. С. 25 - 30.

**ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ПОЛНОГО ПОДЪЕМА РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ РЕМОНТА ЕГО  
ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТА**

П.В. Чепур<sup>1</sup>, А.А. Тарасенко<sup>1</sup>, С.В. Чирков<sup>2</sup>

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.А. Тарасенко

<sup>1</sup>Тюменский государственный нефтегазовый университет,

Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, 625000

<sup>2</sup>АО «Гипротрубопровод»,

Россия, г. Москва, ул. Вавилова, 24, к.1, 119334

E-mail: [chepur@me.com](mailto:chepur@me.com)

**JUSTIFICATION OF THE METHOD OF FULL RECOVERY TANK FOR REPAIR ITS BASES AND  
FOUNDATIONS**

P.V. Chepur<sup>1</sup>, A.A. Tarasenko<sup>1</sup>, S.V. Chirkov<sup>2</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.A. Tarasenko

<sup>1</sup>Tyumen State Oil and Gas University, Russia, Tyumen, Volodarskogo str., 38, 625000

<sup>2</sup>«Giprotruboprovod», Russia, Moscow, Vavilov str., 24/1, 119334.

E-mail: [chepur@me.com](mailto:chepur@me.com)

***Abstract.** The article presents theoretical and experimental study of the repair method of the annular foundation PBC-20000 with the rise of hydraulic jacks. Produced experimental-industrial experiment to raise the RVS-20000 at LPDS «Torgily» by the author of the proposed method. As part of the experiment measured the stresses in the wall of fiber, selvages and vertical frame stiffness tensometry way full-scale, fixed geodetic parameter changes the shell at the rise.*

Вертикальные стальные резервуары (РВС) являются одним из наиболее важных объектов в системе магистрального транспорта нефти. По результатам диагностического обследования часто возникает необходимость в ремонте их оснований и фундаментов. Традиционно ремонт фундаментов осуществляют путем последовательного удаления части металлоконструкций РВС, отдельными захватками. При этом возникают проблемы с сопряжением сегментов арматурных каркасов, последовательностью укладки бетона и обеспечением целостности основания, нередко сложенного грунтами, консолидированными за долгие годы эксплуатации.

Авторами предложен новый метод ремонта и выполнен опытно-промышленный эксперимент, при котором предварительно усиленная металлоконструкция РВС-20000 поднималась над поверхностью фундамента на высоту 1 м при помощи 24 гидродомкратов, равномерно расположенных по контуру. Затем производилось опускание на временные опорные консольные конструкции, что позволило последовательно выполнить демонтаж старого и сооружение нового монолитного кольцевого железобетонного фундамента, а также ремонт основания. Таким образом была выполнена сборка арматурного каркаса и заливка бетонного раствора за один цикл, после чего резервуар был опущен фактически на новый фундамент. Предлагаемая методика позволила повысить качество работ и снизить затраты на ремонт, вследствие существенного сокращения объема сварочно-монтажных работ. В

предлагаемой технологии, при подъеме резервуара возникают непроектные нагрузки от воздействия гидродомкратов, которые могут привести к возникновению предельных состояний в металлоконструкциях. Поэтому исследование напряженно-деформированного состояния резервуаров при воздействии сосредоточенных усилий от гидродомкратов с целью подъема сооружения для ремонта его основания или фундамента является актуальной задачей.

Многолетний опыт отечественных и зарубежных исследователей, специалистов в области резервуаростроения показал, что существующие способы ремонта фундаментов крупногабаритных резервуаров требуют качественных изменений. Подобными вопросами занимались следующие авторы: В.А. Буренин, В.Б. Галеев, А.Г. Гумеров, М.С. Иштиряков, П.А. Коновалов, В.В. Любушкин, М.К. Сафарян, И.В. Слепнев, Ю.В. Соболев, А.А. Тарасенко, В.Е. Шутов, Э.М. Ясин, К. Кавано, В. Кршупка, С. Ямамото, Р. Бэлл, Е. Карлсон и др.

Согласно исследованиям, опубликованным в работах А.А. Тарасенко [1-3] и др. авторов [4], при подъеме резервуара гидродомкратами возникает не проектное напряженно-деформированное состояние в различных конструкциях РВС, не учёт которого может привести к наступлению предельных состояний. Для решения данной задачи требуется создать методику подъема, предусматривающую усиление корпуса резервуара элементами дополнительной жесткости.

При разработке методики подъема РВС потребовалось создание конечно-элементной модели РВС-20000 с учетом его реальной проектной конструкции и дополнительных усиливающих элементов (вертикальных опорных рам, дополнительного кольца жесткости, косынок, подкосов и т.д.). При этом, для получения адекватных зависимостей в модели должны учитываться действительные размеры металлоконструкций, особенности их сопряжения, нелинейные свойства материалов. Предложенная расчетная схема РВС-20000 представлена на рис. 1.

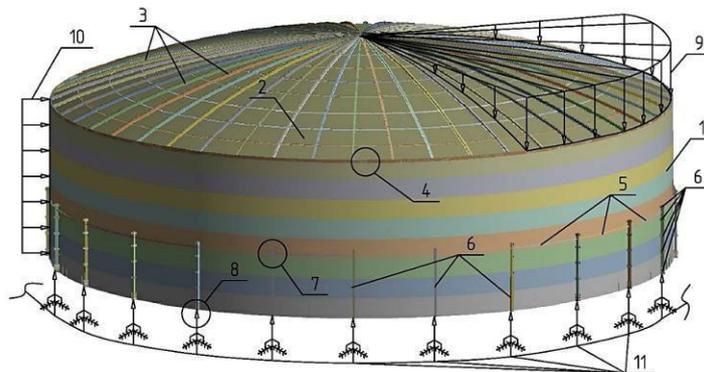


Рис. 1. Расчетная схема РВС-20000 при подъеме на 24 гидродомкратах

1 – стенка; 2 – настил кровли; 3 – продольные и поперечные балки настила кровли (изображены для визуализации, балки находятся под настилом кровли); 4 – опорное кольцо; 5 – усиливающее (дополнительное) кольцо жесткости; 6 – вертикальные рамы жесткости под домкраты; 7 – узел сопряжения усиливающего кольца жесткости и вертикальной рамы; 8 – узел приложения нагрузки гидродомкрата; 9 – снеговая нагрузка с учетом «снежных мешков»; 10 – ветровая нагрузка; 11 – заданное перемещение вдоль вертикальной оси Z с ограничением степеней свободы по осям X, Y (лежащим в плоскости, перпендикулярной стенке)

Для определения изменения НДС конструкции резервуара с усиливающими элементами был выбран метод конечных элементов. Для усиления РВС-20000 предлагается использовать следующие металлоконструкции и элементы: 24 вертикальные рамы жесткости из сдвоенного швеллера №24У под гидродомкраты; 144 треугольные косынки для обеспечения жесткости уторного узла размерами

8x600x600; 24 подкоса поддержки окрайки из двутавра I №16 длиной 1600 мм; внешнего кольца жесткости, установленного в уровне 4-го пояса стенки на отметке +5.250. По результатам расчетов на разработанной КЭ-модели были получены значения напряжений и деформаций металлоконструкций РВС во время подъема на 24-х домкратах.

Авторами произведен опытно-промышленный эксперимент по подъему РВС-20000 на ЛПДС «Торгили» по предложенной расчетной схеме. Проанализированы экспериментальные (по результатам натурной тензометрии) и теоретические (по результатам расчетов МКЭ) зависимости действующих эквивалентных напряжений от высоты (для опорной рамы и стенки). Напряжения в вертикальной раме не превышают 70 МПа, в стенке – 30 МПа. Разница значений напряжений, полученных теоретическим и экспериментальным путем составила 3,92 %. На рис. 2-3 представлены эпюры распределения прогибов и напряжений в металлоконструкциях РВС.

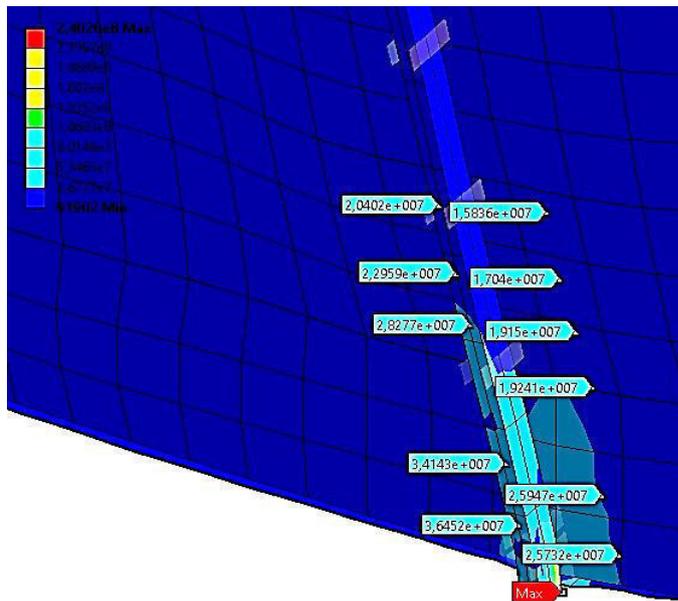


Рис. 2. Теоретические значения эквивалентных напряжений в стенке и вертикальной раме жесткости в местах установки тензодатчиков



Рис. 3. РВС-20000 с приваренными вертикальными опорными рамами и кольцом жесткости на 4-м поясе стенки

По результатам эксперимента и выполненных расчетов сделан вывод, что предлагаемая технология не приводит к возникновению предельных состояний в металлоконструкциях РВС и может быть рекомендована к широкому внедрению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. 2015. №4. С. 88-91.
2. Васильев Г.Г., Тарасенко А.А., Чепур П.В., Юхай Г. Анализ сейсмостойкости вертикального стального резервуара РВСПК-50000 с использованием линейно-спектрального метода // Нефтяное хозяйство. 2015. № 10. С. 120-123.
3. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование собственной жесткости вертикального стального цилиндрического резервуара // Нефтяное хозяйство. 2014. № 10. С. 121-123.
4. Чепур П.В. Напряженно-деформированное состояние резервуара при развитии неравномерных осадок его основания: дис. канд. техн. наук – Москва. Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. - 181 с.

**ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМФОРТНЫХ УСЛОВИЙ  
В ПОМЕЩЕНИЯХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

С.Г. Качаева, Е.В. Петров

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.В. Петров

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

**THE MAIN WAYS TO ENSURE COMFORTABLE CONDITIONS  
IN THE PREMISES OF CIVIL BUILDINGS**

S.G. Kachaeva, E.V. Petrov

Scientific Supervisor: Associate Prof. Ph.D. E.V. Petrov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

***Abstract.** This article presents the main indicators that influence the formation of comfortable conditions for the stay of people in residential and public buildings, as well as the requirements for indoor microclimate, which in turn depend on the thermal protection properties of external structure.*

Для современных технологий во всех отраслях экономики основным направлением последнего времени стало повышение энергетической эффективности, которая напрямую связана со снижением расхода энергетических ресурсов при производстве единицы валового внутреннего продукта. Особенно актуальным это направление является для таких сфер экономики, как строительство и жилищно-коммунальное хозяйство, так как их доля в общегосударственном потреблении энергии значительна. В связи с этим, наметилась тенденция перехода на энергосберегающие технологии с целью сохранения природных ресурсов путем увеличения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций [1–3]. Однако, кроме решений, позволяющих реализовать повышенные требования по тепловой защите наружных ограждающих конструкций, следует учитывать, в том числе, и создание соответствующих комфортных условий в помещениях жилых и общественных зданий [4].

Основными показателями, которые влияют на формирование комфортных условий пребывания людей в помещениях жилых и общественных зданий, а также особенностей, связанных с эксплуатацией наружных конструкций, ограждающих данное помещение, являются следующие [5, 6]:

- средняя температура воздуха в помещении, а также возможные ее колебания в течение суток;
- осредненное значение температуры всех поверхностей, ограничивающих данное помещение;
- соответствующее гигиеническое состояние воздуха в помещении, в том числе и его влажность;
- скорость движения воздуха в помещении.

Данные параметры являются нормируемыми санитарно-гигиеническими показателями и должны поддерживаться круглогодично в любое время суток. В России требования к микроклимату гражданских зданий регламентируются ГОСТ 30494–2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» и СанПиН 2.1.2.2645–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях».

Согласно этим документам, для помещений жилых зданий температура внутреннего воздуха  $t_B$  в зимний период должна находиться в пределах 20–22 °С, а в летний период – в пределах 22–25 °С. При этом относительная влажность воздуха должна находиться в интервале 45–30% в зимний период и 60–30% в летний период. Скорость движения воздуха в процессе вентилирования помещений не должна превышать 0,15 м/с в зимний период времени и 0,2 м/с в летний период. В зимний период времени параметры температурно-влажностного состояния помещений определяются тепловой мощностью системы отопления и теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций. В летний период, при выключенной системе отопления, в помещении с некондиционируемым микроклиматом формируется температурно-влажностный режим, близкий по своим параметрам к наружной среде, а его параметры, с точки зрения предотвращения перегрева, вызванного воздействием солнечной радиации, определяются теплозащитными качествами наружных ограждающих конструкций и естественным воздухообменом в помещении.

Одним из важнейших показателей, определяющих комфортность микроклимата в помещении, является осредненная температура всех поверхностей, ограничивающих данное помещение. В холодный период времени в помещениях с нормальными условиями теплообмена будут иметь место потери тепла человеческим организмом за счет излучения в сторону более холодных по сравнению с телом человека поверхностей помещения. При нахождении человека в помещении в летнее время, будет иметь место обратный процесс: получение тепла от нагретых солнцем наружных ограждающих конструкций помещения. Очевидно, что температура на поверхности стекла со стороны помещения, особенно в зимний период, является определяющей в формировании осредненной температуры всех поверхностей, ограничивающих данное помещение [10]. Следовательно, важнейшим условием комфортного состояния находящихся в помещении людей, является поддержание стабильного значения данной температуры на протяжении всего календарного года при существенном изменении температуры наружного воздуха  $t_H$ .

Особенно актуальным в зимний период времени является разница между температурой воздуха в помещении и температурой внутренней поверхности остекления оконных конструкций. Так как именно данные поверхности в существующих зданиях имеют наиболее низкую температуру, вследствие недостаточного сопротивления теплопередаче  $R$ , даже в рамках действующих нормативов. Так, например, для условий г. Томска нормируемое значение сопротивления теплопередаче  $R$  наружных стен составляет 3,8 м<sup>2</sup>·°С/Вт, в то время, как нормируемая величина сопротивления теплопередаче  $R$  светопрозрачных ограждений составляет всего лишь 0,64 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Поэтому, в зимний период времени при понижении температуры наружного воздуха  $t_H$  и достаточной его влажности в помещении, наблюдается образование конденсата именно на внутренней поверхности остекления оконных конструкций, как наиболее холодных, в отличие от внутренних поверхностей наружных стен, имеющих более существенный уровень теплозащиты и, соответственно, более повышенную температуру внутренней поверхности.

Для поддержания оптимального влажностного режима в помещениях, создания температурного комфорта для людей, находящихся в помещении и обеспечения защиты от конденсации влаги на холодных частях оконных конструкций и внутренних откосах оконных проемов должна быть обеспечена корректная установка светопрозрачных конструкций в зоне положительной температуры по толщине

наружной стены [7–9]. Очевидно, что обеспечить температурный комфорт в помещении круглый год только за счет корректной установки окон, затруднительно, поэтому стандарты допускают незначительные отклонения от оптимальных температур. Кроме того, должны учитываться требования к влажности поверхности стен помещений, которая может быть вызвана ненадлежащей установкой окон.

Санитарно-гигиенические требования в отношении воздушной среды заключаются в обеспечении качества воздуха в помещениях, которое должно быть приемлемо для людей и не наносить ущерба их здоровью. Требуется, чтобы содержание в воздухе помещений загрязняющих веществ, выделяемых используемыми строительными материалами, при нормальной эксплуатации зданий не создавало опасности для здоровья людей, находящихся в данных помещениях.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что экономия энергии обеспечивается сокращением до допустимого уровня расходов, связанных с энергопотреблением жилых и общественных зданий. Эта цель должна достигаться без снижения гигиенических требований в отношении воздушной среды.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Е.В. Исследование теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Приложение № 12. Проблемы строительства и архитектуры. Часть 1. – Новочеркасск. – 2006. – С. 122 – 125.
2. Зайцев И.А., Степанова Т.А., Петров Е.В. Исследование теплотехнических характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций // Избранные доклады 60-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Электронные текстовые данные]. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. – С. 111 – 115.
3. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений // Научный вестник. – 2014. – № 1 (1). – С. 99 – 105.
4. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Использование обогрева межстекольного пространства для повышения теплотехнических характеристик окон с тройным остеклением // Строительные материалы. – 2000. – № 11. – С. 10 – 12.
5. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2000. – 22 с.
6. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2000. – 172 с.
7. Петров Е.В. Исследование теплового режима оконных откосов и узлов сопряжений оконных блоков с наружными стенами // Сибирь: Экспорт–Импорт Инвест. – 2001. – № 7. – С. 46 – 47.
8. Гныря А.И., Петров Е.В. Численное моделирование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Труды НГАСУ. – Новосибирск, 2001. – Т.4, Выпуск 2(13). – С. 250.
9. Петров Е.В. Исследование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2-х томах / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Т.2. – С. 227 – 230.
10. Гныря А.И., Петров Е.В., Низовцев М.И., Терехов В.И. Влияние инфильтрации холодного воздуха на сопротивление теплопередаче стеклопакета // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 2 – 3. – С. 102 – 105.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПЕНОБЕТОНА

А.Б. Стешенко, В.В. Конушева

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Кудяков

Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

## INVESTIGATION OF THE MODIFIED FOAM CONCRETE'S STRUCTURE

A.B. Steshenko, V.V. Konusheva

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.I. Kudyakov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

***Abstract.** The article presents the results of research of modified cement based foam concrete with crystalline glyoxal. The goal was to study the processes of formation of the modified foam structure. In order to determine the porosity of samples the structure of the modified foam was investigated. It has been established that the introduction of modifying additive in the foam concrete mixture provides the decrease of the average diameter from 45.3 to 36.9 microns and the standard deviation of the average diameter is reduced from 23.6 to 10.7.*

Одним из эффективных стеновых материалов при малоэтажном жилищном строительстве является теплоизоляционный пенобетон. Значительную часть себестоимости строительства составляют строительные материалы. Для снижения стоимости малоэтажного жилищного строительства при одновременном повышении качества и комфортности зданий необходимо использовать эффективные ресурсосберегающие и экологически чистые строительные материалы. Строительным материалом, удовлетворяющим указанным требованиям, является пенобетон – разновидность ячеистого бетона.

Однако пенобетон обладает недостатками. К ним можно отнести усадочные деформации, слияние пор в процессе начального структурообразования, низкую трещиностойкость, слоистость структуры, значительные колебания средней плотности и прочности при сжатии. Все это снижает эксплуатационные характеристики пенобетона.

Для снижения усадочных деформаций необходимо совершенствовать составы и технологические процессы получения пенобетона. Проблема управления процессами получения пенобетонов естественного твердения с малой усадкой очень актуальна и до сих пор в полном объеме не решена [1-2].

По результатам патентных исследований, из большого количества технических предложений повышения качества цементных пенобетонов, одним из наиболее востребованных является технологический прием введения модифицирующих добавок. Современные добавки различны по своему составу и свойствам и применяются с целью управления качества пенобетонных смесей и приданию пенобетонам специальных свойств. Одной из новых модифицирующих добавок, рекомендуемых в строительном материаловедении для регулирования структурообразования цементных строительных смесей, является глиоксаль. Глиоксаль обладает высокой химической активностью по отношению к порландцементу [3].

**Целью работы:** изучение процессов формирования структуры модифицированного пенобетона.

При проведении экспериментальных исследований использовались следующие сырьевые материалы:

- портландцемент Топкинского цементного завода ПЦ ЦЕМ I 42.5Н;
- песок Кудровского месторождения Томской области, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-2014 и ГОСТ 26633-2012;
- водопроводная вода, соответствующая требованиям ГОСТ 23732-2011;
- ПБ-Люкс (ТУ 2481-004-59586231-2005) - синтетический пенообразователь. Пенообразователь представляет собой жидкий раствор поверхностно-активных веществ со стабилизирующими добавками. Устойчивость пены не менее 360 с, кратность пены рабочего раствора с объемной долей пенообразователя 4 %, не менее 7;
- в качестве модифицирующей добавки использовались глиоксаль кристаллический (ТУ 2633-004-67017122-2011) изготавливающийся из 40 % водного раствора глиоксаля.

По результатам ранее проведенных исследований [4-5] было рекомендовано использовать дозировку глиоксаля 0.01 % от массы цемента. Было установлено, что введение модифицирующей добавки позволяет ускорить процессы структурообразования цементного камня, что обеспечивает повышенную однородность и прочность цементной матрицы, а также снижение усадочных деформаций и увеличение прочности при сжатии модифицированного пенобетона. Также, установлено, что глиоксаль кристаллический, введенный в пенобетонную смесь в количестве 0.01 % от массы цемента, взаимодействует с гидроксидом кальция с образованием гликолята кальция, что приводит к уменьшению свободного порового пространства в межпоровой перегородке, ускорению процесса начального структурообразования, повышению пластической прочности пенобетонной смеси на 45 % и снижению пластической усадки пенобетонной смеси на 30 % [5].

По результатам электронно-микроскопических исследований установлено, что основным отличительным признаком образцов пенобетона с добавкой глиоксаля кристаллического является более однородная структура, поры равномерно заполняют все пространство [5].

Эксплуатационные свойства пенобетона и изделий из него зависят, прежде всего, от структуры межпоровых перегородок и порового пространства. К ряду физических свойств, которые характеризуют особенности структурного состояния свойств ячеистого бетона, следует отнести: истинную плотность; среднюю плотность; пористость. Для получения пенобетона улучшенного качества необходимо получить пенобетон с оптимальной ячеистой структурой и низким средним квадратичным отклонением от среднего размера пор. Для создания такой ячеистой структуры необходимо оптимизировать однородность распределения пористости в объеме материала. Этот параметр может быть оценен средним квадратичным отклонением от среднего значения размера пор.

Для определения пористости образцов с введением глиоксаля кристаллического проведено исследование структуры модифицированного пенобетона.

Результаты исследования пористой структуры образцов пенобетона с добавлением глиоксаля и без приведены в таблице 1. Для изучения порового пространства образцов пенобетона проводился анализ полученных снимков с помощью программного обеспечения «PicPick».

Таблица 1

## Пористость образцов пенобетона

Наименование показателя	Вид пенобетона	
	Без добавки	С глиоксалем кристаллическим
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	455	478
Средний диаметр пор, мкм	45,3	36,9
$\delta$ диаметра пор	23,6	10,7
Пористость общая, %	82,83	81,96
Объем открытых капиллярных пор, %	42,17	31,75
Объем открытых некапиллярных пор, %	24,6	25,5
Пористость условно замкнутых пор, %	16,06	24,71
Показатель микропористости	0,03	0,05

Компьютерный анализ позволил определить средний диаметр пор ячеистой структуры образца и среднее квадратичное отклонение от среднего диаметра пор ( $\delta$ ). Среднее квадратичное отклонение от среднего диаметра пор характеризует полидисперсность ячеистых пор, т.е. количественное распределение их по размерам. Анализ этих показателей макроструктур пенобетона показал, что чем больше полидисперсное распределение пор в нем по размерам, тем ниже физико-механические свойства пенобетона.

Установлено, что при введении модифицирующей добавки в пенобетонную смесь средний диаметр пор уменьшается с 45.3 до 36.9 мкм, а среднее квадратичное отклонение среднего диаметра снижается с 23.6 до 10.7. Введение глиоксаля кристаллического способствовало формированию большого количества закрытых пор. Так пористость условно замкнутых пор увеличилась с 16.06 % до 24.71 % по сравнению с образцами без добавок.

*Исследования проведены при поддержке Фонда содействия инновациям (программа: УМНИК), № 7530 ГУ2/2015.*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Kahmer H. Fibrous concrete successfully used in structural precast component production / H. Kahmer // Concrete Plant + Precast Technology, – 2001. – № 8. Pp. 26-31.
2. Рахимбаев Ш.М. К вопросу снижения усадочных деформаций изделий из пенобетона / Ш.М. Рахимбаев, И.А. Дегтев, В.Н. Тарасенко, Т.В. Аниканова // Известия вузов Строительство. – 2007. – № 12. – С. 41-44.
3. Горленко Г.П. Процессы структурообразования в системе «цемент-вода» при введении химической добавки глиоксаля / Г.П. Горленко, Ю.С. Саркисов, В.А. Волков // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – № 2. – С. 278-284.
4. Стешенко А.Б. Раннее структурообразование пенобетонной смеси с модифицирующей добавкой / Стешенко А.Б., Кудяков А.И. // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – №2 (54). С. 56-62.
5. Стешенко А.Б. Исследование влияния кристаллического глиоксаля на свойства цементного пенобетона естественного твердения / Стешенко А.Б., Кудяков А.И. // Письма о материалах. – 2015. – №1. С. 3-6.

**НАНОМОДИФИКАТОР НА ОСНОВЕ ГИДРОСИЛИКАТОВ ЦИНКА  
ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ \***

Гришина А.Н.

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Королев Е.В.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет,

Россия, г. Москва, Ярославское шоссе, 26, 129773

E-mail: GrishinaAN@mgsu.ru

**NANOMODIFIER BASED ON ZINC HYDROSILICATES FOR CEMENT SYSTEMS**

A.N. Grishina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. E.V. Korolev

Moscow State University of Civil Engineering, Russia, Moscow, Yaroslavl hw., 26, 129337

E-mail: GrishinaAN@mgsu.ru

***Abstract.** In the present article we have demonstrated results concerning size of zinc hydrosilicate nanoparticles. The particles are made from silicic acid that was synthesized from zinc acetate and acidic  $Fe(OH)_3$  sol by means of low-temperature method. It is determined that particle size varies from 10 to 30 nm. Along with concentration growth of silicic acid the particle size is also increases. Furthermore, such increase is observed for enlarged concentration of  $Fe(OH)_3$  sol that was used for silicic acid synthesis.*

Одним из актуальных направлений модифицирования цементных композитов является наномодифицирование. Использование наномодификаторов позволяет изменять структуру цементных строительных материалов, а, следовательно, и их физико-механические и эксплуатационные свойства. Одним из наиболее распространенным приемом наномодифицирования строительных материалов является введение предварительно синтезированных наночастиц вместе с водой затворения. Это могут быть как коллоидные растворы [1...3], так и предварительно диспергированные в водных системах наноструктуры, синтезированные в виде порошков [4]. Возможность диспергирования наночастиц в водных растворах сомнительна и неоднократно опровергалась расчетами [5, 6]. Поэтому целесообразным является использование коллоидных растворов. Для наномодифицирования цементных композитов целесообразно применение силикатных наномодификаторов, например, коллоидных растворов гидросиликатов, эффективность которых вызвана их химической активностью по отношению к продукту гидратации портландцемента – портландиту. К коллоидным наномодификаторам относятся наноразмерные гидросиликаты цинка. Предполагается, что применение данного продукта в технологии строительных материалов обеспечит получение изделий и конструкций, обладающих мягким и пролонгированным биоцидным действием.

Синтез наноразмерных гидросиликатов цинка является низкотемпературным и осуществляется следующим образом. К коллоидному раствору кремниевой кислоты, синтезированному с применением золя гидроксида железа (III) концентрацией 0,3...0,7 % по технологии [7], добавляется при

---

\* При поддержке гранта Президента РФ МК-8575.2016.8

перемешивании водный раствор ацетата цинка (II), концентрацией 0,05 %. При условии, что концентрация вводимой соли ниже порога коагуляции коллоидного раствора, ее содержание незначительно влияет на размер наночастиц гидросиликатов; существенное влияние на геометрические характеристики продукта синтеза – гидросиликаты цинка – оказывают концентрация использованного золя  $Fe(OH)_3$  и количество гидросиликатов натрия, применяемых для получения кремниевой кислоты (характеризуется показателем  $\alpha = [Na^+]/[Cl^-]$ , где  $[Na^+]$  – концентрация катионов натрия, вводимых с гидросиликатами натрия;  $[Cl^-]$  – концентрация хлорид-ионов в кислом золе  $Fe(OH)_3$ ) (рис. 1).

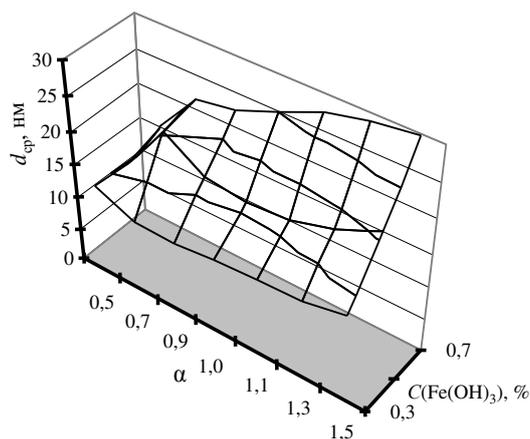


Рис. 1 Изменение размера частиц гидросиликатов цинка в зависимости от  $\alpha$  и  $C(Fe(OH)_3)$

Анализ рис. 1 показывает, что размеры получаемых гидросиликатов цинка варьирует от 10 до 30 нм. Причем с увеличением концентрации золя  $Fe(OH)_3$  размер получаемых наночастиц возрастает. Указанное связано с увеличением концентрации кремниевой кислоты и, соответственно, гидросиликатов цинка. Как известно [8], при увеличении концентрации гидросиликатов скорость полимеризации возрастает. При увеличении  $\alpha$  размер частиц так же возрастает, что вызвано увеличением их концентрации. Так же на скорость полимеризации оказывает влияние величина pH коллоидного раствора (рис. 2).

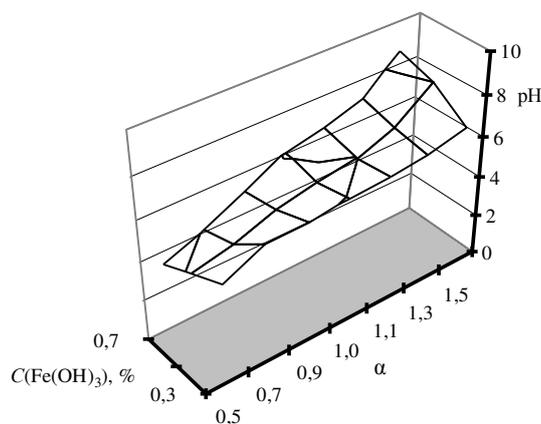


Рис. 2. Изменение pH коллоидного раствора в зависимости от  $\alpha$  и  $C(Fe(OH)_3)$

Согласно рис. 2 величина рН при увеличении  $\alpha$  изменяется от 3,3 до 8,6. Известно [8], что при увеличении рН до 9 скорость полимеризации возрастает. Поэтому увеличение размеров наночастиц гидросиликатов цинка может быть также вызвано увеличением рН. Для исследования возможности хранения наномодификатора целесообразно дальнейшее исследование их агрегативной устойчивости. Наименьшая величина рН = 3,3 коллоидного раствора наблюдается при  $C(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,7\%$  и  $\alpha = 0,5$ , что наиболее близко к изоэлектрической точке кремниевой кислоты, что позволит снизить скорость полимеризации и увеличить срок хранения наномодификатора.

Таким образом, показана возможность синтеза низкотемпературным способом гидросиликатов цинка из кремниевой кислоты, синтезированной с использованием кислого золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , и раствора ацетата цинка. Установлено, что размер получаемых наночастиц варьирует в диапазоне от 10 до 30 нм. С увеличением концентрации кремниевой кислоты размер получаемых наночастиц гидросиликатов цинка возрастает. При увеличении концентрации золя  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , использованного для получения кремниевой кислоты, размер синтезированных гидросиликатов цинка также увеличивается. Наименьшее значение рН коллоидного раствора наблюдается при  $C(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 0,7\%$  и  $\alpha = 0,5$ . Такой наномодификатор будет наиболее устойчив к агрегации и коагуляции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М., Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г. Исследования влияния наномодифицирующей добавки на прочностные и структурные параметры мелкозернистого бетона // Вестник МГСУ. 2010. №2. С. 215-218.
2. Сватовская Л.Б., Сычева А.М., Хаммади М., Бойкова Т.И. Использование метода капиллярного подсоса нанорастворов для развития геоэкозащитных строительных технологий транспорта // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. № 3. С. 67-72.
3. Гришина А.Н., Королев Е.В. Эффективность модифицирования цементных композитов наноразмерными гидросиликаками бария // Строительные материалы. 2015. № 2. С. 72-76.
4. Yakovlev G.I., Pervushin G.N., Oreshkin D.V. Cement matrix with carbon nanotubes // Промышленное и гражданское строительство. 2011. Т. 7. С. 44.
5. Королев Е.В., Кувшинова М.И. Параметры ультразвука для гомогенизации дисперсных систем с наноразмерными модификаторами // Строительные материалы. 2010. № 9. С. 85-88.
6. Королев Е.В., Иноземцев А.С. Эффективность физических воздействий для диспергирования наноразмерных модификаторов // Строительные материалы. 2012. № 4. С. 76-79.
7. Гришина А.Н., Королев Е.В., Сатюков А.Б. Синтез и исследование устойчивости зольей гидросиликатов бария // Строительные материалы. 2013. № 9. С. 91-93.
8. Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Золь-гель нанодисперсный кремнезем. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2012. 334 с.

**ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
В ТОБОЛЬСКЕ С НАЧАЛА 19В. ДО СЕРЕДИНЫ 20В.**

Ю.Е. Нижегородцева, Е.В. Кетова

Научный руководитель: доцент, к.арх. Е.В. Кетова

Новосибирский государственный архитектурно–строительный университет (СИБСТРИН)

Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, 630008

E-mail: [jn051191@mail.ru](mailto:jn051191@mail.ru)

**URBAN WATER SUPPLY IN THE CASE OF WEST SIBERIA TOBOLSK START XIX CENTURY  
UNTIL MID XX CENTURY**

J.E. Nizhegorodtseva , E.V. Ketova

Supervisor: Associate Professor, K.A. E.V. Ketova

The Novosibirsk State University Of Architecture And Civil Engineering (Sibstrin)

Russia, Novosibirsk, St. Leningradskay, 113 , 630008

E-mail: [jn051191@mail.ru](mailto:jn051191@mail.ru)

***Abstract.** In this article, a number of lighting problems in the establishment and modernization of the centralized water supply in the city of Tobolsk.*

История возникновения и развития системы водоснабжения в Тобольске, как и во многих городах Западной Сибири, берет свое начало в XIX столетии, что обуславливалось рядом различных факторов, таких как социально-демографический, экономический, научный, индустриально-промышленный и другие.

Основными предпосылками появления водопровода в Тобольске в середине XIX века, явились крупные пожары, потушить которые путем примитивного способа доставки воды, ведрами из реки на коромыслах, было невозможно. В случае возгорания локализовать огонь практически не удавалось и улицы, застроенные деревянными домами, полностью выгорали. Череда возгораний заставила городские власти задуматься о необходимости строительства хозяйственно-противопожарного водопровода. Кроме этого, важным фактор в потребности централизованного водоснабжения города, было преодоление сложной эпидемической ситуации в городе, так как до появления в Тобольске водопровода забор питьевой воды осуществлялся из реки. Рассказывая о водоснабжении «Календарь - справочник городского и земского деятеля на 1911г.» отметил, что «по качеству вода должна быть приятна для наших органов чувств, безвредна для употребления и пригодна для промышленности». Именно эти причины послужили импульсом в формировании единой общегородской системы водоснабжения и водоотведения, а также в развитии новых инженерных направлений начале 20 века.

При устройстве водопровода в Тобольске возникли некоторые проблемы, так как с момента основания города особенности местности привели к появлению двух его частей – Верхнего и Нижнего посадов. Высота горы составляла около 30 сажен (60 метров). Еще во второй половине XVIII в. на Софийском дворе был, выкопал колодец глубиной около 50 сажен (100 метров), но воды из него не хватало даже для нужд церковнослужителей. Вплоть до начала XX в. воду на гору приходилось завозить.

Ведро воды стоило 3-5 копеек. По данным А.И. Дмитриева-Мамонова для подачи на гору ежегодно требовалось 39110,5 бочек воды, что обходилось городской казне в 9732 руб. 89 коп.

8 сентября 1882 г. датский инженер И. Брант обещал в случае получения денежных средств и строительных материалов, построить водопровод в 1884 году. Следом за Брантом подобное предложение поступило от ссыльного А.И. Фишера. Городская Дума долго не могла решить, чей проект утвердить, пока губернатор своим приказом не отказал обоим [1].

Весной 1900 г. Тобольские власти заключили договор с московской фирмой «Нептун» на строительство водопровода, протяженностью около 9 верст, с ежедневной подачей воды в 110 тыс. ведер. По определению, данному инженером фирмы «Нептун», Н.П. Зиминым городской водопровод – «есть такое сооружение, которое должно вполне удовлетворять одной из насущных потребностей человека – потребности в чистой здоровой воде». В качестве перспективного направления развития водоснабжения Н.П. Зимин определял ориентир на индивидуальные ответвления, отмечая, что «конечный идеал в деле городского водоснабжения есть не только разведение воды по всем улицам города, но также и введение ее внутрь всех жилых помещений». В 1902 г. на Верхнем Посаде возле Кремля была построена водонапорная башня из красного кирпича, высотой 25 м. С 1990г. башня является памятником промышленной архитектуры. Восьмигранная в плане башня, выполнена в стиле псевдорусской архитектуры, а именно – средневековой Европы. Таким образом, на начало 20в. в Тобольске появилась централизованная система водоснабжения города, включающая в себя: заборные сооружения, очистную станцию, насосную станцию I подъема, водонапорную башню и разводящие сети [1].

Спустя 30 лет возникла необходимость в модернизации водоснабжения города, которая имела ряд факторов. На собрании от 24 августа 1955г. по вопросу мероприятий по улучшению водоснабжения г. Тобольска было установлено, что водоснабжение г. Тобольска осуществляется совершенно неудовлетворительно. Практически город снабжается водой из реки Иртыш в количестве 1300-1600 м<sup>3</sup>/в сутки без всякой очистки. Выше водозабора, река Иртыш загрязняется сточными водами, которые собираются с населенного пункта в открытые канавы при отсутствии городской канализации. А здания насосной станции и очистных сооружений требуют капитального ремонта [2]. Таким образом, в ходе заседания было составлено проектное задание на устройство нового водопровода г. Тобольска. Ранее в 1934 г. комиссией был произведен выбор строительной площадки для новых сооружений водопровода: насосной станции, очистной станции и место забора воды из реки Иртыша. Более благоприятное место забора воды в санитарном и технико-экономическом отношении представляет собою место у реки Иртыша под названием «Старый Перевоз», находящийся от города на расстоянии 2-х км. Вышеуказанное место расположено на крутом берегу Иртыша, но русло реки на выбранном месте представляет собой мелкий песок с незначительной примесью ила. Для постройки насосной станции второго подъема и очистной станции вблизи берега имеется ровный плац с твердым суглинистым грунтом. Насосную станцию первого подъема можно будет осуществляться путем постройки водоприемного колодца в берегу реки, с установкой насосов на перекрытии колодцев. В случае значительной амплитуды колебаний уровня воды в реке Иртыш, во избежание затопления оборудования насосной станции первого подъема, выходом из положения будет установка вертикальных насосов, с расположением моторов в зоне затопления. Для устройства водонапорного резервуара чистой воды в вышеуказанном месте имеется гора значительной высоты, которая может обеспечить подачу воды в город из резервуара. При

вышеуказанной схеме водоснабжения при переустройстве городского водопровода Тобольска положительными сторонами являются: новое место забора воды безусловно в санитарном отношении, когда как существующий забор расположен в центре города, куда стекают сточные городские воды, причем в новом месте забора воды русло реки остается постоянным; Сеть города будет находиться под значительным низким давлением, что обеспечивает более продолжительный срок службы существующей водопроводной сети в нижней части города. Потребное количество воды, в размере около 30 % от общего городского расхода, будет подниматься существующей насосной станцией водопровода в сеть и в водонапорную башню расположенной на высокой части для водоснабжения нагорного района водой. Разделение водонапорной сети на две зоны и переход к низкому давлению в сети уменьшит расход электроэнергии для целей водоснабжения, что значительно снизит себестоимость воды; При вышеуказанной схеме водоснабжения с низким давлением в сети устройство напорных резервуаров в земле явится возможностью при строительстве сократить до минимума употребление металла и цемента и использовать в основном деревянную конструкцию для новых сооружений водопровода: как то деревянный напорный водопровод, деревянный напорный резервуар и так далее [3].

Локализация пожаров при данной схеме водоснабжения должна будет производиться при помощи передвижных пожарных автонасосов.

В насосной подстанции устанавливаются центробежные насосы, которые направляют воду из резервуара подстанции в отстойники. При строительстве насосной подстанции учитывать весенние паводки воды. Диаметр самотечной и подающих труб рассчитывать исходя из пропуска 150 куб.м воды в час. Водозабор проектировать в две нитки. Насосную подстанцию устроить железобетонную. Габариты подстанции проектировать исходя из размещения трех центробежных насосов, производительностью 75-100 куб.м. в час с электромоторами на волю.

Таким образом, в 1960 г. была выполнена полная модернизация водопровода г. Тобольска, в результате чего были решены следующие проблемы водоснабжения: перенос насосной станции первого подъема на новое место водозабора позволил снабжать более чистой водой город, налажена работа очистных станций, стабилизирована работа всей сети.

Изначальный выбор места строительства первой насосной станции говорит нам, что перед инженерами стояла основная задача, которая включала в себя проект водоснабжения нагорной части города Тобольска и подгорного. Таким образом, была выбрана территория удовлетворяющая водоснабжению обеих частей города, еще одна причина выбора места, это бюджет, как известно из архивных данных первый водопровод в Тобольске строился на собранные деньги жителей города. Так же недостатка технологического процесса не позволяла запроектировать столь удаленно насосную станцию, в связи со слабой работой водозаборного механизма.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный архив в г. Тобольске. Ф. И-152. Оп. 35. Д. 521. Л. 70, 75;
2. Государственный архив в г. Тобольске. Ф. Р -907. Оп. 1. Д. 101. Л. 20;
3. 100 лет Тобольскому водопроводу // Сибирская Панорама. – Декабрь 2001.– № 1. – С. 3.

**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЫ В КРУПНЫХ  
ГОРОДАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Ю.О.Хлыбова.

Научный руководитель: кандидат архитектуры, доцент, Е.В. Кетова.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Россия, г.Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, 630008

E'mail:[khlybova.ee@gmail.com](mailto:khlybova.ee@gmail.com)

**MAJOR FACTORS OF CHANGING PLANNING STRUCTURE OF LARGE CITIES OF THE  
WESTERN SIBERIA**

Y.O. Khlybova

Scientific Supervisor: PhD in architecture, associate professor E.V.Ketova.

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Novosibirsk, Leningradskaya st.,  
113, 630008

E'mail:[khlybova.ee@gmail.com](mailto:khlybova.ee@gmail.com)

***Abstract** Research of transformations of general plans of large cities of West-Siberian region testifies that during expansion of a city skeleton is formed extensive alternate territories. Analyzing availability of agrarian reserves in various cities of Siberia and efficiency of their use, comes to light a problems of their rational use as the majority of them are thrown. Owing to what for effective planning progress of city structure in view of an inhabited, public, industrial, transport and recreational infrastructure, it is necessary to apply the complex approach on revealing "problem" territories, to give them another function and adaptations in view of demands of city and further dynamics of progress. Progress of general plans and planning structures is considered in 3 large cities of Western Siberia: Tyumen, Tomsk and Novosibirsk. As a result of research it turned out, that projects of general plans were imposed against each other, without taking into account experience of the past general planning. Projects of new general plans contradicted the previous projects. It is necessary to take in attention, that projects were developed without any forecasting expansion of city, an increase in population and an increase of quantity of industrial establishments. The urgency of the given problems becomes more obvious in connection with an increase economic, social, ecological differentiation of city space and growing requirements of the population to quality and a standard of living, the city environment. The analysis of transformation planning and functional structures of the considered cities, lead on the basis of references, building codes, own inspections has shown, that major problems of cities are connected with backlog of evolution of city from progress of demands of its population.*

Исследование преобразований генеральных планов крупных городов Западносибирского региона, свидетельствует о том, что в процессе расширения городского каркаса образуются обширные резервные территории. Анализируя наличие земельных резервов в различных городах Сибири и эффективность их использования, выявляется проблематика их рационального использования, так как большинство из них являются заброшенными. Вследствие чего для эффективного планирования развития городской структуры с учетом жилой, общественной, промышленной, транспортной и рекреационной

инфраструктуры, необходимо применять комплексный подход по выявлению «проблемных» территорий, их перефункционалированию и адаптации с учетом потребностей города и дальнейшей динамики развития.

Сложившаяся планировочная структура крупных городов Западной Сибири является основой для изучения функционального преобразования территорий в процессе городского развития. Стремительный рост городов явился причиной возникновения ряда проблем, связанных с градостроительством, так как на практике структурирование зачастую велось произвольно по ряду функциональных или территориально-пространственным признакам, чаще всего не отражающих всю сложность городских процессов и взаимосвязей, его частей и функциональных зон.

Разрозненность функций территорий в процессе непредвиденного развития планировочной структуры является главной проблемой. При проектировании карт - схем развития города не всегда учитываются современные особенности и перспективы роста городов, изменения их социально – профессиональной структуры и взаимосвязи промышленных, селитебных и других функциональных зон [3].

Развитие генеральных планов и планировочной структуры рассматривается в 3 крупных городах Западной Сибири: г. Тюмень, г. Томск и г. Новосибирск.

Выбранные города различаются по своей планировочной структуре и имеют особенности развития генерального плана с течением времени, зависящее от особенностей в развитии планировки городов, в число которых входит: стабильность границ улиц и земельных владений, особенности рельефа, гидрогеография и другие факторы. Так же, берется во внимание возраст города, прирост населения, его экономическое, социальное, культурно-бытовое развитие.

В результате изучения развития генеральных планов, истории роста городов можно выделить ряд факторов, которые повлияли на разрозненность территории любого города в процессе его развития.

В первую очередь, это исторически сложившаяся функция города. В зависимости от исторически заложенной функции в образование города, исторически сложившиеся районы, ранее выполнявшие центральные функции и назначение, и в последующем сохраняют центральный статус, но при снижении интенсивности своего функционирования на определенном этапе развития города в связи с перемещением части функций на новое место, они становятся центральными заброшенными образованиями. Второй немаловажный фактор – административный. Отсутствие документов на межевание территории, разрешения на застройку и самого генерального плана с момента основания городов до середины 20 в.

Строительство Транссибирской магистрали способствовало быстрому развитию городов, возникновению новых городских функций и спроса на жилье, трудовой ресурс и рекреацию. Данные причины являются третьим - социально – экономическим фактором. Так же существует четвертый, политический, фактор. Эвакуация промышленных предприятий в крупные города Западной Сибири в следствие начала Великой Отечественной Войны.

На примере исследуемых городов выявлен ряд недостатков в развитии планировочной структуры, которые возникли в послевоенный период. Первым недостатком является нарушение взаимосвязи между основными функциональными зонами; возникает смешение промышленных, селитебных и транспортных территорий; ухудшаются условия расселения по отношению к местам приложения труда и общественным центрам. Второй отрицательный момент - это освоение новых свободных территорий на периферии города не всегда сопровождается соответствующим преобразованием пространственной

организации центральных районов. Затрудняется дальнейшее пропорциональное развитие отдельных функциональных зон, в особенности промышленных и жилых. [2].

Развитие городов в годы войны как промышленных и научных центров создает социально-экономическую основу для нового этапа в градостроительстве, которое в последующие десятилетия становится важным фактором развития советского общества. Возникают сложные задачи по реконструкции и перестройке многих промышленных цехов и зданий, построенных ранее из некапитальных конструкций и материалов, по упрощенным техническим схемам; по строительству новых заводов; по переводу заводского оборудования в новые помещения [1].

«Важно помнить, что город – это сложная система, все элементы которой внутренне взаимосвязаны между собой. Изменения в одном из них влечет изменения во всех остальных и системы в целом. Поэтому отдельные элементы города должны рассматриваться не изолированно друг от друга, а исходя из их градоформирующей роли, в тесной взаимосвязи и взаимовлиянии друг на друга, т.е. как элементы общей структурно-функциональной организации города» [4].

Характер планировочной структуры города отражает историческое прошлое и настоящее городов. Повсеместная индустриализация в середине XX в вызвала скачкообразный рост городов, способствовавший увеличению промышленности, гражданского и жилого строительства, но сопровождающийся ошибками в организации планировочной структуры, что привело к нежелательному смешению промышленных и селитебных зон.

Актуальность данной проблематики становится более явной в связи с увеличением экономической, социальной, экологической дифференциацией городского пространства и растущими требованиями населения к качеству и уровню жизни, городской среды.

Анализ трансформации планировочной и функциональной структур рассматриваемых городов, проведенный на основе литературных источников, планировочных документов, собственных обследований показал, что основные проблемы городов связаны с отставанием эволюции города от развития потребностей его населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баландин, С. Н. Новосибирск: история градостроительства: / С. Н. Баландин. - Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во. 1945-1985 гг. - 1986. - 158 с.
2. Бочаров Ю.П. Планировочная структура современного города / Ю.П. Бочаров, О.К. Кудрявцев;. -М.: Стройиздат, 1972 – 160 с.
3. Веретенников Д.Б. Понятие планировочной структуры города. Структурные компоненты и их планировочное воплощение // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура, 2014. № 3 (16) – с. 6 -10
4. Сосновский В.А. Планировка городов. М.: Высшая школа, 1988. 104 с.

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ**

Малиновский А.Ю.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.В. Петров  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

**METHODS FOR INCREASING THE THERMAL CHARACTERISTICS  
OF TRANSLUCENT WALLING**

Malinowski A.Y.

Scientific Supervisor: Associate Prof. Ph.D. E.V. Petrov  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

***Abstract.** This article presents an analysis of the heat losses through external fencing constructions, as well as a comparison of thermal resistance of various types of external fences. The paper presents data on the main ways of improving the thermal resistance of translucent walling.*

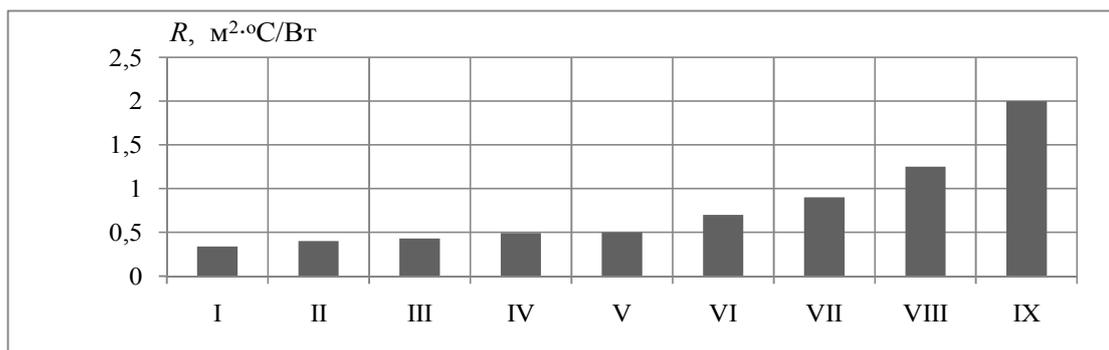
Наиболее важным направлением в нашей стране на текущем этапе является экономия энергетических ресурсов. В настоящее время около 43% всей вырабатываемой тепловой энергии в нашей стране расходуется на содержание жилых и общественных зданий [1–3]. Снижение расхода тепловой энергии возможно путем применения энергосберегающих мероприятий при строительстве новых и реконструкции существующих зданий [8]. Для сравнения в зарубежных странах на энергопотребление зданий расходуется 20–22% тепловой энергии и менее. Значительная часть энергии, которая затрачивается на отопление зданий, фактически расходуется на компенсацию тепловых потерь через наружные ограждающие конструкции [9]. Поэтому для снижения тепловых потерь необходимо применять различные способы по увеличению тепловой эффективности ограждающих конструкций. Результаты экспериментальных исследований показывают, что тепловые потери через светопрозрачные ограждающие конструкции составляют значительную долю от общих тепловых потерь здания. Таким образом, светопрозрачные ограждающие конструкции являются наиболее уязвимым элементом в теплозащите зданий, что, в свою очередь, приводит к росту тепловых потерь через оконные конструкции при эксплуатации зданий и сооружений [10–12].

Следует отметить, что после внесения изменений в нормативные документы, сопротивление теплопередаче  $R$  наружных стен для условий г. Томска увеличилось с 1,1 до 3,8 м<sup>2</sup>·°С/Вт, в то время как сопротивление теплопередаче оконных конструкций увеличилось незначительно с 0,42 до 0,64 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Как видно сопротивление теплопередаче наружных стен увеличилось более чем в три раза, в то время как окон всего в 1,5 раза. Это говорит о том, что уровень теплоизоляции светопрозрачных ограждений и ранее был недостаточным, а в соответствии с измененными нормативными требованиями разница в уровне сопротивления теплопередаче стен и светопрозрачных конструкций возросла почти в шесть раз.

Поэтому, необходимо обратить особое внимание на способы уменьшения тепловых потерь именно через светопрозрачные ограждения [4] путем повышения их теплотехнических характеристик.

С точки зрения строительной теплофизики для экономии энергии на эксплуатацию зданий более благоприятным, конечно, кажется вовсе не использовать светопрозрачные конструкции. Однако, естественное освещение жилых, общественных и в большинстве производственных зданий согласно нормативным требованиям на данный момент является обязательным по санитарным нормам.

Передача тепла через окна представляет собой комбинацию различных способов теплопередачи: теплопроводность, конвективный теплообмен и тепловое излучение [3]. Все эти процессы протекают во времени одновременно и оказывают взаимное влияние друг на друга. Основной теплотехнической характеристикой наружных ограждающих конструкций является сопротивление теплопередаче. В настоящее время изготавливают светопрозрачные конструкции с приведенным сопротивлением теплопередаче 0,6–0,9 м<sup>2</sup>·°С/Вт [7]. Однако, для того, чтобы добиться более высоких показателей по теплотехнической эффективности конструкций, выше 1,0 м<sup>2</sup>·°С/Вт, необходимо использование новых и довольно дорогостоящих технологических решений. Так же, известны светопрозрачные ограждающие конструкции, разработанные в последнее время с приведенным сопротивлением теплопередаче, имеющим значение 1,5–2,0 м<sup>2</sup>·°С/Вт. Сравнение сопротивления теплопередаче некоторых видов заполнений оконных конструкций приведено на рисунке 1.



*Рис. 1. Сравнение сопротивления теплопередаче различных видов заполнений оконных конструкций I – одинарное остекление; II – однокамерный стеклопакет; III – однокамерный стеклопакет, заполненный аргоном; IV – двухкамерный стеклопакет; V – двухкамерный стеклопакет, заполненный аргоном; VI – однокамерный стеклопакет, заполненный аргоном с одним стеклом, имеющим теплоотражающее покрытие; VII – однокамерный стеклопакет, заполненный криптоном с одним стеклом, имеющим теплоотражающее покрытие; VIII – двухкамерный стеклопакет заполненный криптоном с двумя стеклами, имеющими теплоотражающее покрытие; IX – вакуумный стеклопакет.*

Необходимо отметить, что повышение теплотехнических характеристик светопрозрачных конструкций происходит в настоящее время, в основном, за счет «пассивных» мероприятий, таких как: увеличения числа камер в стеклопакете и числа стекол с селективным покрытием, использование более эффективных инертных газов, повышения толщины рамных профилей и другие. Но в тоже время, можно использовать и «активные» способы изменения тепловых характеристик светопрозрачных конструкций, которые позволяют регулировать их тепловые характеристики в зависимости от изменения климатических условий [6, 7]. В качестве вариантов улучшения ряда функциональных показателей традиционных светопрозрачных конструкций можно использовать различные современные технологические новинки. К таким новинкам можно отнести: электрохромные стекла; различные виды

мультифункциональных и теплоотражающих стекол; стекла с фотоэлектрическим эффектом; стеклопакеты с электронагревом; заполнение межстекольного пространства стеклопакетов аэрогелем; вакуумные стеклопакеты и другие.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений // Научный вестник. – 2014. – № 1 (1). – С. 99 – 105.
2. Петров Е.В. Исследование теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Приложение № 12. Проблемы строительства и архитектуры. Часть 1. – Новочеркасск. – 2006. – С. 122 – 125.
3. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Термическое сопротивление заполнений оконных блоков // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1998. – № 11 – 12. – С. 90.
4. Низовцев М.И., Терехов В.И., Гныря А.И., Петров Е.В. Влияние обогрева межстекольного пространства на сопротивление теплопередачи стеклопакета // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 11. – С. 74 – 79.
5. Гныря А.И., Петров Е.В., Низовцев М.И., Терехов В.И. Влияние инфильтрации холодного воздуха на сопротивление теплопередаче стеклопакета // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 2 – 3. – С. 102 – 105.
6. Петров Е.В., Терехов В.И., Низовцев М.И. Исследование обогрева межстекольного пространства при тройном остеклении // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2000. – № 1. – С. 221–227.
7. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Использование обогрева межстекольного пространства для повышения теплотехнических характеристик окон с тройным остеклением // Строительные материалы. – 2000. – № 11. – С. 10 – 12.
8. Степанова Т.А., Петров Е.В. Факторы, влияющие на тепловые характеристики светопрозрачных ограждающих конструкций // Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]: Труды XI Международной конференции студентов и молодых ученых. Россия, Томск, 22–25 апреля 2014 г. / под ред. Е.А. Вайтулевич. – Томск: Изд-во НИ ТПУ. – 2014. – С. 820 – 822.
9. Петров Е.В. Исследование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2-х томах / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Т.2. – С. 227 – 230.
10. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2000. – 22 с.
11. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2000. – 172 с.
12. Петров Е.В. Исследование теплового режима оконных откосов и узлов сопряжений оконных блоков с наружными стенами // Сибирь: Экспорт–Импорт Инвест. – 2001. – № 7. – С. 46 – 47.

**СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ СТЕКЛОПАКЕТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ**

Р.В. Будянский

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.В. Петров  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

**MODERN TYPES OF GLAZED WINDOWS USED IN TRANSLUCENT WALLING**

R.V. Budyansky

Scientific Supervisor: Associate Prof. Ph.D. E.V. Petrov  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [petrov@tsuab.ru](mailto:petrov@tsuab.ru)

***Abstract.** This article discusses the basic requirements for the translucent walling, as well as various types of insulating glass used in modern window constructions that reduce heat loss in buildings.*

Оконные конструкции и элементы современного фасадного остекления представляют собой высокотехнологичные строительные изделия, на которые, в зависимости от классификации зданий, могут назначаться самые различные функции. Современные светопрозрачные конструкции можно считать отличительной чертой современной архитектуры. Основными задачами светопрозрачных конструкций являются обеспечение требуемого уровня освещенности и инсоляции помещений, а также визуальный контакт с окружающей средой. Ограждающие светопрозрачные элементы гражданского типа представлены различными видами оконных и дверных блоков, витражами и витринами, остекленными элементами фасадов, кровельными элементами, ограждениями зимних садов, торговых площадей и павильонов. Из них можно выделить две основные группы конструкций: оконные элементы и витражные элементы. Оконные элементы конструкций используются при остеклении небольших проемов в наружных стенах, а витражные – для остекления больших площадей, которые выполняют не только ограждающую функцию, но и сами являются несущими элементами.

Уменьшение тепловых потерь эксплуатируемых зданий и сооружений является наиболее важным из направлений энергетической политики государства [1, 2]. Одним из вариантов решения этой задачи является увеличение сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий. Одним из решений, позволяющим обеспечить повышенные требования, связанные с теплозащитой оконных конструкций, являются современные светопрозрачные конструкции с использованием различных типов стеклопакетов, селективных и теплоотражающих покрытий стекол, а также заполнение межстекольного пространства стеклопакетов различными инертными газами [3–5]. Современные светопрозрачные конструкции должны соответствовать следующим требованиям: защищать от шума и пыли, сохранять тепло, быть долговечными и надежными. Основным конструктивным элементом современных светопрозрачных ограждений является стеклопакет, который состоит из нескольких стекол, разделенных между собой газовым промежутком. От ширины дистанционной рамки, разделяющей между собой слои

остекления, зависит величина промежутка. При выборе оконной конструкции основными критериями будут являться климатические факторы, уровень шумоизоляции, эстетические параметры, безопасность, комфорт и другие [7, 11]. В настоящее время в современных светопрозрачных конструкциях применяются следующие виды стеклопакетов.

Энергосберегающие стеклопакеты находят наиболее широкое применение в нашей стране, исходя из особенностей климатических условий. Для создания энергосберегающих стеклопакетов были разработаны специальные энергосберегающие стекла с селективными оптическими свойствами, которые способны отражать от поверхности стекла энергию длинноволнового инфракрасного диапазона, что ведет к уменьшению тепловых потерь из помещений зданий [5, 7]. Данное свойство теплоотражающих покрытий связано с тем, что некоторые полупрозрачные металлические покрытия могут придавать стеклу данные свойства, которые будут препятствовать выходу из помещения длинноволнового теплового излучения и, тем самым, позволяют сохранить тепло внутри помещения. Энергосберегающий стеклопакет получают за счет нанесения теплоотражающего покрытия на поверхность стекла специальными методами. Используются два типа покрытий для данной цели: «твердое» покрытие, так называемое К-стекло, и «мягкое» покрытие I-стекло. Различия между ними заключается в величине коэффициента излучательной способности стекла и технологии получения. При изготовлении «твердого» К-стекла для придания ему теплосберегающих свойств на его поверхность при высоких температурах наносятся тонкие слои из окислов металлов, которые являются прозрачными слоями. I-стекло изготавливается вакуумным напылением на поверхность стекла чередующихся слоев диэлектрика, и представляет собой многослойную структуру. При использовании теплосберегающего остекления снижение тепловых потерь может достигать 55–60%. Применение теплосберегающего остекления приводит к тому, что температура внутренних поверхностей такого стекла в зимнее время в среднем на 5–6°C выше, чем у остекления без соответствующего покрытия.

Вакуумные стеклопакеты используют с целью существенного снижения тепловых потерь за счет конвекции и теплопроводности в замкнутых прослойках между листами стеклопакета. В сравнении с обычным стеклопакетом, вакуумный стеклопакет будет иметь теплоизоляцию в несколько раз больше. Одним из вариантов конструктивного решения вакуумного стеклопакета может быть представлена конструкция, состоящая из двух листов стекла с низкоэмиссионным теплоотражающим покрытием, которые соединены параллельно между собой с помощью матрицы прокладок. Матрица прокладок представляет собой тонкие пластинки из нержавеющей стали или стеклянные шарики, имеющие толщину и диаметр не больше 0,5 мм. По периметру стекла герметично завариваются лазерным лучом, а затем, с помощью специального вакуумного насоса через отверстие происходит удаление воздуха из стеклопакета, и в межстекольном пространстве создается необходимый вакуум.

Стеклопакет с электронагревом является одним из нескольких вариантов устранения проблем образования конденсата на внутренних поверхностях остекления, а также увеличения температуры внутренних поверхностей остекления [8–10]. Светопрозрачный слой, используемый в качестве нагревателя, состоит из оксидов благородных металлов, распыленных на внутренние поверхности закаленного стекла в элементе. Медная электротехническая фольга служит токопроводящей шиной. Она крепится токопроводящим клеем к нагреваемому слою, обеспечивающим прочный контакт. Сверхгибкие провода надежно изолируются. Такая конструкция по виду ни чем не отличается от стандартного

стеклопакета. Такой стеклопакет могут использовать при установке прозрачной кровли, чтобы предотвратить скапливание снега в зимний период времени, а также для создания уютного комфорта в любом помещении, обогрева зимних садов и т.д. Мощность, потребляемая стеклопакетом, может быть различной. Например, для достижения комфортной температуры в помещении, достаточно нагреть поверхность стекла до  $+15...+25^{\circ}\text{C}$ , для этого требуется около  $100 \text{ Вт/м}^2$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Е.В. Исследование теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Приложение № 12. Проблемы строительства и архитектуры. Часть 1. – Новочеркасск. – 2006. – С. 122 – 125.
2. Петров Е.В. Исследование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2-х томах / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Т.2. – С. 227 – 230.
3. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Термическое сопротивление заполнений оконных блоков // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1998. – № 11 – 12. – С. 90 – 94.
4. Полезная модель 24495 РФ, МКИ Е 06 В 3/66. Оконный блок / А.И. Гныря, Е.В. Петров, В.И. Терехов, М.И. Низовцев (РФ). – 2002101784/20; Заявлено 21.01.2002; Опубл. 10.08.2002; Приоритет 21.01.2002, Бюл. № 22 // Изобретения. Полезные модели. – 2002. – № 22. – С. 647.
5. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2000. – 22 с.
6. Низовцев М.И., Терехов В.И., Гныря А.И., Петров Е.В. Влияние обогрева межстекольного пространства на сопротивление теплопередачи стеклопакета // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 1999. – № 11. – С. 74 – 79.
7. Петров, Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2000. – 172 с.
8. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Использование обогрева межстекольного пространства для повышения теплотехнических характеристик окон с тройным остеклением // Строительные материалы. – 2000. – № 11. – С. 10 – 12.
9. Петров Е.В., Терехов В.И., Низовцев М.И. Исследование обогрева межстекольного пространства при тройном остеклении // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2000. – № 1. – С. 221–227.
10. Nizovtsev M.I., Terekhov V.I., Gnyrya A.I., Petrov E.V. Experimental investigation of the effect of heat release in an interglass space on the thermal characteristics of a glazed windows // Heat Transfer Research. – 2002. Т. 33, №5 – 6. С. 334 – 341.
11. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений // Научный вестник. – 2014. – № 1 (1). – С. 99 – 105.
12. Гныря А.И., Петров Е.В. Численное моделирование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Труды НГАСУ. – Новосибирск, 2001. – Т.4, Выпуск 2(13). – С. 250.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ДНИЩА РВС ПРИ НАЛИЧИИ ЗОН  
НЕОДНОРОДНОСТИ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ**

А.А. Грученкова, А.А. Тарасенко, П.В.Чепур

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.А. Тарасенко

Тюменский государственный нефтегазовый университет,

Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, 38, 625000

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

**DETERMINATION OF DEFORMATIONS CENTRAL PART BOTTOM RVS IN THE PRESENCE OF  
HETEROGENEITY ZONES OF SOIL FOUNDATION**

A.A. Gruchenkova, A.A. Tarasenko, P.V. Chepur

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.A. Tarasenko

Tyumen State Oil and Gas University, Russia, Tyumen, Volodarskogo str., 38, 625000

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

***Abstract.** The finite-element model of bottom RVS-20000 was developed by ANSYS. In the research received the dependences describing the limit bottom deformation at a maximum design operating loads with the presence of a differential foundation zone for the most unfavorable case For each limit deflection bottoms with thicknesses 6 and 9 mm defined maximum operating stresses in the metal, which concentrated in the transition zone to the external area.*

Большая часть эксплуатируемых в настоящее время резервуаров была построена на слабонесущих, переувлажненных грунтах в сложных геотехнических условиях. Многие объекты продолжают успешно эксплуатироваться на протяжении последних 30–40 лет. Однако результаты диагностики показывают, что увеличивается количество РВС с неравномерными осадками наружного контура днища, либо осадками его центральной части. Согласно [4], причиной 46,5% всех случаев аварий РВС являются недопустимо большие и неравномерные осадки основания. В то же время, особенности деформирования мембранной конструкции днища при взаимодействии с грунтовым основанием, которое сложено сильносжимаемыми грунтами, исследованы недостаточно.

Требования к предельно допустимым значениям осадки центральной части днища регламентированы в федеральных (ГОСТ 31385-2008, ГОСТ Р 52910-2008) и отраслевых нормативных документах (РД-23.020.00-КТН-170-13, РД-23.020.00-КТН-283-09). Согласно НТД, глубина просадочной зоны в этих границах не должна превышать 25 и 180 мм соответственно. В американских стандартах (API-653), требования к предельным величинам локальных просадок днища определены зависимостью (1):

$$B_B = 0,37R, \text{ где} \quad (1)$$

где  $B_B$  – вертикальная составляющая просадочной зоны, дюйм;

$R$  – радиус вписанной окружности в зону просадки, футы.

Требования, предъявляемые к предельным величинам локальных просадок днищ РВС в отечественных и зарубежных нормативных документах, основаны на полученных С.П. Тимошенко аналитических зависимостях. Для определения величины максимального прогиба днища под воздействием равномерно распределенной нагрузки по площади используется формула (2):

$$w_0 = 0,662 \cdot a \cdot \sqrt[3]{\frac{qa}{Eh}} \quad (2)$$

где  $h$  – толщина мембраны, м;  $a$  – радиус мембраны;  $E$  – модуль упругости, МПа;  $q$  – интенсивность нагрузки, Н/м<sup>2</sup>.

Формула (2) получена исходя из условия полного защемления круглой мембраны по контуру. Так, на схеме А (рис. 1) представлена расчетная схема, где обозначены положения дна до и после приложения нагрузки с учетом жесткого защемления по контуру. На схеме А видно, что деформация мембраны имеет максимальное значение посередине и равна нулю по контуру – границе зоны просадки. Авторами статьи предлагается использовать модель Пастернака для просадочной зоны с двумя коэффициентами постели, в которой учитывается влияние законтурного пространства. На рис.2 представлена предлагаемая расчетная схема Б. Использование такой модели позволит, на наш взгляд, снизить погрешности, связанные с условиями защемления пластинки, при расчете НДС дна резервуара в условиях развития неравномерной осадки основания.

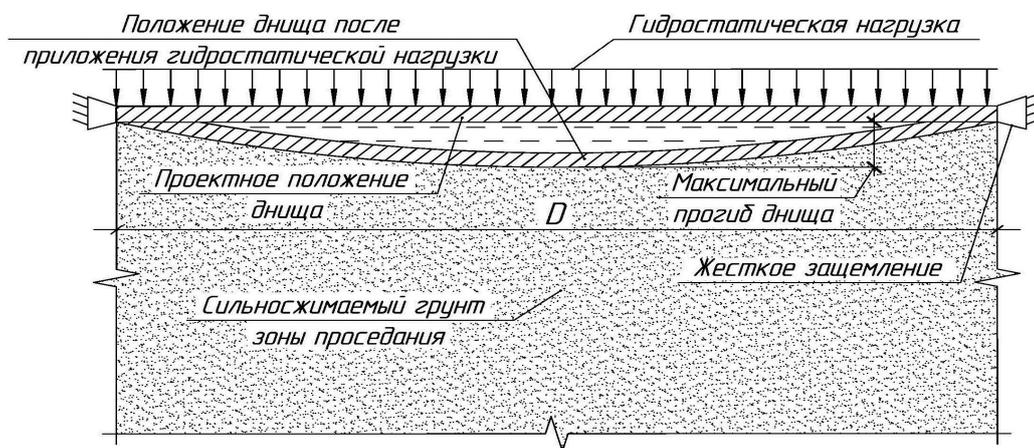


Рис. 1. Расчетная схема А:  $D$  – диаметр просадочной зоны

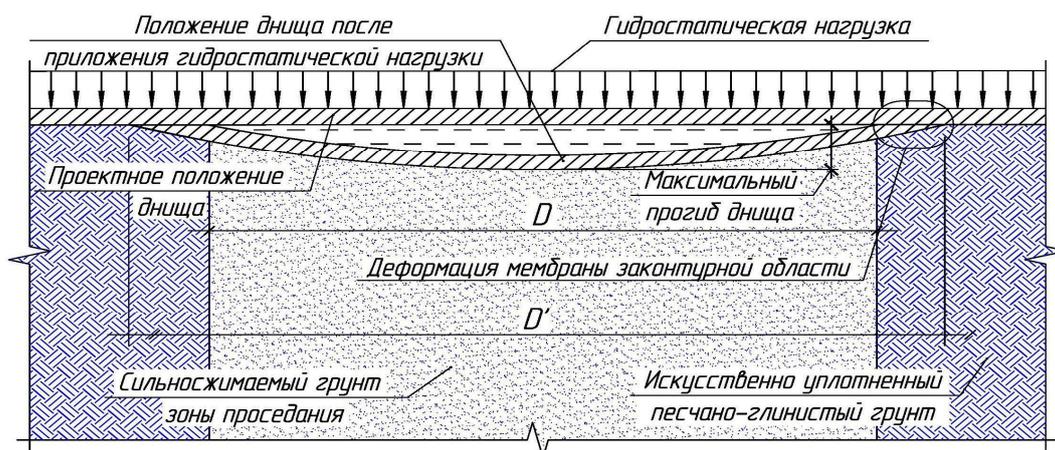


Рис. 2. Расчетная схема:  $D$  – диаметр просадочной зоны;  $D'$  – диаметр просадочной зоны с учетом законтурной области

Для исследования изменения НДС дна вертикальных стальных резервуаров, авторами предлагается воспользоваться методом конечных элементов с 3D моделированием в программной среде ANSYS. В работах авторов [1-3] представлены особенности применения пакета ANSYS при конечно-

элементном моделировании вертикальных стальных резервуаров и их металлоконструкций. Для расчета параметров НДС днища было выполнено разбиение модели конечно-элементной сеткой. Размеры элементов варьировались в интервалах от 5 до 400 мм в зависимости от их расположения в модели. Всего проведено 48 расчетов для днищ толщиной 6 и 9 мм различного радиуса.

Результаты расчета позволили построить график-профиль, по которому были выявлены существенные различия в характере деформаций металлоконструкции днища РВС при наличии зон неоднородности для традиционной (А) и предлагаемой расчетных схем (Б). Анализируя результаты расчетов, установлено, что участки повышенных напряжений в днище, моделируемом согласно модели Пастернака (с учетом законтурной области деформирования), расположены в местах, отличных от тех, что находятся в аналитическом решении.

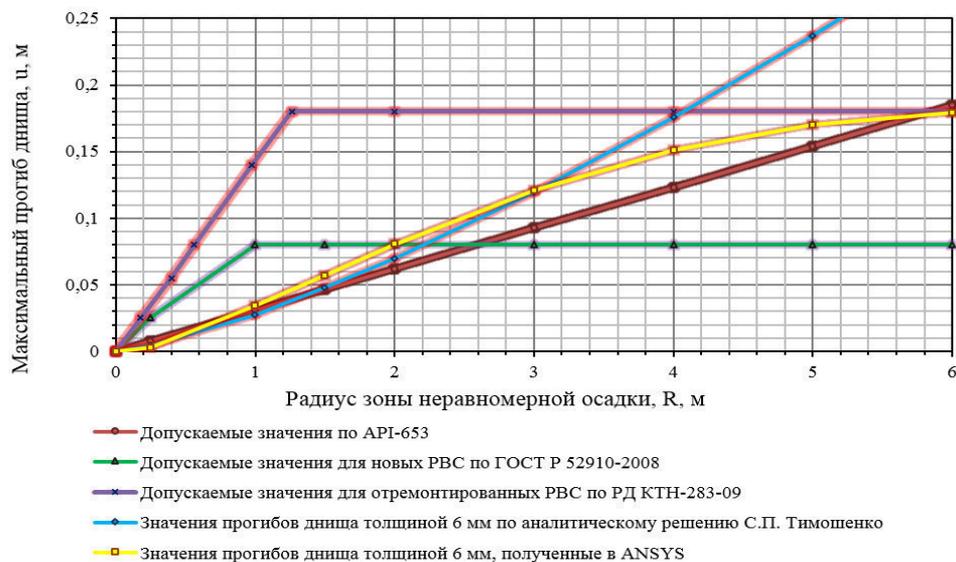


Рис. 3. Зависимости расчетных значений максимальных прогибов днища резервуара от величины радиуса зоны неоднородности и их сопоставление с предельно допустимыми значениями

Авторами также получены зависимости (рис.3), определяющие максимально возможную величину прогиба днища с имеющейся зоной неоднородности в основании при проектных эксплуатационных нагрузках резервуара РВС-20000.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Г.Г, Тарасенко А.А., Чепур П.В., Гуань Ю. Анализ сейсмостойкости вертикального стального резервуара РВСПК-50000 с использованием линейно-спектрального метода // Нефтяное хозяйство. 2015. № 10. С. 120-123.
2. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. 2015. №4. С. 88-91.
3. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Чирков С.В. Исследование собственной жесткости вертикального стального цилиндрического резервуара // Нефтяное хозяйство. 2014. № 10. С. 121-123.
4. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Шарков А.Е., Гретченко Д.А. Технология диагностики вертикальных стальных резервуаров без снятия антикоррозионного покрытия // Фундаментальные исследования. 2014. № 9-8. С. 1703-1708.

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСЧЁТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОСЕННЕЙ ВЛАЖНОСТИ  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

И.В. Федотов, С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Ефименко

ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [fedotov519@mail.ru](mailto:fedotov519@mail.ru)

**PREDICTION TECHNOLOGY OF CALCULATED VALUES OF AUTUMN MOISTURE FOR  
ENSURE QUALITY OF HIGHWAYS DESIGNING**

I.V. Fedotov, S.V. Efimenko, A.V. Sukhorukov

Scientific Supervisor: A/Professor, PhD S.V. Efimenko

Tomsk State University of Architecture and Building Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: [fedotov519@mail.ru](mailto:fedotov519@mail.ru)

***Abstract.** The article provides a prediction technology of values calculated autumn moisture of clay soil subgrade for 3 type road section of Western Siberia Territory. These values are calculated autumn moisture will be applied in justifying the design characteristics of clay soil subgrade. The relevance of the materials due to insufficient taking into account the article features of climatic conditions, applicable design standards of transport facilities for the rapidly mastered the Russian Federation.*

Вопросом определения расчетных показателей грунтов земляного полотна, в том числе и прогнозированием расчетной влажности, занимались профессора-дорожники И.А. Золотарь, Н.А. Пузаков, В.М. Сиденко и др. [1–3]. Разработанные ими методы ограничены в применении природно-климатическими условиями отдельных территорий. Для территории Западной Сибири апробирован и показал хорошую сходимость результатов теоретического моделирования и фактических наблюдений метод проф. И.А. Золотаря, что показано в ряде исследований [4, 5].

Сущность метода заключается в последовательном прогнозировании осенней  $W_p^{OC}$  и весенней  $W_p^{BEC}$  влажностей грунта земляного полотна. Для осеннего периода характерно значительное увеличение влажности земляного полотна вследствие преобладания осадков над испарением. Момент наступления такого преобладания соответствует началу периода осеннего влагонакопления. За его окончание, И.А. Золотарь предлагает принимать дату наступления среднесуточной температуры воздуха  $0^\circ\text{C}$ , принимаемую по метеорологическим справочникам.

Определение величины среднемесячного испарения по методу проф. И.А. Золотаря [1] основано на положениях теории турбулентной диффузии и производится по следующей расчетной зависимости:

$$E = \frac{25,5 \left( 1 - f_{200} U_\phi \left( 1 + 1,8 \frac{Q'_R - 1,8E}{U_\phi^{2,5}} \right) \right) \cdot \exp(0,063 \theta_{200}) \exp \left( 0,063 \left( 1 + 1,8 \frac{Q'_R - 1,8E}{U_\phi^{0,5}} \right) \right)}{7,49 + \ln \left( \left( 1 + 1,8 \frac{Q'_R - 1,8E}{U_\phi^{2,4}} \right) U_\phi \right)} \quad (1)$$

где  $U_{\phi}$  – значение скорости ветра на высоте флюгера, м/сек;  $f_{200}$  – значение относительной влажности воздуха на высоте 200 см, д.ед.;  $\theta_{200}$  – значение среднемесячной температуры воздуха на высоте 200 см, °С;  $Q_R'$  – значение радиационного баланса деятельной поверхности, вычисляемое по формуле:

$$Q_R' = 3,34 \{ (Q_n + Q_p)_0 [1 - (1-\kappa)n](1-\gamma) - I_0' (1 - c_0 n^2) \},$$

где  $(Q_n + Q_p)_0$  – значение суммарной радиации при безоблачном небе, ккал/см<sup>2</sup>·мес;  $\kappa$  – значение коэффициента, показывающего, долю солнечной радиации, доходящую до земной поверхности при полной облачности;  $n$  – значение средней облачности, д. ед.;  $\gamma$  – альbedo поверхности, д. ед.;  $I_0'$  – значение эффективного излучения при безоблачном небе, ккал/см<sup>2</sup>·мес;  $c_0$  – значение коэффициента, зависящего от географической широты места.

При определении расчётной осенней влажности  $W_p^{OC}$  грунта земляного полотна в пределах активной зоны  $H_A$  различают две схемы увлажнения: двухстороннего и одностороннего. При двухстороннем увлажнении существуют два расчетных случая, которые зависят от высоты насыпи  $H_H$ , удаления верха земляного полотна от уровня (грунтовой, надмерзлотной или поверхностной  $H_B$ ) воды и величины  $H_A$ . При  $H_B > H_A$ ,  $W_p^{OC}$  определяется для зоны  $H_A$ . При  $H_B < H_A$  принимается  $H_A = H_B$  и для этой зоны устанавливается  $W_p^{OC}$ .

Изменение средней влажности земляного полотна по сравнению с начальной ( $\Delta W_{CP} = W_p^{OC} - W_0$ ), происходящее в процессе осеннего влагонакопления  $\tau_{ВЛ}$ , может быть установлено с помощью уравнения:

$$\Delta W_{CP} = \frac{1}{H_3} \int_0^{H_3} \Delta W dx \quad (2)$$

где  $H_3$  – глубина зоны, в пределах которой определяется влажность.

При одностороннем увлажнении сверху, инфильтрация дождевых осадков протекает только в верхней части земляного полотна, на глубине (10 - 30 см), что позволяет рассматривать задачу в постановке для полубесконечного тела. Это позволяет применять при интегрировании выражения (2) следующую зависимость:

$$\Delta W = \Delta W_{nb} \operatorname{erfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{K_1 \tau_{ВЛ}}} \right) \quad (3)$$

где  $\Delta W_{nb} = W_{nb} - W_0$  значение влажности грунта в долях единицы от его объема.

Подставив выражение (3) в (2), получим:

$$\frac{\Delta W_{CP}}{\Delta W_{nb}} = \frac{1}{H_A} \int_0^{H_A} \left[ 1 - \operatorname{erfc} \left( \frac{x}{2\sqrt{K_1 \tau_{ВЛ}}} \right) \right] dx$$

В результате интегрирования имеем:

$$\frac{\Delta W_{CP}}{\Delta W_{nb}} = 1 - \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2\sqrt{F_{OH}}} \right) - \frac{\exp(-4F_{OH}) - 1}{2\sqrt{\pi} \sqrt{F_{OH}}}$$

$$F_{OH} = \frac{K_1 \tau_{ВЛ}}{H_B^2}$$

Величина  $W_{CP}^{OC}$  вычисляется по формулам в зависимости от значения параметра  $F_{OH}$ :

– при  $F_{OH} < 0,25$

$$\frac{\Delta W_p^{OC}}{\Delta W_T} = 0,56 + 0,27 \cdot \left\{ \left( 1 + \frac{H_B}{H_A} \right) \cdot \operatorname{erfc} \left[ \left( 1 + \frac{H_B}{H_A} \right) \cdot \frac{1}{2\sqrt{F_{OH}}} \right] + \left( 1 - \frac{H_B}{H_A} \right) \cdot \operatorname{erfc} \left[ \left( 1 - \frac{H_B}{H_A} \right) \cdot \frac{1}{2\sqrt{F_{OH}}} \right] + \frac{2\sqrt{F_{OH}}}{\sqrt{\pi}} \cdot \frac{H_B}{H_A} \cdot \left\{ \exp \left[ -\frac{1}{4F_{OH}} \cdot \left( 1 - \frac{H_B}{H_A} \right)^2 \right] - \exp \left[ -\frac{1}{4F_{OH}} \cdot \left( 1 + \frac{H_B}{H_A} \right)^2 \right] \right\} \right\};$$

– при  $F_{OH} > 0,25$

$$\frac{\Delta W_p^{OC}}{\Delta W_r} = 0,56 + 0,27 \cdot \left[ 1 - \frac{8}{\pi^2} \cdot \left( \frac{H_B}{H_A} \right) \cdot \exp\left(-\pi^2 \frac{F_{OH}}{4}\right) \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{H_A}{H_B}\right) \right],$$

где  $H_B$  – расстояние от верха земляного полотна до уровня грунтовых вод, см;  $H_A$  – значение глубины активной зоны, см;  $K_{\pm} = \frac{F_{OH} H_B^2}{T_{\text{сут}}}$  – значение коэффициента влагопроводности, см<sup>2</sup>/час.

Однако, метод проф. И.А. Золотаря требует уточнений в части прогнозирования осенней влажности грунта земляного полотна. К примеру, ориентирование на температуру воздуха, составляющую 0°C при определении конца периода осеннего влагонакопления не учитывает особенностей состава грунтов земляного полотна, их состояние и условий промерзания дорожных конструкций. Кроме того, значения величины испарения, приведенные в работах И.А. Золотаря, являются не точными, т.к. ранее при решении трансцендентного уравнения (1), исследователи оперировали приближенными методами. Поэтому были проведены исследовательские работы, направленные на уточнение указанных выше значений [6].

Таким образом, расчётные значения осенней влажности, полученные на основании усовершенствованного [6] метода проф. И.А. Золотаря, будут применены нами при обосновании расчетных величин влажности, прочности и деформируемости грунтов земляного полотна, необходимых для проектирования дорожных одежд. Применение таких характеристик, будет способствовать обеспечению качества проектирования транспортных сооружений, в природно-климатических условиях III дорожно-климатической зоны западно-сибирского региона и, следовательно, позволит избежать дополнительных расходов на проведение их в нормативное состояние в течение жизненного цикла.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водно-тепловой режим земляного полотна и дорожных одежд / Под.ред. И.А. Золотаря, Н.А. Пузакова, В.М. Сиденко. – М., Транспорт, 1971 – 416с.
2. Земляное полотно автомобильных дорог в северных условиях/ под редакцией А. А. Малышева. – М.: Транспорт, 1974. – 288с.
3. Корсунский М.Б. Прогнозирование расчётной влажности грунтов земляного полотна/ М.Б. Корсунский, В.Н. Гайворонский, П.Д. Россовский// Труды Союздорнии. Вып. 76. - М.: 1975. – С. 5 – 29.
4. Ефименко С.В. Обоснование расчетных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд автомобильных дорог (на примере Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2006 – 23с.
5. Бадина, М.В. Обеспечение качества проектирования дорожных конструкций на основе учёта региональных природно-климатических условий (на примере Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2009 – 25с.
6. Сухоруков, А.В. Некоторые вопросы обеспечения надёжного функционирования автомобильных дорог в сложных природных условиях Сибири / А.В. Сухоруков, С.В. Ефименко // [Электронный ресурс]: труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных. Россия, Томск, 22–25 апреля 2014 г. / под ред. Е.А. Вайтулевич Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – Режим доступа: [http://science-persp.tpu.ru/Previous%20Materials/Konf\\_2014.pdf](http://science-persp.tpu.ru/Previous%20Materials/Konf_2014.pdf) – С. 825-828.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ НОРМИРОВАНИЮ РАСЧЁТНЫХ  
ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ  
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ (ЧАСТЬ I)**

С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Н. Ефименко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [svefimenko@mail.ru](mailto:svefimenko@mail.ru)

**COMPREHENSIVE APPROACH TO TERRITORIAL NORMS SETTINGS OF CALCULATED  
VALUES FOR STRENGTH AND STRAIN PROPERTIES OF CLAY SOILS (PART I)**

S.V. Efimenko, A.V. Sukhorukov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.N. Efimenko

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [svefimenko@mail.ru](mailto:svefimenko@mail.ru)

***Abstract.** The present paper offers a methodological scheme to validate the calculated values of soil properties for the design of road pavement considering strength conditions. The scheme includes a two-stage research. The first stage includes the steps to define homogeneous areas (road district). The second stage includes the work on validation of the calculated values of subgrade clay soils properties for the road district defined earlier. Specification of boundary lines of road-climatic zones has been implemented on the basis of the taxonomic system "zone-subzone-road district". The calculated values of moisture content, strength, and deformability characteristics of clay soils, established and differentiated according to road-climatic zones, will ensure the required level of the reliability of transport infrastructure facilities during their life cycle. The economic effect of using the validated values of moisture content, strength, and deformability of clay soils in the design of road pavements in the price level of 2015 amounts to nearly 4,3 million rubles per 1 km of auto road.*

Одной из наиболее актуальных проблем в дорожной отрасли является обеспечение требуемого уровня качества проектирования и строительства транспортных систем, в том числе и автомобильных дорог. Надёжное функционирование транспортных систем в течение их жизненного цикла в значительной мере зависит от изменчивости составляющих комплекса природно-климатических условий. Среди путей решения проблемы можно обозначить детальный учёт географических признаков при формировании норм проектирования автомобильных дорог. Задачи их учёта при проектировании и строительстве транспортных сооружений в странах Европы, США и России решают, главным образом, дорожно-климатическим районированием территорий их дислокации. Действующее дорожно-климатическое районирование отдельных территорий требует уточнения, из-за выявленных в последние годы критериальных несоответствий.

Отметим, что на сегодняшний день в мире сформировались два подхода к проектированию дорожных одежд. Например, в Австрии, Бельгии и Германии разработаны альбомы типовых дорожных

конструкций, в которых приведены готовые конструктивно-технологические решения, учитывающие нагрузки на ось транспортных средств, природно-климатические условия, наличие месторождений каменных материалов и состояния инфраструктуры в районах, для территории которых осуществляют проектные работы. Второй подход, представляет собой единый процесс конструирования и расчёта дорожной одежды. Он характерен для России, Франции и Англии. При этом независимо от схемы расчёта, специалисты руководствуются экспериментально установленными с той или иной вероятностью значениями характеристик грунтов земляного полотна. При расчётах дорожных одежд по условию прочности востребованы, прежде всего, влажность грунтов, их характеристики прочности и деформируемости. К сожалению, рекомендуемые, отраслевыми дорожными нормами России расчётные значения характеристик влажности, прочности и деформируемости грунтов земляного полотна для проектирования нежестких дорожных одежд, назначены, часто без достаточного обоснования и не учитывают особенности географических комплексов конкретных территорий.

Решение задач, связанных с районированием отдельных территорий, например, для целей, направленных на обеспечение качества проектирования автомобильных дорог, исследователи реализуют, как правило, путем применения опыта покомпонентного наложения картографических схем распространения геокомплексов зонального, а зонального, интразонального и регионального характера. Опыт разработки принципов дорожного районирования [1-5] показывает, что рациональный учет комплекса территориальных природно-климатических условий может базироваться на применении элемента «дорожный район» в таксономической системе, ранее показанной в работе [2] – «зона – подзона – район – участок». Отметим, что таксон «участок» можно применять при проектировании и строительстве уникальных сооружений. В условиях массового дорожного строительства им можно пренебречь. Так, в Германии с 1986 г. для отдельных районов страны, отличающихся по природно-климатическим условиям предложены различные варианты типовых конструкций дорожных одежд в зависимости от интенсивности и состава транспортного потока. На территории США Межведомственным руководством дорожных исследований выделено 97 физико-географических районов по несущей способности грунтов и их изменению под влиянием увлажнения, а также по наличию дорожно-строительных материалов.

Анализируя дорожно-климатическое районирование территории Китая можно сделать вывод, что в его основе лежат методологические приёмы, ранее применявшиеся и на территории бывшего Советского Союза, именно поэтому на границах двух стран линии разграничения дорожно-климатических зон совпадают. В зависимости от степени увлажнения, глубины промерзания грунтов и температурного режима территория КНР разделена на семь дорожно-климатических зон. В пределах каждой дорожно-климатической зоны, с учетом рельефа местности, условий микроклимата, выделяют 33 дорожных района. На севере Китая расположены наиболее экстремальные по природно-климатическим условиям дорожные районы. В зависимости от температурного районирования в КНР дополнительно выделяют три зоны по мерзлотным условиям: очень тяжелая мерзлотная зона, тяжелая мерзлотная зона и средняя мерзлотная зона.

Предлагаемая авторами статьи методология обоснования расчётных значений характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна включает в себя два блока исследований на территориях занимаемых административными образованиями. Первый блок

включает операции связанные с выделением однородных по географическим признакам территорий (дорожных районов) в пределах административного образования. Реализация операций в этом блоке предполагает: первое – формирование информационной базы для моделирования показателями геокомплексов зонального, интразонального и регионального характеров; второе – уточнение территориального распространения линий границ зон, подзон и дорожных районов с привлечением информационно-вычислительных технологий; третье – осуществление корректировки положения границ районов, подзон и зон для смежно расположенных территорий административных образований. Содержание выше обозначенных операций подробно отражено в работе [1].

Результатом работ, выполненных в рамках первого блока, является карта-схема распространения линий границ дорожно-климатических зон территории Западной Сибири, включающей в себя 14 административных образований (Республики Алтай и Хакасия, Алтайский и Красноярский края, Кемеровская, Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Томская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа). Территории зон разбиты на подзоны по типам рельефа и однородные по геокомплексам дорожные районы с детальной характеристикой основных геокомплексов. Всего для территории Западной Сибири рекомендовано четыре дорожно-климатические зоны (I, II, III и IV), три подзоны (Р – равнинная, Х – холмистая, Г – горная) и 112 дорожных районов [6].

Так, например, на территории Новосибирской области выделено три дорожно-климатические зоны (II, III и IV), три подзоны (равнинная, холмистая и горная) и 10 дорожных районов (от 1 до 5 в зависимости от зоны и подзоны).

Второй блок исследований отражает работы, направленные непосредственно на обоснование расчётных значений глинистых грунтов земляного полотна, применяемых при проектировании дорожных одежд, применительно к дорожным районам, территория которых установлена в первом блоке исследований.

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-07-00673 А).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефименко С.В. Дорожное районирование территории Западной Сибири / С.В. Ефименко, М.В. Бадина // Монография. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 244 с.
2. Автомобильные дороги (Совершенствование методов проектирования и строительства) Под ред. Сиденко В. М. – Киев.: Будівельник., – 1973. – 278 с.
3. С.Е.Zapata and W.N.Houston Calibration and Validation of the Enhanced Integrated Climatic Model for Pavement Design. NCHRP report 602. – Washington, 2008 – 63 p.
4. K. Russam and J. D. Coleman. The Effect of Climatic Factors on Subgrade Moisture Condition // Geotechnique. – 1961. – No. 1. – pp. 22–28.
5. Ярмолинский В.А. Районирование территории хабаровского края при проведении снегоочистки автомобильных дорог // Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 5. – С. 152–158.
6. Ефименко С.В. Учёт территориальной однородности географических комплексов при проектировании автомобильных дорог // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 3. – С. 226–236.

**КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ТЕРРИТОРИАЛЬНОМУ НОРМИРОВАНИЮ РАСЧЁТНЫХ  
ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМИРУЕМОСТИ  
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ (ЧАСТЬ II)**

А.В. Сухоруков, С.В. Ефименко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Н. Ефименко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [homesuhov@mail.ru](mailto:homesuhov@mail.ru)

**COMPREHENSIVE APPROACH TO TERRITORIAL NORMS SETTINGS OF CALCULATED  
VALUES FOR STRENGTH AND STRAIN PROPERTIES OF CLAY SOILS (PART II)**

A.V. Sukhorukov, S.V. Efimenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.N. Efimenko

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [homesuhov@mail.ru](mailto:homesuhov@mail.ru)

***Abstract.** The present paper offers a methodological scheme to validate the calculated values of soil properties for the design of road pavement considering strength conditions. The scheme includes a two-stage research. The first stage includes the steps to define homogeneous areas (road district). The second stage includes the work on validation of the calculated values of subgrade clay soils properties for the road district defined earlier. Specification of boundary lines of road-climatic zones has been implemented on the basis of the taxonomic system "zone-subzone-road district". The calculated values of moisture content, strength, and deformability characteristics of clay soils, established and differentiated according to road-climatic zones, will ensure the required level of the reliability of transport infrastructure facilities during their life cycle. The economic effect of using the validated values of moisture content, strength, and deformability of clay soils in the design of road pavements in the price level of 2015 amounts to nearly 4,3 million rubles per 1 km of auto road.*

Настоящая публикация является продолжением доклада «Комплексный подход к территориальному нормированию расчётных значений характеристик прочности и деформируемости глинистых грунтов (часть I)» в котором основное внимание уделено решению задач, связанных с дорожно-климатическим районированием отдельных территорий.

К основным факторам, обуславливающим значения прочности и деформируемости грунтов, относят природно-климатические, грунтово-гидрологические условия и, как следствие, влажность грунта земляного полотна и материалов слоёв дорожной одежды [1].

Натурные измерения влажности грунтов земляного полотна, при обосновании её расчётных значений, могут быть выполнены как на действующей сети автомобильных дорог, путём оборудования стационарных и временных постов наблюдения, так и на специализированных полигонах. Большим опытом в этом вопросе обладают США, где с 1950-60г. были начаты многолетние крупномасштабные исследования на опытных участках в разных регионах с разными природно-климатическими условиями.

Учитывая тот факт, что на территории, например, Российской Федерации сеть автомобильных дорог развита крайне неравномерно, выполнение натурных измерений, за влажностью грунтов земляного полотна, возможны далеко не всегда. Кроме того, ограниченный временной промежуток, отведённый на выполнение инженерных изысканий, часто не позволяет выполнить отбор образцов грунтов в расчётный период года. Поэтому, на вновь осваиваемых территориях, назначение расчётной влажности грунтов земляного полотна осуществляют с использованием методов математического моделирования [1].

Для районов, характеризующихся глубоким сезонным промерзанием и избыточным увлажнением грунтов, наиболее приемлем метод проф. И.А.Золотаря [2], о чём свидетельствуют результаты исследований проф. В.Н.Ефименко [3], доц. С.В. Ефименко [4] в Западной Сибири. Методическая схема назначения расчётных характеристик грунтов земляного полотна включает несколько последовательно выполняемых этапов: определение продолжительности периодов осеннего влагонакопления ( $\tau_{вл}$ ) и промерзания ( $\tau_{пр}$ ); установление средней осенней влажности грунта земляного полотна  $W^{ос}$  к концу периода осеннего влагонакопления; определение характеристики скорости промерзания ( $\alpha$ ) грунта рабочего слоя земляного полотна; назначение расчётной влажности грунта земляного полотна  $W_{от}$  с учётом миграции влаги при промерзании грунта; установление расчётных значений модуля упругости, угла внутреннего трения и удельного сцепления глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна с учётом зависимостей, полученных по результатам полевых и лабораторных работ. Так как содержание первого-четвёртого этапов достаточно детально представлено нами в работах [5, 6], то подробно раскроем лишь содержание пятого этапа работы.

Комплекс полевых и лабораторных работ, выполненных авторами статьи на территории Западной Сибири, позволил установить состав и свойства глинистых грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных дорог. За многолетний период исследований (около 40 лет) на сети автомобильных дорог региона, было оборудовано более 100 участков для визуального, инструментального наблюдения за изменением параметров водно-теплового режима грунтов земляного полотна в течение годовых циклов, что позволяет учесть особенности водно-теплового режима в тех или иных природно-климатических условиях. В связи с тем, что количество отобранных образцов грунтов земляного полотна для лабораторных испытаний на территории исследования превысило 900, возникла необходимость выполнения статистической обработки результатов полевых и лабораторных испытаний влажностных, прочностных и деформационных свойств грунтов, выявленных в период наблюдений. Статистическая обработка включала в себя оценку совокупностей значений, полученных в процессе испытаний, на присутствие «выскакивающих» вариантов и проверку возможности объединения разновременных серий испытаний, полученных нами для отдельных административных образований Западно-Сибирского региона, в один статистический ряд.

Полученные графические и функциональные зависимости позволили рекомендовать, в табличном виде, расчётные значения характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна для 112 дорожных районов, выделенных на территории Западной Сибири.

Установлены и систематизированы характеристики геоконструкций зонального, интразонального и регионального характера, определяющие протекание водно-теплового режима грунтов земляного полотна автомобильных дорог на территориях административных образований Западной Сибири, в виде исходной информации при территориальном выделении зон, подзон и дорожных районов.

Уточнено географическое положение линий границ дорожно-климатических зон, в пределах территорий административных образований. Выделены дорожные районы характеризуемые однородными показателями геокомплексов. Для территории Западной Сибири рекомендовано четыре дорожно-климатические зоны (I, II, III и IV), три подзоны (Р – равнинная, Х – холмистая, Г - горная) и 112 дорожных районов [7].

Предложена методологическая схема обоснования расчётных значений характеристик влажности, прочности и деформируемости глинистых грунтов земляного полотна для качественного проектирования автомобильных дорог во вновь осваиваемых районах России.

Для каждого дорожного района, выделенного на территории Западной Сибири, установлен и нормирован комплекс характеристик глинистых грунтов, необходимый для проектирования нежёстких дорожных одежд автомобильных дорог по условию прочности.

Экономический эффект от внедрения уточненных норм проектирования автомобильных дорог, подсчитанный по приведенным строительным и эксплуатационным затратам в базисном уровне цен 2000г., составляет около 591 тыс. руб. на 1 км автомобильной дороги [4].

Работа поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-07-00673 А).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сухоруков А.В. Территориальное нормирование значений характеристик прочности и деформируемости глинистых грунтов // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 5. – С. 193–205.
2. Золотарь И.А. Прогноз влажности грунта земляного полотна в целях назначения его прочностных характеристик // Материалы Всесоюзной межвузовской конференции по прочности дорожных одежд. – Харьков, 1968. – С. 100 – 106.
3. Ефименко В.Н. Водно-тепловой режим земляного полотна автомобильных дорог при глубоком промерзании грунтов (На примере Юго-Востока Западной Сибири): дис. ... канд. техн. наук / В.Н. Ефименко. – Москва, 1978. – 216 с.
4. Ефименко С.В. Обоснование расчётных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд автомобильных дорог (на примере Западной Сибири): автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Омск, 2006. – 23 с.
5. Ефименко В.Н. Назначение расчётных характеристик грунтов земляного полотна для расчёта дорожных одежд / В.Н. Ефименко, С.В. Ефименко, А.В. Сухоруков // Вестник КузГТУ. – 2015. – № 3. – С.124–130
6. Полищук А.И. Расчётные значения характеристик глинистых грунтов для проектирования автомобильных дорог / А.И. Полищук, С.В. Ефименко// Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2005. – №8. – С. 66–71.
7. Ефименко С.В. Учёт территориальной однородности географических комплексов при проектировании автомобильных дорог // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 3. – С. 226–236.

**ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ**

О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов, Р.Е. Гафаров

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Г. Г. Волокитин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: shehovcov2010@yandex.ru

**RECEIVING ALYUMOSILIKATNY MICROBEADS  
WITH USE OF LOW-TEMPERATURE PLASMA**

O.G. Volokitin, V.V. Shekhovtsov, R.E. Gafarov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. G.G. Volokitin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Sloyanaya sq., 2, 634003

E-mail: shehovcov2010@yandex.ru

***Abstract.** The conducted researches have shown that with use energy low-temperature plasma it is possible to receive the ordered system of alyumosilikatny glass on a basis the zoloshlakovykh waste. Plasmochemical processing has significant effect on a structural condition of ashes. Ashes amorfizirutsya and represent mix of the amorphous phases  $O_{22}Al_{20}$ ,  $Fe_2O_3$  and  $O_2Si$ . The possibility receiving the alyumosilikatnykh microspheres by means of low-temperature plasma with a diameter from 60 to 90 microns on a basis the zoloshlakovykh waste GRES-2 (Tomsk) is established.*

Уровень переработки твердых отходов на тепловых электростанциях на сегодняшний день крайне низкий, что приводит к значительному накоплению золошлаковых отходов в золоотвалах. Главным аспектом утилизации золошлаковых отходов является высокая температура плавления (1600 - 1700°C), зависящая на прямую от крайне неоднородного химического состава. Одним из наиболее важных компонентов в золоотвалах является наличие микросфер, которые образуются при сжигании углей в печах. Микросфера представляет собой мелкодисперсный порошок фракцией 5-500 мкм, с химическим составом  $SiO_2$  (51-70%),  $Al_2O_3$  (18-40%), относящийся к группе алюмосиликатных материалов. Уникальные свойства микросфер на основе золы определяют целесообразность использования их в качестве основы для получения легких теплоизоляционных и других строительных материалов.

Целью данной работы является установление возможности получения алюмосиликатных микросфер из золошлаковых отходов с помощью низкотемпературной плазмы.

Процесс получения алюмосиликатных микросфер сводится к:

- получению силикатного расплава из золошлаковых отходов в плазмохимическом реакторе и его аморфизации;
- механической обработке (дробление) полученного аморфного продукта до фракции 50-100 мкм;
- обработке отсеянной шихты в высокотемпературном гетерогенном потоке плазмы;
- сбор алюмосиликатных микросфер.

В качестве сырья для получения силикатного расплава при получении микросфер использовались золошлаковые отходы ГРЭС-2 (г. Томск), исходный химический состав которых представлен в таблице 1.

Таблица 1.

Исходный химический состав золошлаковых отходов ГРЭС-2

Материал	Содержание оксидов, мас. %						M <sub>к</sub>
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	п.п.п.	
Золошлаковые отходы	51,16	34,57	3,62	8,33	0,91	1,41	9,29
$M_k = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO}$ – модуль кислотности							

Из данных, представленных в таблице, следует, что химический состав исследуемого сырья характеризуется содержанием SiO<sub>2</sub> (51 %), которое аналогично содержанию кремнезема в технических стеклах и может быть использовано для получения силикатных расплавов.

Исследуемое сырье подвергалось плавлению с использованием плазменной установки [1]. Технологические режимы при этом соответствовали значениям:  $U=160$  В,  $I=220$  А,  $P=35,2$  кВт,  $q=1,8 \cdot 10^6$  Вт/м<sup>2</sup>. Процесс образования расплава протекает за счет воздействия высококонцентрированных потоков плазмы на порошкообразное силикатсодержащее сырье, в результате которого осуществляется нагрев мелкодисперсных частиц с последующим формированием гомогенного расплава.

В результате плавления зола аморфизировалась (рис. 1). В работе осуществлена попытка идентификации аморфных фаз и их количественно содержание методом Ритвельда. С этой целью моделировались аморфные состояния фаз SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, которые вносят основной вклад в интенсивность в исходном состоянии.

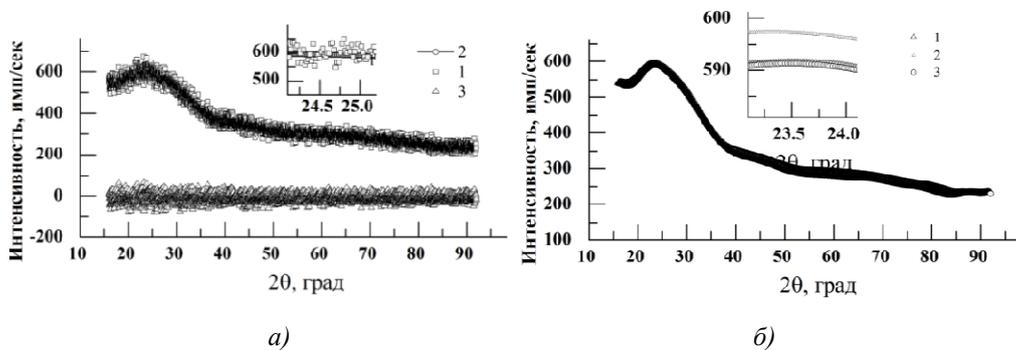


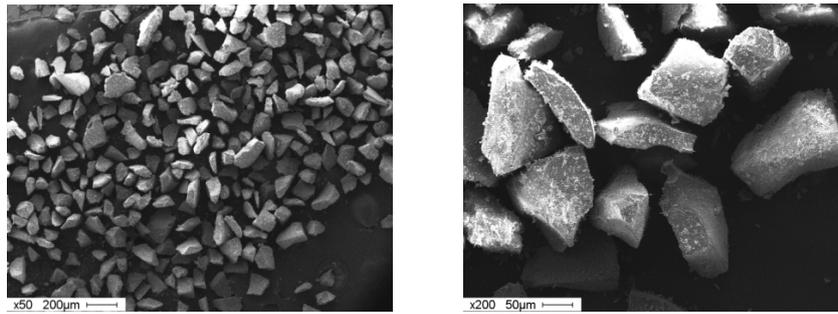
Рис. 1. Количественный фазовый анализ золы после плазмохимической обработки.

На рисунке приведены: а) дифрактограммы экспериментальная (1), расчетная (2) и разность (3);

б) аморфные фазы: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1), O<sub>22</sub>Al<sub>20</sub> (2), SiO<sub>2</sub> (3).

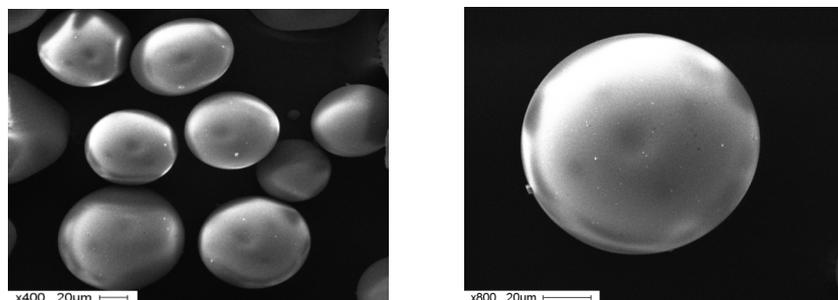
Суперпозиция интенсивностей аморфных фаз (интегральная интенсивность) составляет 93.13% доли «объясненной» дифрактограммы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что плазмохимическая обработка привела к полной аморфизации золы. Причем оплавление золы привело к сложному перераспределению доли аморфных фаз: существенному уменьшению доли O<sub>2</sub>Si, росту доли фаз O<sub>22</sub>Al<sub>20</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а также изменению плотности элементов Al, O в структурном «ящике» O<sub>22</sub>Al<sub>20</sub>.

Следующим этапом работы являлась подготовка алюмосиликатного стекла для получения микросферы. Для этого алюмосиликатное стекло подвергалось механической обработке в планетарной шаровой мельнице периодического действия. Внешний вид полученного порошка представлен на рисунке 2. Размер частиц находятся в пределах 50-100 мкм.



*Рис. 2. Внешний вид полученного алюмосиликатного стекла на основе золошлаковых отходов после механической обработки.*

Для получения алюмосиликатных микросферы был использован плазмотрон линейного действия с узлом кольцевого ввода порошкового материала с газодинамической фокусировкой [2]. Параметры эксперимента: плазмообразующий газ – азот, мощность плазменной струи 45 кВт, расход порошка 1,25 г/с. На рисунке 3 представлены полученные алюмосиликатные микросферы.



*Рис. 3. Электронно-микроскопический снимок поверхности полученных алюмосиликатных микросферы.*

По данным электронной микроскопии полученные по плазменной технологии алюмосиликатные микросферы, имеют гладкую внешнюю поверхность, диаметр варьируется от 60 до 90 мкм. Средний коэффициент несферичности по 50 частицам составляет 1,5 (отклонение от сферичности устанавливалось из отношения большего и меньшего диаметров микросфер).

Проведенные исследования показали, что с использованием энергии низкотемпературной плазмы возможно получить упорядоченную систему алюмосиликатного стекла на основе золошлаковых отходов. Плазмохимическая обработка оказывает существенное влияние на структурное состояние золы. Зола аморфизуется и представляет собой смесь аморфных фаз  $O_{22}Al_{20}$ ,  $Fe_2O_3$  и  $O_2Si$ . Установлена возможность получения алюмосиликатных микросфер с помощью низкотемпературной плазмы диаметром от 60 до 90 мкм на основе золошлаковых отходов ГРЭС-2 (г. Томск).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-50052 мол\_нр.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2503628 РФ. С03 В37/04. Плазменная установка для получения тугоплавкого силикатного расплава / О. Г. Волокитин, Е. В. Тимонов, Г. Г. Волокитин, А. А. Никифоров, В. К. Чибирков. Заявлено 22.06.2012; Опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1. – 5 с.
2. Пат. 2474983 РФ. Н05 В7/22. Узел кольцевого ввода порошкового материала электродугового плазмотрона / В.И. Кузьмин, А.А. Михальченко, Е.В. Картаев. Заявлено 07.07.2011; Опубл. 10.02.2013, Бюл. № 1. – 6 с.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЛАГОПРОВОДНОСТИ  
ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ**

А.В. Сухоруков, М.Ю. Калинин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. М.В. Бадина

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [homesuhov@mail.ru](mailto:homesuhov@mail.ru)

**EXPERIMENTAL STUDIES ON HYDRAULIC CONDUCTIVITY COEFFICIENT OF  
CLAY SOILS**

A.V. Sukhorukov, M.Yu. Kalikin

Scientific Supervisor: PhD, A/ Professor M.V. Badina

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [homesuhov@mail.ru](mailto:homesuhov@mail.ru)

***Abstract.** The paper is dedicated to the methods for determining the estimated moisture content of subgrade clay soils. The method of Professor I.A. Zolotar is recommended to be applied in the territory of the West Siberian region. In order to get reliable results by this method, the value of hydraulic conductivity coefficient is required. This paper presents results of experimental studies of the value of hydraulic conductivity coefficient in heavy silty clay loam as it is the most commonly found clay soil type in Western Siberia. It is found that the values of hydraulic conductivity coefficient significantly depend on soil density. The laboratory tests' results are shown graphically.*

Известно, что влажность грунтов активного слоя земляного полотна оказывает существенное влияние на изменение характеристик прочности и деформируемости, а, следовательно, и на прочность всей дорожной конструкции. Ввиду этого, надёжность транспортных сооружений в целом зависит от того, насколько корректно определена эта характеристика на стадии проектирования.

Значения расчётной влажности грунта земляного полотна могут быть назначены следующими способами:

- по результатам натурных наблюдений на действующей сети автомобильных дорог, путём оборудования стационарных постов наблюдения или на специализированных полигонах;
- инженерных изысканий, предшествующих разработке проекта автомобильной дороги;
- с применением методов математического моделирования.

Последний способ применяют при проектировании автомобильных дорог в интенсивно осваиваемых районах страны при слабо развитой дорожной инфраструктуре, например, на территории Западной Сибири. В настоящее время для прогнозирования расчётной влажности грунтов применяют методы, основанные на процессах миграции влаги в теле земляного полотна. Для территории Западной Сибири, характеризуемой избыточным увлажнением и глубоким сезонным промерзанием грунтов, апробирован

метод профессора И.А. Золотаря [1], в котором в качестве одного из исходных параметров необходимо установить значение коэффициента влагопроводности грунта.

Для определения величины коэффициента влагопроводности возможно применение прибора ПКВГ-Футурум (ПКВГ-Ф). Прибор позволяет определять коэффициент влагопроводности грунта нестационарным методом. Методика определения коэффициента влагопроводности на приборе ПКВГ-Ф, имеет некоторые отличия от методики выполнения исследований на приборе конструкции к.т.н. Г.И. Собко, рекомендованного [2]. Различие методик, обусловлено незначительной разницей в конструкциях приборов, но при этом прибор ПКВГ-Ф, обеспечивает выполнение тех же граничных и начальных условий, что и прибор конструкции Г.И. Собко, среди которых [2, 3].

- начальная влажность и плотность грунтового образца должны быть равномерно распределены по его объёму;

- при увлажнении образца через нижнюю поверхность не допускается изменение влажности на его верхней поверхности при подходе к ней фронта увлажнения;

- увлажнение образца должно происходить в безнапорном режиме.

Значение коэффициента влагопроводности грунта определяют по зависимости, исходя из установленных в ходе испытания значений времени и количества впитавшейся воды [2, 3]:

$$K_{вп} = \frac{4}{3,14 \cdot d^4 \cdot t} \cdot \left[ \frac{q}{\rho_c \cdot (W_{пв} - W_n)} \right]^2,$$

где  $W_{пв}$  – полная влагоемкость испытываемого грунта, д.ед;

$t$  – время увлажнения грунтового образца, час.;

$q$  – количество впитавшейся в испытании воды в образец грунта, г;

$W_n$  – начальная влажность испытываемого в опыте грунта, д.ед.;

$d$  – диаметр грунтового образца, равный 7 см;

$\rho_c$  – плотность сухого грунта с учётом степени уплотнения рабочего слоя, г/см<sup>3</sup>.

Для экспериментального определения коэффициента влагопроводности был выбран грунт, имеющий наибольшее распространение на территории Западной Сибири – суглинок тяжёлый пылеватый. Физико-механические свойства исследуемого грунта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства исследуемого грунта

Влажность грунта на границе текучести, д.ед.	Влажность грунта на границе раскатывания, д.ед.	Число пластичности	Показатель текучести	Гранулометрический состав							Разновидность грунта по ГОСТ 25100-2011
				размер фракции, мм; содержание, %							
$W_L$	$W_P$	$I_P$	$I_L$	0,50 – 0,25	0,25 – 0,10	0,10 – 0,05	0,05 – 0,01	0,01 – 0,005	0,005 – 0,001	< 0,001	
0,38	0,23	0,15	< 0	0,87	3,45	20,55	32,96	13,88	19,47	8,82	
				Песчаная фракция (0,50 – 0,05)		Пылеватая фракция (0,05 – 0,005)		Глинистая фракция (0,005 – <0,001)		Суглинок тяжёлый пылеватый твёрдый	
				24,87		46,84		28,29			

Ранее проведенные исследования [4] показывают, что существенное влияние на коэффициент влагопроводности оказывает плотность грунта, поэтому испытания проводили при разных значениях указанного параметра.

Результаты лабораторных исследований коэффициента влагопроводности грунта представлены графически на рис. 1.

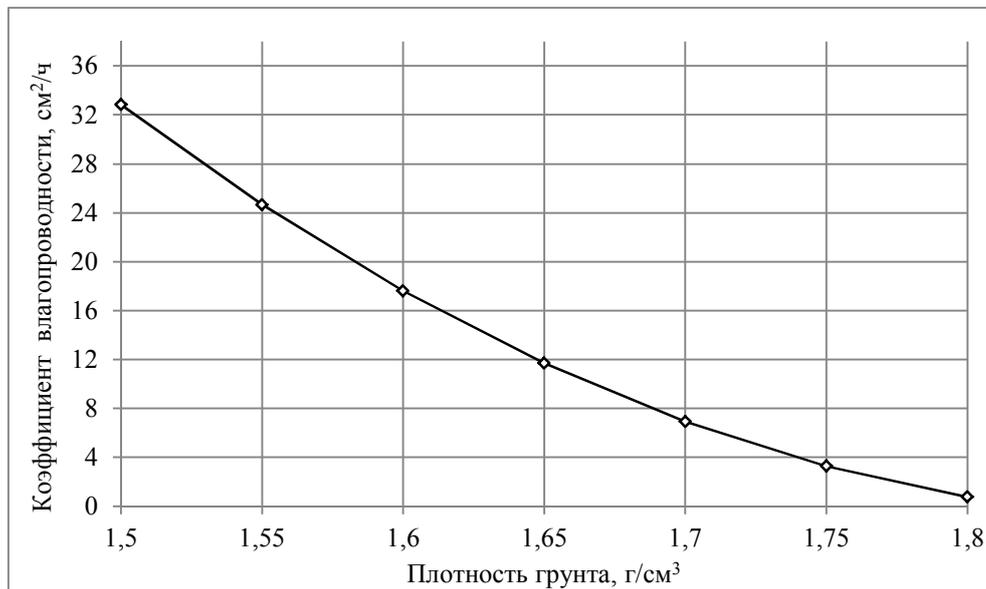


Рис. 1. Зависимость коэффициента влагопроводности суглинка пылеватого от плотности при влажности 15%

Анализ результатов лабораторных исследований свидетельствует о значительном влиянии плотности грунта земляного полотна на величину коэффициента влагопроводности. С увеличением плотности грунта значение  $K_{вл}$  уменьшается. Следует отметить, что при максимальной плотности грунта, коэффициент влагопроводности имеет минимальное значение и стремится к нулю. Следовательно, обеспечение требуемой степени уплотнения грунта на стадии строительства автомобильных дорог является одним из наиболее эффективных мероприятий по регулированию водно-теплового режима грунтов земляного полотна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золотарь И.А. Прогноз влажности грунта земляного полотна в целях назначения его прочностных характеристик // Материалы Всесоюзной межвузовской конференции по прочности дорожных одежд. – Харьков, 1968. – С. 100–106.
2. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – М: Информавтор, 2001. – 145 с.
3. Прибор для определения коэффициента влагопроводности грунтов «ПКВГ-ФУТУРУМ». Паспорт прибора. ООО «Футурум», – СПб., 2003. – 24 с.
4. Шеслер А.И. Определение коэффициентов тепло- и влагопроводности суглинистых грунтов земляного полотна/ А.И. Шеслер, А.А. Миронов, В.Н. Ефименко // Труды ГИПРОДОРНИИ. – М., 1976. – С. 82–94.

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ТЕРМОАКТИВНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ  
ПОЛИУРЕТАНА В КОНСТРУКЦИИ ГРЕЮЩЕЙ СТЕНОВОЙ ПАНЕЛИ**

С.В. Павлов, С.В. Мелентьев

Научный руководитель: профессор, д.х.н. Т.Д. Малиновская

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: [sergey\\_pavlov1994@mail.ru](mailto:sergey_pavlov1994@mail.ru)

**APPLICATION OF COMPOSITE THERMOACTIVE COVERING BASED ON POLYURETHANE IN  
THE CONSTRUCTION OF THE HEATING WALL PANELS**

S.V. Pavlov, S.V. Melentyev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. T.D. Malinovskaya

Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050

E-mail: [sergey\\_pavlov1994@mail.ru](mailto:sergey_pavlov1994@mail.ru)

***Abstract.** The paper proposed to use composite thermoactive covering based on carbon-filled polyurethane in the construction of the heating wall panels. As the binder two-component polyurethane varnish VM 700 GLOSS is used. On the basis of conductive fillers properties analysis for introducing into a polyurethane binder colloidal-graphite preparation C-1 was chosen. The construction of the heating wall panels with thermoactive covering based on carbon-filled polyurethane is developed.*

Греющие стеновые панели используется в качестве основного и дополнительного обогрева в жилых, общественных и производственных помещениях, а также любых сооружениях, в которых по каким-либо причинам не может быть организованно центральное отопление [1]. Как показал анализ существующих конструкций греющих стеновых панелей, в качестве термоактивных материалов используются углеродные нити, кабели с металлическими проводами, углероднаполненные композиции, связующими в которых являются полипропилен, эпоксидные и фенолформальдегидные смолы и др. Использование углероднаполненных полимерных композиций в композиционных термоактивных покрытиях (КТП) стеновых панелей связано с простой технологией их нанесения, надежностью, возможностью выполнять греющие стеновые панели различных типоразмеров. Современное производство предлагает стеновые панели, созданные из материалов различного вида: керамики, ПВХ, ДСП и др., что зачастую требует нанесение дублирующих слоев к поверхности стеновых панелей, усложняющих и удорожающих конструкцию, так как остается нерешенным вопрос низкой адгезии КТП из полимерных композиций ко многим перспективным материалам. На данный момент, также не удалось в целом решить проблему равномерного распределения температур на поверхности КТП и нестабильности электрического сопротивления.

Применение керамических стеновых панелей с КТП не известно. Нами впервые предложено использовать в керамических стеновых панелях КТП на основе углероднаполненного полиуретана. Использование полиуретана в качестве связующего КТП является перспективным, т.к. он обладает хорошей адгезией практически ко всем существующим материалам, способностью обеспечить прочный

контакт молекул полимера с токопроводящими частицами наполнителя [2, 3]. Это может привести к равномерному распределению частиц в смеси и, как следствие, улучшению токопроводящих свойств КТП с минимальным отклонением температуры нагрева. В качестве связующего нами использован полиуретановый лак VM 700 GLOSS. На основе анализа свойств токопроводящих наполнителей для введения в полиуретановое связующее был выбран коллоидно-графитовый препарат С-1.

Технологическая последовательность формирования КТП на поверхности стеновой панели состоит из ряда операций. Подготовка поверхности панели заключается в изготовлении отверстий под электрические контакты, изоляции поверхностей соприкосновения крепежных соединений и электрических контактов. Электрические контакты к КТП закрепляются при помощи болтовых соединений. Углероднаполненную полиуретановую композицию подвергают диспергированию в шаровой мельнице и после этого осуществляется послойное нанесение КТП (300 мкм) на поверхность панели с контактами методом пульверизации. Термообработка промежуточных слоев КТП (100, 200 мкм) происходит при температуре 50 °С в течении 30 минут, без полной полимеризации композиции. Стабилизирующая термообработка КТП осуществляется при температуре 120 °С в течении 120 минут. На КТП стеновой панели методом пульверизации наносят декоративное диэлектрическое покрытия из полиуретанового лака (100 мкм).

Керамическая греющая стеновая панель с термоактивным покрытием на основе полиуретана толщиной 6 мм (рис. 1), выступающая как теплоизолятор к элементу стены, содержит на ее лицевой стороне КТП толщиной 0,3 мм, служащее нагревателем, и изолированные электроды, соединенные с покрытием и закрепленные на панели, к которым присоединяются кабель-каналы для подключения к питающей электросети. Поверх КТП нанесено декоративное диэлектрическое покрытие. Греющая панель является фрагментом поверхности стены или потолка и может быть выполнена из гипсокартона, ПВХ, ДВП, ДСП и др. материалов различных типоразмеров, благодаря хорошей адгезии к ним КТП. Установка греющих стеновых панелей позволяет использовать их в качестве основной, дополнительной и резервной системы отопления, экономичной и безопасной без ущерба дизайну помещения.

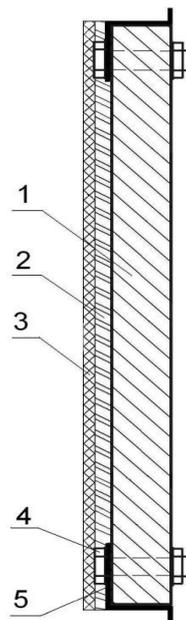


Рис. 1. Греющая стеновая панель с КТП:

1 – панель; 2 – КТП; 3 – диэлектрический слой; 4 – болтовое соединение; 5 – электроды

На рисунке 2 представлена схема установки греющей стеновой панели с КТП между элементом потолка и пола. Промежутки между этими элементами обязательно заделываются герметиком. Размеры панелей позволяют легко закрывать большие поверхности стен при минимальном количестве стыковочных швов. Монтаж и эксплуатация стеновой панели просты, надежны и не требуют дополнительных расходов, а также удовлетворяет всем требованиям по безопасности производимых работ. С тыльной стороны греющей панели расположены изолированные выводы для подключения к питающей электросети. Выводы при открытом монтаже выводятся в плинтус (кабель-канал), обеспечивая удобство для доступа к ним и не нарушая первоначальный дизайн помещения. С целью обеспечения комфортных условий и энергосбережения осуществляется установка терморегулятора.

Результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований, свидетельствуют о том, что использование в качестве связующего полиуретанового лака VM 700 GLOSS и токопроводящего наполнителя в виде коллоидно-графитовый препарата С-1 (24 мас. %) позволяет при толщине КТП ( $301 \pm 4$ ) мкм получать покрытия с удельным объемным сопротивлением ( $1,59 \pm 0,06$ ) Ом·см, твердостью ( $407 \pm 9$ ) МПа, адгезионной прочностью к керамике ( $50 \pm 0,29$ ) Н и стабильностью этих параметров при максимальной рабочей температурой ( $80 \pm 0,5$ ) °С в течение 8000 часов [4]. Полученные показатели являются оптимальным для применения КТП в греющих стеновых панелях.

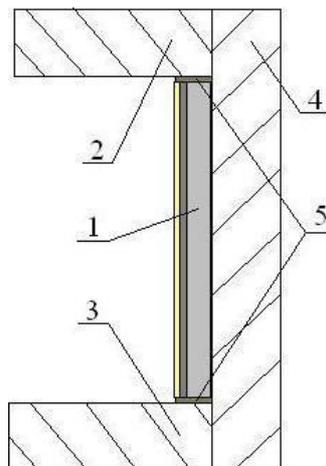


Рис. 2. Схема установки греющей стеновой панели с КТП:

1 – панель; 2 – элемент потолка; 3 – элемент пола; 4 – стена; 5 – герметик

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горелов В.П. Низкотемпературные нагреватели из композиционных материалов в промышленности и быту. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 208 с.
2. Миронов В.С. Электропроводящие полимерные композиты: материалы, технология, применение. – Минск: Издательство БелНИИНТИ, 1991. – 64 с.
3. Колмакова Л.А. Резистивные композиционные нагреватели // Труды МЭИ. – 1979. – № 414. – С. 39–42.
4. Малиновская Т.Д., Суляев В.И., Мелентьев С.В., Дорожкин К.В. Электрофизические и теплофизические характеристики полифункционального композиционного материала на основе полиуретана // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2014. – Т. 57. – № 8. – С. 80–83.

**МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО СВЕТОДИОДНОГО СВЕТИЛЬНИКА  
ДЛЯ УЛИЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Г.Ж. Ногайбекова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. К.П. Толкачева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [zheniskyzy\\_nur@mail.ru](mailto:zheniskyzy_nur@mail.ru)

**MODEL INTELLIGENT LED LAMPS FOR STREET LIGHTING**

G.Zh. Nogaybekova

Scientific Supervisor: K.P. Tolkacheva

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [zheniskyzy\\_nur@mail.ru](mailto:zheniskyzy_nur@mail.ru)

***Abstract.** Modern energy is mainly based on non-renewable fossil primary energy sources. For example it of practical use of solar radiation is a combination of modern promising light sources - LEDs. The paper presents a model of the LED lamp on solar batteries, as well as it is application for lighting of public spaces.*

Во многих странах для освещения улиц и магистралей используют светильники на солнечных батареях. Преимущества таких установок: экологичность, долговечность, пожаро- и электробезопасность, возможность получения излучения различного спектрального состава и существенной экономии электроэнергии. Применение солнечных и ветроустановок в целях освещения – задача более сложная, чем, например, отопление помещений. Вопрос о целесообразности использования возобновляемых источников энергии в светотехнических установках решается сравнением стоимости световой энергии при солнечных\ветроустановках и при традиционных (на ископаемом угле(водо)родном сырье) [1].

С помощью программы Solid Works предлагается конструкция модели светодиодного светильника (СС) на солнечных батареях. Наружный вид СС на опоре приведен на рисунках 1,2.

Система автономного светодиодного освещения является инновационной разработкой и воплотила в себе самые передовые решения в области альтернативных источников энергии, автоматизации, оптики, электроники. В состав модели СС на солнечных батареях входят элементы:

1) Солнечный модуль, выполненный по технологии с микроморфным покрытием («тонкие пленки» на основе кремния). Технология позволяет преобразовывать световую энергию в электрическую даже в пасмурную погоду и во время осадков (дождь, снег) [2].

2) Интеллектуальный контроллер с функцией хранения и обработки данных.

3) Светодиодный светильник.

4) GSM-модем, обеспечивающий двустороннюю связь с диспетчерским пунктом.

5) Блок аккумуляторных батарей.

Аккумуляторы СС рассчитаны на бесперебойную работу в течение почти трех лет, а светодиоды – несколько десятков лет. На протяжении всего времени работы качество освещения остается почти

неизменным, и дополнительного обслуживания не требуется: включение вечером и отключение утром происходит автоматически. В таблице представлены предполагаемые параметры световой конструкции на солнечных батареях.

Таблица.

*Характеристики автономной осветительной системы со светодиодами на солнечных батареях (время автономной работы 48 часов, диапазон рабочих температур от -50 °С до 90 °С) [2]*

Мощность светильника, Вт	20	40	60
Световой поток, клм	2	4	6
Мощность солнечной батареи, Вт	100	150	240 (120*2)
Ёмкость АКБ, А*ч	55	100	200 (100*2)
Высота мачты, м	6	7	9

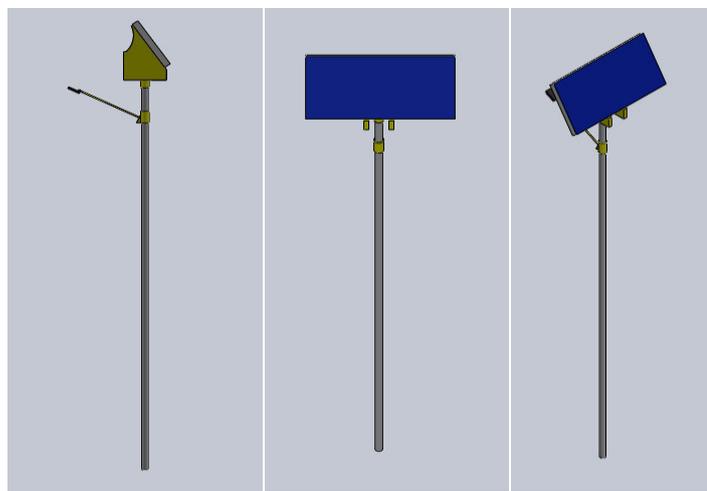


Рис. 1. Модель системы на солнечных батареях в программе Solid Works.

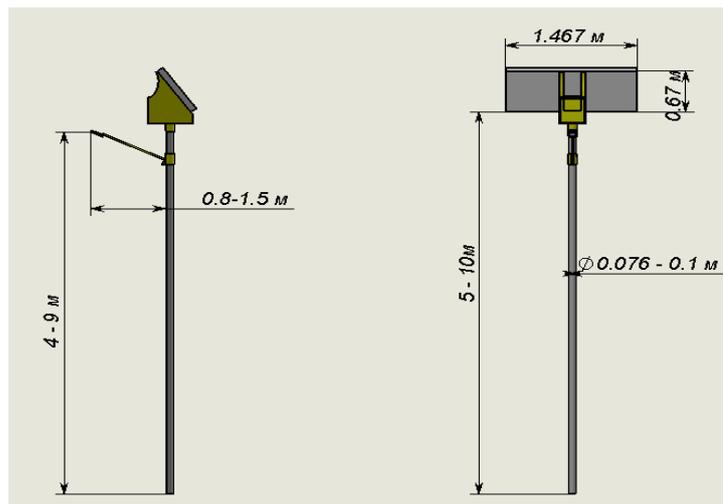


Рис. 2. Габаритные размеры установки

В России применение таких СС на солнечных батареях в основном только для декоративного освещения. Одна из причин в нашем климате – малое количество солнечных дней в году. Поэтому для наглядного применения, разработанную конструкцию экспортируем в программу DIALux для освещения

Парка имени Первого Президента, расположенный в городе Алматы (рис.3). Общая площадь дендропарка составляет 73 гектара. Применение в этой зоне традиционной системы освещения (с протяжкой кабеля и затратами на электроэнергию) приведет к масштабным затратам.

Для равномерного освещения (для освещения 6 450 м<sup>2</sup> площади парка нужно 22 модуля) парковой зоны выбран СС с мощностью 50Вт (рис.4). Солнечная батарея имеет свои эксплуатационные и технические характеристики. При площади солнечной батареи примерно 1 м<sup>2</sup> мощность модуля составляет примерно 50 Вт. КПД солнечной батареи – от 14 до 18%. Срок службы такой пластины не менее 25 лет. Максимальная мощность 255Вт +5/-0. Номинальное напряжение 24 В. Ёмкость аккумуляторной батареи – 65 А\*ч. Вес с солнечным модулем и АКБ – 46 кг.

Средняя освещенность по расчетам в программе Dialux составляет 17 лк.

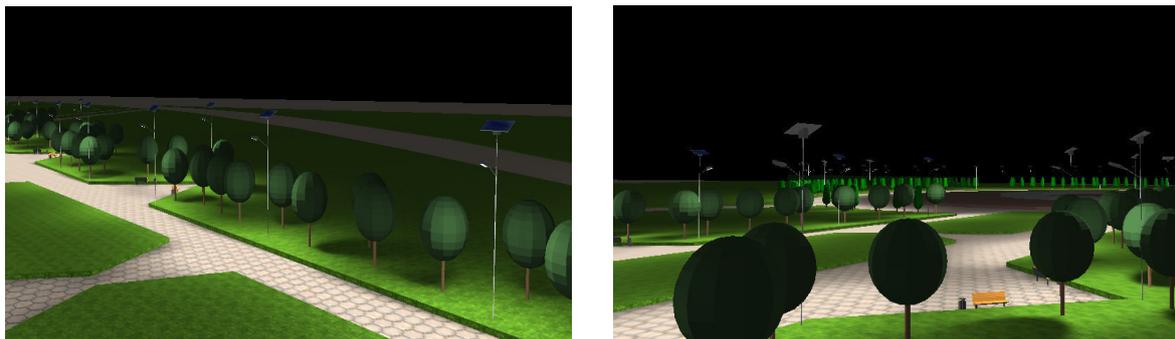


Рис. 3. 3D визуализация Парка имени Первого Президента, Республика Казахстан

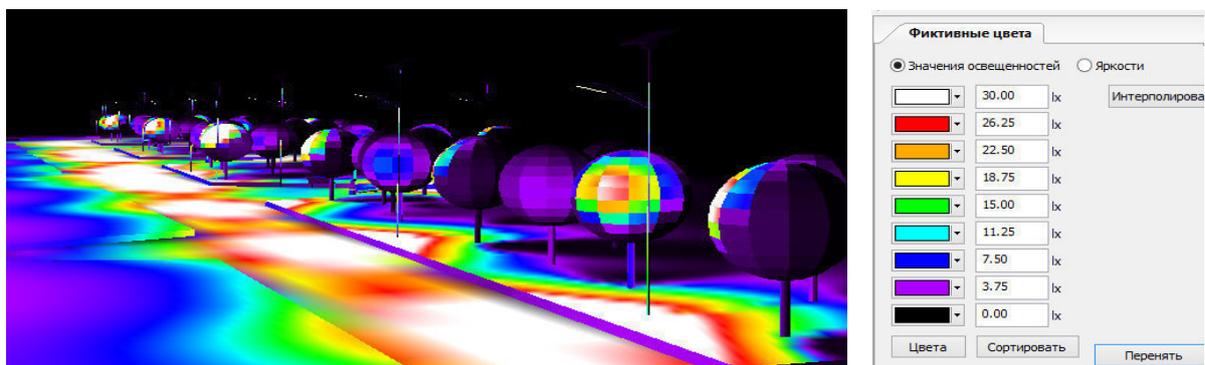


Рис.4. Результаты расчета по освещенности

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин В. Д., Толкачева К. П. Оценка экономической целесообразности использования солнечных и ветровых электроустановок для освещения // Энергоэффективность систем жизнеобеспечения города. – Красноярск, 2010 г. – С. 289.
2. Компания SPARKLINE, Автономное освещение на солнечных батареях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sparkline.ru/staty/67-avtonomnye-sistemy-osveshcheniya-na-solnechnykh-batareyakh> – 12.12.15.

**ОСОБЕННОСТИ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ  
СЖАТЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ КРУЧЕНИИ**

Е.А. Воронин, М.В. Забалуев, Р.А. Плевков

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.С. Плевков

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г.Томск, пл.Соляная 2, 634003

E-mail: [eevgenii93@mail.ru](mailto:eevgenii93@mail.ru)

**SPECIFICS OF CRACK FORMATION AND COMPRESS-REINFORCED-CONCRETE  
CONSTRUCTION BY TORSION**

E.A. Voronin, M.V. Zabaluev, R.A. Plevkov

Research supervisor: associate professor of technical science, professor V.S. Plevkov

Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB)

Russia, Tomsk, Solyanaya 2, 634003

E-mail: [eevgenii93@mail.ru](mailto:eevgenii93@mail.ru)

Для многих железобетонных конструкций не учет кручения в расчетах может привести к неверному представлению характера распределения усилий или к преждевременному отказу и аварии. Конструкции, для которых кручение существенно, следует отнести: краевые балки покрытий и перекрытий, ригели с боковыми консолями, криволинейные балки, наклонные арки, Г-образные рамы, опоры ЛЭП и канатных переходов, при одностороннем обрыве проводов и канатов, колонны зданий и сооружений, при действии особых динамических воздействий и пространственной работе несимметричных несущих каркасов и т.п.

Современная научная литература, посвященная исследованию железобетонных конструкций, практически не затрагивает проблемы совершенствования метода расчета сжатых элементов на кручение. Действующие нормативные документы рекомендуют метод расчета, базирующийся на исследованиях, выполненных в 60-х годах прошлого века.

В СНиП 2.03.01-84 прочность по бетону между пространственными сечениями рассчитывается по 3 расчетным схемам в зависимости от расположения сжатой зоны в элементе. На первой схеме рассматривается одновременное действие крутящего и изгибающего моментов, на 2 схеме крутящего момента и продольной силы, где сжатая зона берется параллельно действию изгибающего момента, на третьей схеме также рассматривается одновременное действие изгибающего и крутящего моментов, но сжатая зона расположена у растянутой грани от действия изгибающего момента и момент принимается отрицательным.

Согласно СП 63.133.330-2012 расчет также ведется по пространственным сечениям, при расчете рассматривают все положения пространственного сечения, принимая сжатую зону пространственного сечения у боковой и верхней граней элемента, но также допускается упрощенный расчет по плоским сечениям. Прочность по бетону между пространственными сечениями характеризуется максимальным значением крутящего момента, определяемым по сопротивлению бетона осевому сжатию с учетом напряженного состояния в бетоне между пространственными сечениями.

Также действие крутящего момента можно учесть по расчетным моделям с использованием поверхностей относительного сопротивления по прочности, учитывающих нелинейную работу бетона и арматуры, влияние скорости деформирования на прочностные характеристики материалов, форму поперечного сечения, величину продольного и поперечного армирования, а также расположение арматуры в сечении.

Напряжения и деформации при кручении существенно зависят от формы и соотношения сторон поперечного сечения конструкции, нелинейной работы бетона и арматуры, условий закрепления элементов на опорах, места приложения крутящих моментов и их величин и др.

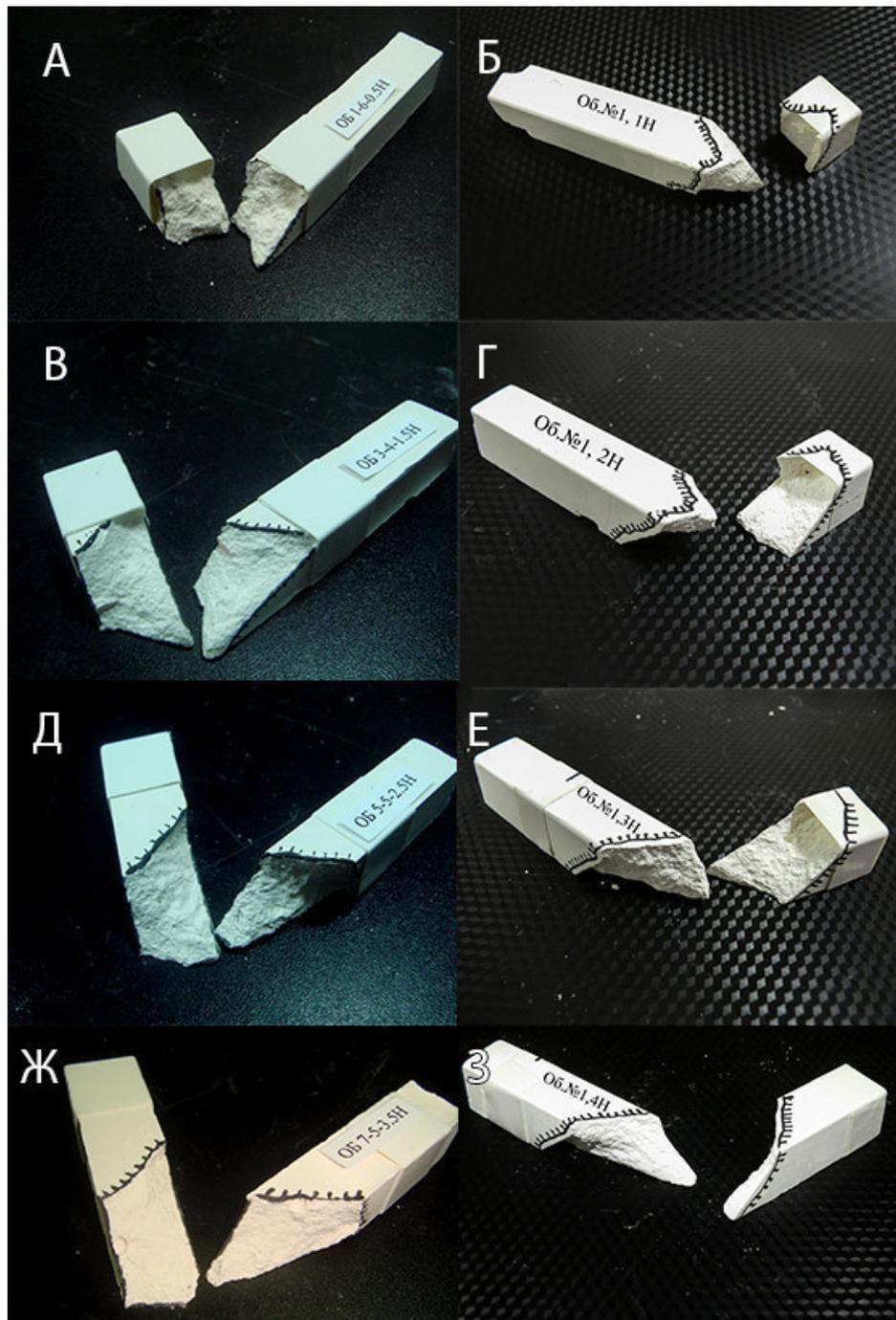


Рис.1 Схемы разрушения образцов при пролете приложения крутящих моментов: А-0.5Н, Б-1Н, В-1.5Н, Г-2Н, Д-2.5Н, Е-3Н, Ж-3.5Н, З-4Н

Выполненные численные расчеты МКЭ с использованием ВК «SKAD» экспериментальных железобетонных элементов при кручении [4] показали, что теоретические углы закручивания элементов и эпюры напряжений совпадают только на начальных этапах нагружения элементов, поэтому для оценки прочности элементов необходимо учитывать нелинейную работу бетона. Характер разрушения при кручении связан с типом напряженного состояния и особенностями сопротивления элементов из различных материалов линейным и угловым деформациям.

Для выявления характера трещинообразования и схем разрушения элементов с различными пролетами приложения крутящих моментов были проведены экспериментальные исследования на шестидесяти образцах, характерные схемы разрушения приведены на рис.1. Было установлено, что при кручении раскалывание происходит по плоскости, проходящей под углом больше  $45^{\circ}$  к продольной оси для малых ( $l < h$ ) пролетов приложения крутящих моментов и под углом  $45^{\circ}$  к продольной оси для ( $l > h$ ), а также перпендикулярной к широким граням, т.е. имеет место клиновидный разлом. При этом, чем больше отношение  $h/b$ , тем четче проявляется эта схема излома.

Учет жесткопластической эпюры касательных напряжений в сечении позволяет повысить предельный крутящий момент для круглого сечения в  $4/3$  раза по сравнению с упругой эпюрой.

Аналогичные схемы излома были получены во многих опытах, проведенных над бетонными элементами прямоугольного сечения [1, 3, 4, 6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байков В.Н., Фомичев В.И. Особенности расчета прочности железобетонных элементов прямоугольного сечения при чистом кручении // Железобетонные конструкции промышленного и гражданского строительства: Сб. науч. тр. / МИСИ им. В.В. Куйбышева / - М.: МИСИ, 1981. - №185 С. 91-95.
2. Карпенко Н.И., Пецольд Т.М., Шалимо И.М. Расчет прочности элементов кольцевого сечения, подверженных сжатию с кручением // Бетон и железобетон. – 1980. - №12. - С. 32-33.
3. Касаев Д.Х. Прочность железобетонных элементов при кручении и изгибе с кручением: Автореф. дис. ... докт. техн. наук. – Ростов-на-Дону, 2002. - 45 с.
4. Плевков В.С., Стуков П.В. Динамическая прочность и трещиностойкость железобетонных элементов при совместном действии продольных сил, изгибающих и крутящих моментов // Бетон и железобетон в третьем тысячелетии: Материалы третьей Международной научно-практической конференции. – Ростов н/Д.: Рост. гос. строит. ун-т.- 2004. - С. 491-495.
5. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 576с.
6. Фомичев В.И., Камолов Х.Ш. Экспериментальное исследование железобетонных призматических стержней при совместном действии крутящего момента и продольной сжимающей силы. // Строительные конструкции и материалы. - М.: ВНИИТПИ, 1993. - Вып. 2. - С. 50-56.
7. Плевков Р.А. Прочность бетонных и трещиностойкость сжатых железобетонных конструкций при кручении / В.С. Плевков, И.В. Балдин, Р.А. Плевков // Материалы I Международной научной конференции студентов и молодых ученых [Электрон. Текстовые дан.] – Томск: Изд-во Том. гос. archit.-строит. ун-та. – 2014. С. 41–42.

**АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.**

А.А Хохлов

Научный руководитель: доцент, д.т.н. О.Н. Попов  
Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет (ТГАСУ),  
Россия, г.Томск, пл.Соляная 2, 634003  
E-mail: Arhoh777@mail.ru

**ANALYSIS OF THE MAIN CAUSES OF ACCIDENTS OF BUILDINGS AND CONSTRUCTIONS**

A.A Khokhlov

Tomsk State University of Architecture and Building (TSUAB),  
Russia, Tomsk, Salt 2 sq., 634003  
E-mail: Arhoh777@mail.ru

***Abstract.** Presents and analyzes the main reasons leading to accidents of buildings and structures. Also presents statistical data reflecting the situation on this issue.*

В последние годы все чаще в общественности поднимаются вопросы, касающиеся безопасности зданий и сооружений. В связи с этим актуальным является поиск причин, приводящих к разрушению, а также решений, направленных на то, чтобы избежать этих разрушений. Факторы, способствующие разрушению конструкции, могут быть различными, и проявляться как отдельно, так и в совокупности. Основными, часто встречаемыми причинами являются: ошибки, связанные с проектированием, дефекты в изготовлении элементов конструкций, не соответствующий технике монтаж, неправильная эксплуатация объекта, а также внешнее воздействие в виде техногенных сил (ураганы, пожары, взрывы и т.п).

*Таблица 1*

*Статистическая таблица, произошедших аварий за 2010 год.*

		По миру	По России
Всего аварий		482	239
Количество человек	пострадавших	815	119
	погибших	492	71
	погибших детей	52	5
Аварии неэксплуатируемых зданий и сооружений		28	22
Аварии производственных зданий и сооружений		48	21
Аварии в жилых зданиях	Балконы (лоджии)	13	10
	Козырьки подъездов	3	1
	Стены, крыши, прочее	86	48
Аварии общественных объектов	Торговля	17	11
	Культура	5	1
	Спортивные сооружения	19	6
	Здравоохранение	6	3
	Религиозные	5	0
	Образование	20	11
	Детские дошкольные учреждения	4	1
Другие общественные объекты	12	7	
Обрушения элементов лепнины и декоративной облицовки		9	6
Аварии грузоподъемных механизмов		30	22
Водонапорные башни		2	2

Продолжение таблицы 1

Промышленные трубы		5	3
Мосты		28	11
Грунты (подвижки грунтов, обвалы грунтов и прочее)		23	13
Аварии объектов, которые представляют историческую ценность		7	3
Прочее		48	30
Аварии объектов	строящиеся	30	14
	реконструируемые	38	20
	демонтируемые	18	15

Эта таблица ярко отражает масштабы аварий, которые произошли всего за один год. Половина всех аварий зданий и сооружений, которые были зарегистрированы за данный период происходили в России. Следовательно, этот вопрос стоит очень остро для в страны в целом.

Очень часто причиной аварии становится небрежное отношение к объекту, в период его эксплуатации. Рассчитывая, что здание не упадет, владельцы объектов средства, которые им выделены на содержание сооружения, тратят на другие нужды, не имеющие отношение к безопасности объекта.

Следующим, не менее важной причиной аварий становятся ошибки допущенные в процессе проектирования здания. Эти ошибки могут быть двух видов: преднамеренные и непреднамеренные (халатность, неграмотность).

Еще одной причиной являются ошибки, возникшие на этапе самого строительства здания или сооружения. Это могут быть некачественные материалы, ошибки в монтаже, несвоевременное осуществление определенного этапа строительства.

При проектировании здания очень важное внимание должно уделяться виду строительных материалов. У каждого из них свои особенности разрушения, которые следует принимать во внимание во время проектирования конструкции.

Таблица 2

Данные за период 1999-2003гг.

№	Материал зданий и сооружений, этажность	Число аварий/ процентное отношение ко всему числу за данный промежуток				
		1999 год	2000 год	2001 год	2002 год	2003 год
1	Каменная конструкция					
	Всего	16 (37%)	17 (67%)	15 (40%)	22 (61%)	12 (46%)
	Одноэтажные	5 (14%)	5 (21%)	6 (16%)	8 (21%)	2 (13%)
	Многоэтажные	11 (23%)	12 (46%)	9 (24%)	14 (39%)	10 (35%)
2	Конструкция из дерева					
	Всего	9 (21%)			3 (9%)	2 (8%)
	Одноэтажные	5 (12%)			3 (9%)	1 (4%)
	Многоэтажные	4 (9%)				1 (4%)
3	Конструкция из металла					
	Всего	13 (33%)	3 (13%)	7 (18%)	5 (15%)	1 (4%)
	Одноэтажные	13 (33%)	3 (13%)	7 (18%)	4 (12%)	
	Многоэтажные				1 (3%)	1 (4%)
4	Железобетонная конструкция					
	Всего	4 (9%)	5 (22%)	17 (42%)	5 (15%)	12 (43%)
	Одноэтажные	3 (7%)	5 (22%)	13 (33%)	2 (5%)	6 (24%)
	Многоэтажные	1 (2%)		3 (8%)	3 (9%)	5 (19%)
	Итого	42 (100%)	25 (100%)	39 (100%)	36 (100%)	27 (100%)
	Одноэтажные	29 (65%)	14 (55%)	26 (67%)	18 (49%)	10 (39%)
	Многоэтажные	12 (35%)	10 (45%)	13 (33%)	16 (52%)	17 (62%)

Данные, приведённые в таблице отражают тот факт, что весомая часть аварий приходится на конструкции из камня. Так, например, в 2003 году обрушилась часть пятиэтажного дома жилком районе. Авария случилась в следствии потери несущей способности расположенных там грунтов. Она была спровоцирована постоянным выбросом вод переработки с инженерных коммуникаций. В дальнейшем происходит скопление вод в основании здания. В итоге грунты оттаивают и происходит искажение свай из железобетона.

Существует множество рекомендаций, относящихся к уменьшению уровня аварийности зданий и сооружений. Их разумно поделить на реально выполнимые в данный период времени, неизменно действующие и те, что будут перспективны для ближайшего будущего.

1. В первую группу (реально выполнимые в данный период времени) мероприятий можно включить:

- 1.1. Существование школ и специалистов должного уровня;
- 1.2. Соответствие законодательной и нормативной базы современным требованиям;
- 1.3. Осуществление группирования зданий и сооружений по степени их возможной опасности, а также фиксирование требований безопасности к любой из групп;

2. Во вторую и третью группу (неизменно действующие и те, что будут перспективны для ближайшего будущего) можно включить:

- 2.1. Просветительскую деятельность научного направления, касающаяся предупреждения аварий зданий и сооружений;
- 2.2. Улучшение приборов и методик контроля, учитывающих различные особенности эксплуатации зданий и сооружений;
- 2.3. Улучшение методов, способствующих оценке технического состояния отдельных составных частей и конструкций целиком, прогноза вероятности аварии и др.

В заключение можно сказать, что одна из главных причин невысокого состояния строительства, а также роста числа аварий является невысокая эффективность работы проверяющих, которые отвечают за технический аспект, а также проектных групп организаций. Это часто оказывается связанным с правовой базой, которую следует дополнять, а также невысокой степенью производственного наблюдения подрядных организаций. В связи с этим следует уделить большое внимание вышеизложенным трем группам, способных уменьшить число аварий, что предотвратит потери и травмы среди людского населения, финансовые потери, временные и т.п.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерная защита [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://injzashita.com/osnovnie-prichini-avariie-i-meropriyatiya-po-usileniyu-konstrukciie.html>
2. Строительная газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cnb.by/servisy/novosti/predotvrashenie-avarij-zdaniij-i-sooruzhenij>
3. Аварии зданий и сооружений на территории РФ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/Avariizdaniijisooruzhenijn.html>
4. Предотвращение аварий зданий и сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eremin.weld.su/assets/files/26.pdf>

**СОЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КАК ОСНОВА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА  
ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУИРУЕМОГО ОБЪЕКТА  
(НА ПРИМЕРЕ ПРОМПЛОЩАДКИ ЗАВОДА «СИБКАБЕЛЬ»)**

А.А. Попова

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [pretty.nurka@yandex.ru](mailto:pretty.nurka@yandex.ru)

**SOCIOLOGICAL RESEARCH AS THE BASIS OF THE FUNCTIONAL ANALYSIS FOR  
CONDITIONS DETERMINATION OF THE RECONSTRUCTED OBJECTS FUNCTIONING  
(ON THE EXAMPLE OF THE PLANT INDUSTRIAL SITE "SIBKABEL")**

A.A. Popova

Scientific Supervisor: A/Professor, PhD G.V. Koblashova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
E-mail: [pretty.nurka@yandex.ru](mailto:pretty.nurka@yandex.ru)

***Abstract.** The article emphasizes the importance of sociological research when working out a renovation de-sign of industrial areas. The results of the sociological research which has been conducted as a part of the Mas-ter's research paper are represented with the purpose of studying the public attitudes towards the need of the reconstruction of the chosen urban land. The processed data showed an interest of the Tomsk citizens in changing of the current situation and a functional composition of a service infrastructure from the perspective of its adaptation to the current urban environment.*

В современных социально-экономических условиях российского общества стабильно важным остаётся вопрос либо сноса зданий (особенно промышленных, когда Градостроительный кодекс диктует необходимость вывода военных и послевоенных промышленных объектов за границы общественно-жилой застройки современных городов), либо их реконструкции, либо иных мероприятий по санации освобождающихся территорий.

Предпроектные изыскания и последующая разработка проектно-сметной документации, в т.ч. «поиск инвестиций», требуют долгого времени. Между тем заинтересованность инвесторов можно стимулировать различными предложениями городских властей по временному использованию части территории промышленной площадки[1]. Поэтому довольно привлекательной становится идея "обкатки" таких площадей с помощью их "реновации" - приспособления объектов за счет функциональной переориентации под нужды проживающего вблизи населения "малым финансированием" в отличие от "комплексного".

Как найти "идеал" функционального назначения? Помочь в этом может социологический опрос населения и анализ обслуживающей инфраструктуры исследуемого района с различными радиусами доступности (как социально-демографическими, так и транспортно-пешеходными). Данный способ позволяет, во-первых, раскрыть общественное мнение по отношению к реабилитируемой промышленной зоне, во-вторых, ранжировать по приоритетности потенциальные функции, пригодные в сложившейся городской среде[2].



Рис. 1. Опорный план со схемой демонтажа промышленных корпусов и прилегающей территории.

Для исследования была выбрана территория завода «Сибкабель», расположенная в Октябрьском районе г. Томска в границах ул. Белозёрская, ул. Пушкина и пер. Соляной, а именно площадка цеха № 2 (рис. 1). Цель исследования – выявить необходимость реорганизации данной среды и для жителей этого района, и для всего города. Методами сбора данных были определены: опрос на месте, интернет-опрос и экспертный опрос. В результате были опрошены учителя и школьники гимназии № 24, жители и работники района, студенты и преподаватели Томского государственного архитектурно-строительного университета, соседствующего с исследуемой территорией, а также люди, часто посещающие р-н Белого озера. Опрос проводился по заранее разработанной анкете с готовыми предполагаемыми ответами. Также предлагался выбор собственного варианта, который фиксировался отдельно. Всего было опрошено 428 человек, из которых: интернет-опрос – 337 человек; опрос на месте – 67 человек; экспертный опрос – 24 человека [3]. Результаты исследования представлены в виде графиков (рис. 2-4).

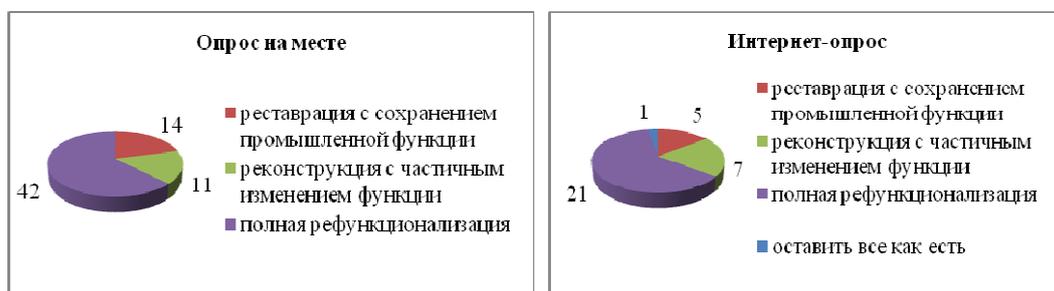


Рис. 2. Графическое представление результата по вопросу: «Какие изменения необходимо внести на территории завода «Сибкабель»?» (опрос на месте, интернет-опрос), чел.

Результат проведенных опросов показал, что большая часть анкетированных поддержала идею смены функции территории цеха № 2 завода «Сибкабель» на общественно-деловую, где в приоритете стала именно спортивная функция. Градостроительный анализ существующих спортивных сооружений г.Томска в радиусе 1,5 км. от исследуемой территории, показал, что данные объекты располагаются

только за пределами выбранного радиуса. Это фактически подтвердило, что не все жители имеют возможность пользоваться объектами спортивного назначения.

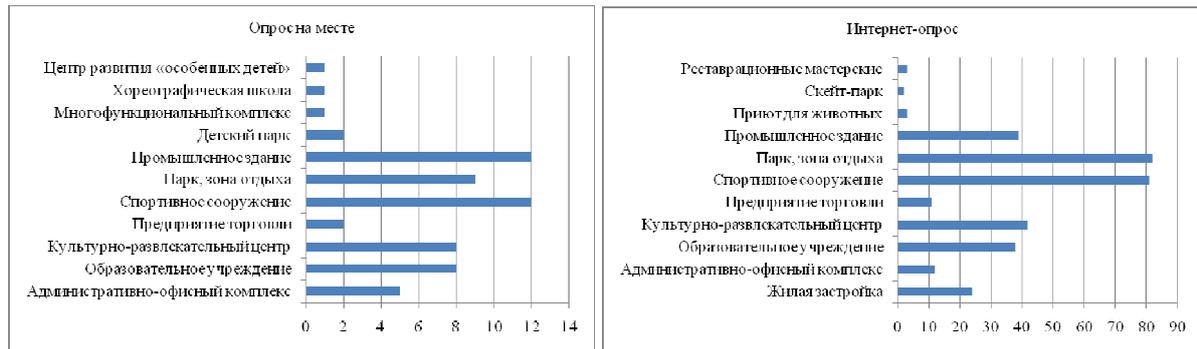


Рис. 3. Графическое представление результата по вопросу: «Какая функция для данной территории наиболее целесообразна?» (опрос на месте, интернет-опрос), чел.

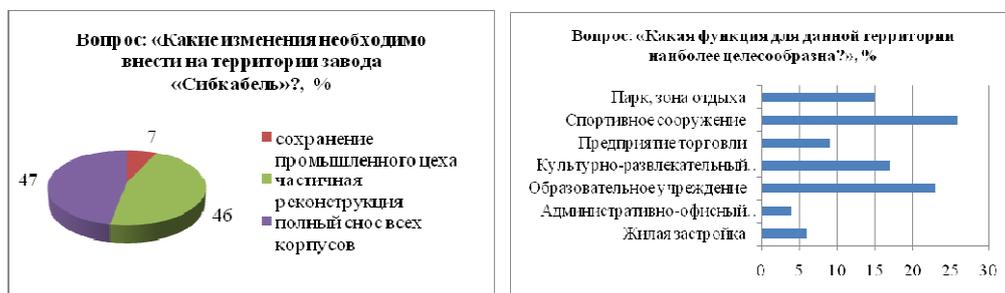


Рис. 4. Результаты экспертного опроса.

С учетом мнений граждан и экспертов можно обобщить изученные аспекты существующей проблемы и принять практическое решение в виде рекомендаций и проектов по развитию данной зоны за счет изменения функции территории и, таким образом, обеспечить социальные потребности населения в жилье, образовании, обслуживании и отдыхе, сформировать психолого-комфортное пространство обитания и общения, создать возможности социальной и пространственной адаптации в городской среде [3]. Именно это сегодня особо актуально для Томска.

Помимо этого проведенная работа позволила прояснить множество спорных моментов, касающихся сохранения на заводской территории различных промышленных объектов, и продемонстрировала общую заинтересованность жителей г.Томска в преобразовании и включении объектов промышленной реновации в структуру города и его общественно-культурную жизнь.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Топчий, Д.В.* Реконструкция и перепрофилирование производственных зданий / Д.В. Топчий / Научное издание. – М.: издательство Ассоциации строительных вузов. – 2008. – 144 с.
2. *Солонина, Н.С.* От заброшенной промышленной зоны к индустриальному парку. Результаты социологического исследования / Н.С. Солонина // Архитектон: известия вузов. 2011.–Июнь. – № 34. – Условия доступа : [http://archvuz.ru/2011\\_2/8](http://archvuz.ru/2011_2/8) (дата обращения: 24.01.2016).
3. *Попова, А.А.* Предпроектное обоснование новой функции промышленных объектов и их территорий / А.А. Попова // Молодежь, наука, технологии: идеи и перспективы (МНТ-2015). Материалы II Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – 2015. – С. 985–990. – Условия доступа: [http://tsuab.ru/upload/filesarchive/files/2015\\_MNT\\_Proceedings\\_file\\_1\\_674.pdf](http://tsuab.ru/upload/filesarchive/files/2015_MNT_Proceedings_file_1_674.pdf) (дата обращения: 20.02.2016).

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА

Д.С. Горкольева

Научный руководитель: доцент А.П. Ашихмин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [gorkoltsevadina@gmail.com](mailto:gorkoltsevadina@gmail.com)

## GEOMETRIC CALCULATION OF THE GEODESIC DOME

D.S. Gorkoltseva

Scientific Supervisor: A/Professor, A.P Ashihmin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: [gorkoltsevadina@gmail.com](mailto:gorkoltsevadina@gmail.com)

***Abstract.** In carrying out the research work, the calculations were carried out of the geodesic dome, needed for subsequent calculations of building a model of the dome of the object.*

Пространственные конструкции предназначены для покрытия общественных зданий, спортивных, зрелищных, торговых, выставочных и т.д. Они различаются по статической работе, геометрическими очертаниями срединной поверхности, форме перекрываемого плана здания или сооружения, конструктивными особенностями, материалами. Применение пространственных конструкций способствует значительной экономии материала и уменьшению массы по сравнению с покрытиями из плоских конструкций. Кроме того, такие конструкции обладают архитектурной выразительностью [1].

Геодезический купол известен с давних времен как особо прочная конструкция на грамм используемого материала, которым можно накрывать большие площади с использованием наименьшего количества строительных материалов [2].

Изучены конструктивные особенности купольного каркаса и его элементов. Исходя, из полученных данных технического задания были разработаны первоначальные документации построения моделей объекта.

В начале расчета было установлено, что на кровельный щит действует равномерно распределенная нагрузка:  $g_n = 59,2 \text{ кгс/м}^2$ ,  $g_p = 66,3 \text{ кгс/м}^2$ ,  $q_n = g_n + S_n = 99,6 \text{ кгс/м}^2$ , (при  $\alpha = 0^\circ$ ) и  $200,62 \text{ кгс/м}^2$ , (при  $\alpha = 50^\circ$ ),  $q_p = g_p + S_p = 130,94 \text{ кгс/м}^2$ , (при  $\alpha = 0^\circ$ ) и  $292,57 \text{ кгс/м}^2$ , (при  $\alpha = 50^\circ$ ).

Определяем недостающие геометрические характеристики купола:

$$\text{Радиус сферы } R = \frac{l^2 + 4f^2}{8f} = \frac{27^2 + 4 \times 8,343^2}{8 \times 8,343} = 15,094 \text{ м};$$

$$\text{Центральный угол } \varphi_0 = \arctg \frac{1}{2(R-f)} = \arctg \frac{2700}{2(1509,3 - 843,3)} = 63,5^\circ.$$

Тогда площадь перекрываемая куполом, будет равна

$$F = 2\pi R^2 (1 - \cos \varphi_0) = 2 \times 3,14 \times 15,094^2 (1 - 0,447) = 792,6 \text{ м}^2.$$

Настил выполнен из досок сечением 32x150 мм. Расчетный пролет принимаем равным 1 м (максимальное расстояние между ребрами). Полная распределенная нагрузка на одну доску настила при  $\alpha = 50^\circ$  составляет  $q_n = 35,5 \text{ кг/м}$  и  $q^p = 55,0 \text{ кг/м}$ .

Настил работает на косоу изгиб, но ввиду его большей жесткости параллельно скату, расчет ведем только на нагрузку, перпендикулярную скату:  $q_e^n = q_n \cos \alpha = 35,5 \times 0,643 = 22,9 \frac{\text{кзс}}{\text{м}} \left( 0,229 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right)$  и  $q_e^n = q_n \cos \alpha = 55 \times 0,643 = 35,4 \frac{\text{кзс}}{\text{м}} \left( 0,354 \frac{\text{кН}}{\text{м}} \right)$ .

Определяем изгибающий момент от монтажной нагрузки  $P=1 \times 1,2 = 1,2 \text{ кН}$  (постоянная нагрузка равна  $0,018 \text{ кН/м}^2$ ), тогда:

$$M = \frac{Pl}{4} + \frac{ql^2}{8} = \frac{1,2 \times 0,5}{4} + \frac{0,018 \times 0,5^3}{8} = 0,15 \text{ кН} \times \text{м} \text{ и } \sigma = \frac{0,15 \times 10^{-3} \times 6}{0,15 \times 0,022^2} = 12,4 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа}.$$

Определяем расчетную нагрузку:

$$q_p^v = q_p h_1 = 2,9257 \times 0,704 = 2,856 \frac{\text{кН}}{\text{м}},$$

Тогда изгибающий момент будет равен:

$$M = \frac{q_p^v l^2}{12} = \frac{2,856 \times 2,44^2}{12} = 1,417 \text{ кН} \times \text{м}.$$

Определяем напряжения в ребре сечением  $50 \times 150 \text{ мм}$  с учетом возможного ослабления отверстиями ( $50 \times 50 \text{ мм}$ ). Для этого определим момент инерции и момент сопротивления с учетом ослаблений [3].

$$I = I_{\text{бр}} - I_{\text{шт}} = \frac{5 \times 15^3}{12} = 1384 \text{ см}^2 \left( 1,384 \times 10^{-4} \text{ м}^4 \right),$$

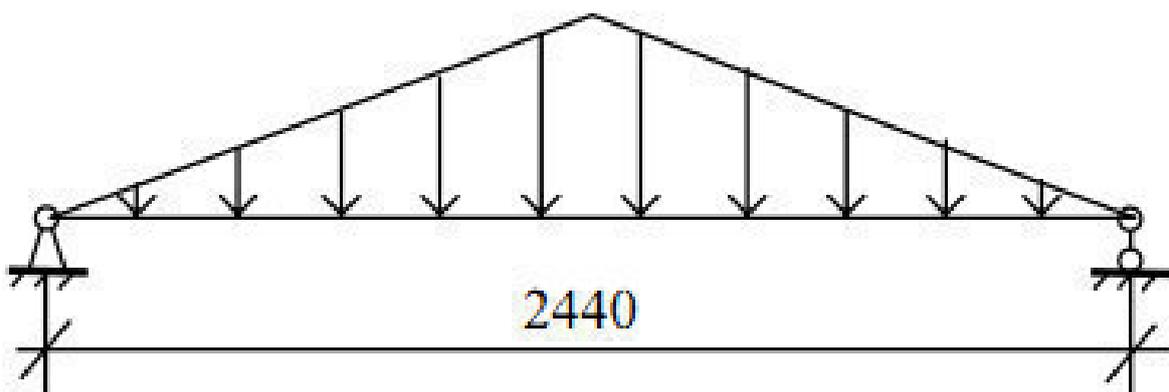


Рис. 1. Расчетная схема ребра.

Промежуточные ребра принимаем сечение  $50 \times 60 \text{ мм}$ .

Важным результатом работы является изучение конструктивных особенностей купольной конструкции и ее элементов [5]. В процессе исследований был выполнен геометрический расчет геодезического купола, установлено, что конструкция обладает достаточной прочностью, жесткостью и надежностью с коэффициентом безопасности по нагрузке 1,2. Приведены чертежи и эпюры усилий в куполе от одностороннего загрузения снеговой нагрузкой и от ветровой нагрузкой.

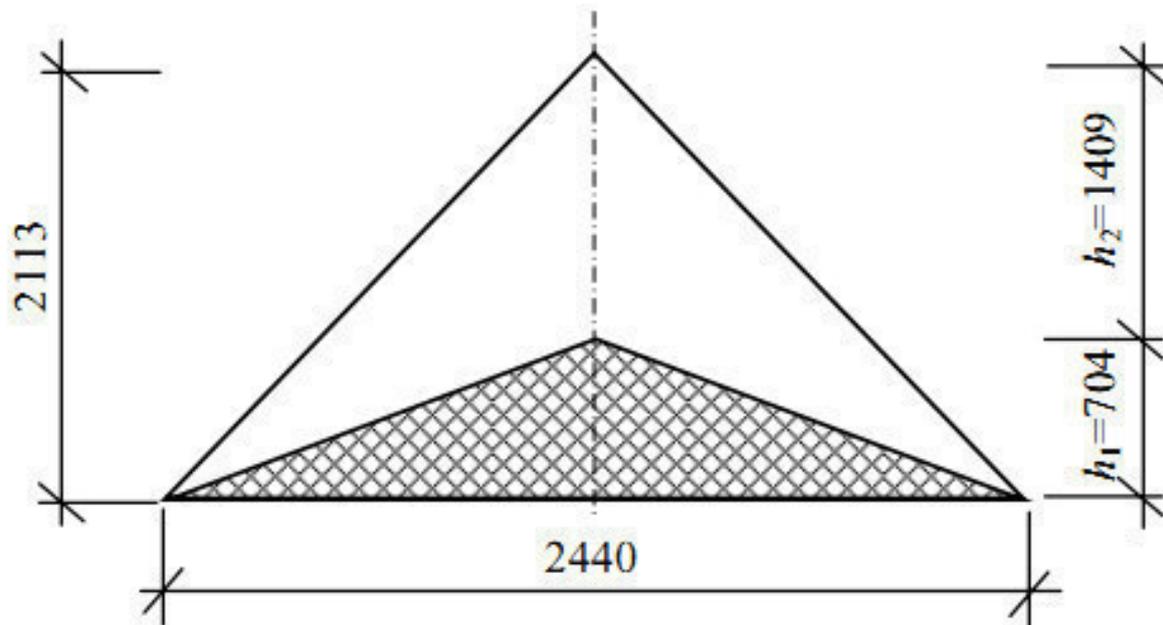


Рис.2. Расчетная площадь.

Необходимо сказать, что обтекаемая форма купола, отсутствие фасадных плоскостей дает конструкции возможность равномерного поверхностного распределение природных перегрузок – ветровых, снеговых, сейсмических. Круг и купол, совмещенные в одной конструкции составляют основу ограждения пространства дома – стены, перекрытия и кровлю. Из расчетов видно, что купольная форма строительной конструкции подвижна и позволяет без разрушения воспринимать вихревые, волновые и сейсмические критические нагрузки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арленинов Д.К. Эффективные деревянные конструкции и методы их расчета с учетом нелинейных зависимостей: Автореф. дис. докт. техн. наук / Моск. гос. ун-т путей сообщ. М., 1995. — 43 с.
2. Строительные конструкции. Строительная физика: ЦИНИС, Реферат, инф., серия VIII.М., вып. И, 1978.- с. 15-17.
3. Буаллаг Бубакер. Расчет пологих оболочек из плоских элементов и с учетом геометрической и физической нелинейности. Автореф. дис. канд. техн. наук. Москва, 1991. -23 с.
4. Журавлев А.А., Скуратов С.В. Расчет многогранных куполов на воздействие ветровой нагрузки // Легкие конструкции зданий: Сб. тр. — Ростов н/Д, 1989. С. 68-78.
5. Варвак П.М., Дехтярь А.С., Котова Л.Б. Некоторые новые результаты в области оптимального проектирования оболочек — покрытий в виде куполов // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1976.- № 7.-С. 30-35.

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И КРАТКОВРЕМЕННОМ ДИНАМИЧЕСКОМ  
НАГРУЖЕНИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ РАСПОРА.**

Д.Р. Галяутдинов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. О.Г. Кумпяк  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [DaudG@yandex.ru](mailto:DaudG@yandex.ru)

**EVALUATION STRENGTH AND DEFORMATION CHARACTERISTICS REINFORCED CONCRETE  
CONSTRUCTIONS AT STATIC AND DYNAMIC LOADING WITH THE INFLUENCE OF THE  
THRUST REACTION.**

D.R. Galyautdinov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. O.G. Kumpyak  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Sq. Solaynaya, 2, 634003  
E-mail: [DaudG@yandex.ru](mailto:DaudG@yandex.ru)

***Abstract.** The results of experimental and theoretical study of reinforced concrete beams with spacers. The presence of thrust forces leads to a significant increase in bearing capacity and reduced deformability. It is found that the strength of the beam increases with the strength of the concrete. Influence of thrust is more pronounced in the beams with a smaller percentage of reinforcement.*

Современные методы расчета железобетонных конструкций на кратковременные динамические воздействия большой интенсивности исходят их предпосылок, которые не полностью учитывают особенности действительной работы конструкции. Все реальные конструкции имеют в опорной части связи (заанкеривание элементов на опорах, замоноличивание зазоров между торцами элементов), которые препятствуют горизонтальному смещению опорных сечений при нагружении и приводят к возникновению продольного усилия.

При статическом нагружении данный фактор изучен в достаточной степени [3, 4]. Результаты проведенного численного расчета конструкций на действие статических нагрузок с учетом влияния распора свидетельствуют об увеличении несущей способности конструкций в зависимости от процента армирования поперечного сечения ( $\mu$ ) и податливости опорного сечения ( $c$ ) (рис. 1, а), а также от прочности бетона на осевое сжатие ( $R_b$ ) (рис. 1, б) вследствие появления распора.

При динамическом воздействии влияние распора неоднозначно: с одной стороны, наличие горизонтальной реакции повышает несущую способность элемента, а с другой – снижает его деформативность, что ведет к снижению пластической стадии деформирования конструкции. Данный вопрос рассмотрен в работах Н.Н. Попова и Б.С. Расторгуева [4], Т.Н. Виноградовой [2], Кумпяка О.Г., Галяутдинова З.Р. [5]. Явление распора необходимо учитывать, так как при действии нагрузок аварийного характера в конструкциях в ряде случаев допускается работа арматуры за пределами

упругости, что приводит к увеличению деформаций растянутой зоны, и соответственно росту горизонтальной реакции.

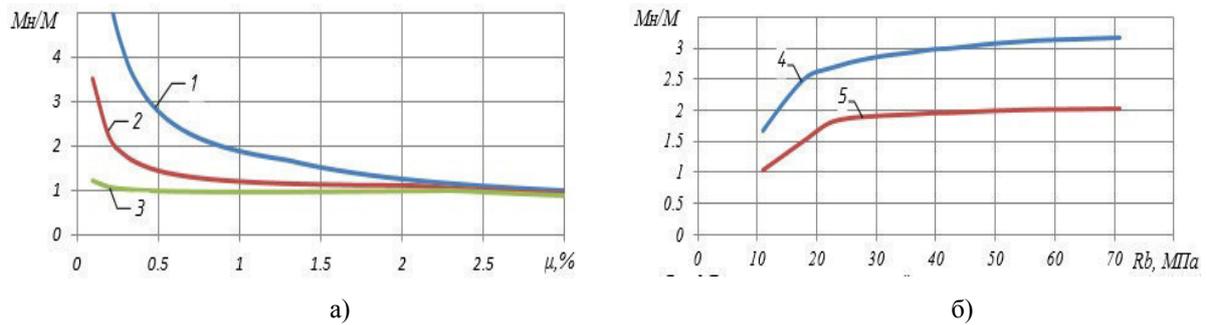


Рис. 1. Изменение несущей способности балки с распором при статическом нагружении в зависимости от процента армирования ( $\mu$ ) при разной податливости ( $c$ ) опор (а) и прочности бетона на осевое сжатие ( $R_b$ ) (б) [4]:

$M_n$  – предельный изгибающий момент с учетом распора;  $M$  – предельный изгибающий момент без учета распора; 1, 2, 3 – податливость опорного сечения 1-8.6; 2-33; 3-330;  
4, 5 – процент армирования 4- $\mu=0.5\%$ ; 5- $\mu=1\%$ .

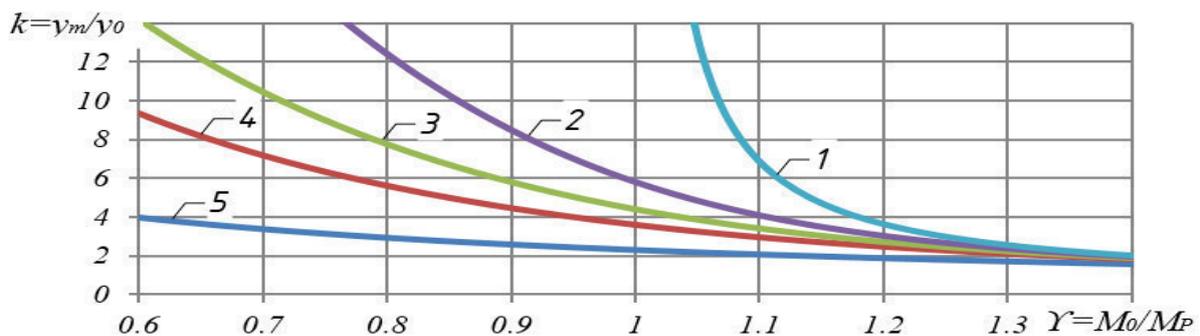


Рис. 2. Зависимость  $k$  от  $\gamma$  для балок, работающих с распором (2, 3, 4, 5) и без распора (1), при действии внезапно приложенной, постоянной по времени нагрузки  $p(t) = \text{const}$  [2]:

$M_0$  – изгибающий момент в конце упругой стадии;  $M_p$  – изгибающий момент от действующей нагрузки;  $\gamma_m$  – предельный прогиб конструкции;  $\gamma_0$  – упругий прогиб конструкции; 1 – балка без распора,  $c = \infty$ ; 2 –  $c=80$ ,  $\mu=1\%$ ; 3 –  $c=40$ ,  $\mu=1\%$ ; 4 –  $c=80$ ,  $\mu=0.5\%$ ; 5 –  $c=10$ ,  $\mu=0.5\%$ .

Как видно из рис. 2, распор в значительной степени влияет на деформативность конструкции. Уменьшение податливости горизонтальных опор ( $c$ ) и процента продольного армирования ( $\mu$ ) приводит к значительному снижению продольных деформаций балки.

Для оценки достоверности теоритических расчетов были запроектированы, изготовлены и испытаны две серии образцов. Образцы первой серии испытаны при статическом, а второй серии – при кратковременном динамическом нагружении. В каждой серии исследовано по две балки одна из которых без распора, вторая с распором (рис. 3)



Рис. 3. Стенд при статическом (слева) и кратковременном динамическом(справа) нагружениях с распором.

По результатам испытаний получены диаграммы изменения перемещений конструкции, а также деформаций арматуры, бетона и тяжей, ограничивающих горизонтальное смещение. Диаграммы деформирования тяжей представлены на рис. 4.

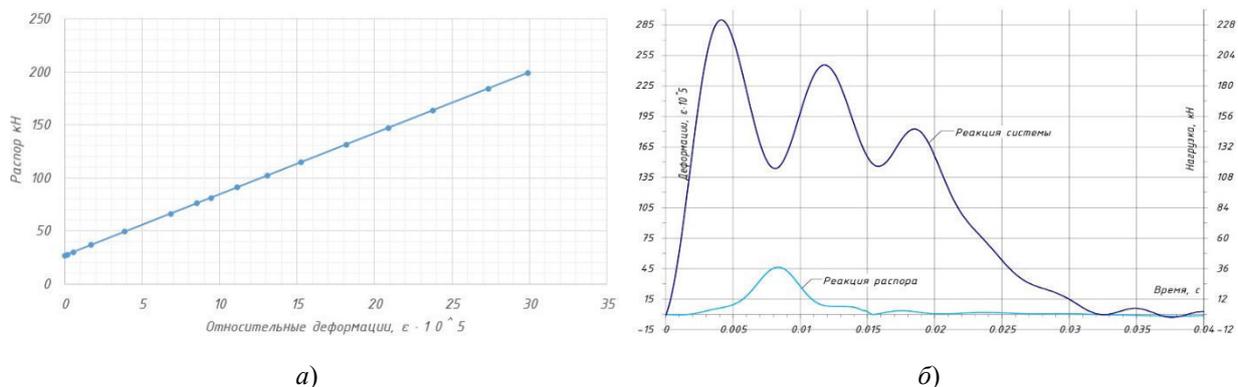


Рис. 4. Деформации тяжей при статическом (а) и кратковременном динамическом(б) нагружениях.

В результате статических испытания для шарнирно опертой балки без распора разрушающая нагрузка составляла 64 кН, а для балки с распором 168 кН, увеличение несущей способности по нагрузке составило 262.5%, при этом прогибы снизились на 235%. Появление первых трещин в балке без распора отмечено при нагрузке 24 кН, а с распором 36 кН. Развитие трещин в балках с распором протекало гораздо медленнее, чем в балках без распора.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А.А. и др. Новое о прочности железобетона. М. Стройиздат, 1977 г.
2. Виноградова Т.Н. Влияние распора на работу железобетонных балочных конструкций при кратковременных динамических воздействиях. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. 1977 г.
3. Попов Н.Н. Влияние трещин на деформации и на распределение усилий в железобетонных конструкциях. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, 1948 г.
4. Попов Н.Н, Расторгуев Б.С. Динамический расчет железобетонных конструкций. М. Стройиздат, 1974 г.
5. Кумпак О.Г, Галяутдинов З.Р. Экспериментальные исследования опертых по контуру железобетонных плит с распором. Т. ТГАСУ, 2015г

### MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG VON SCHWINGUNGEN IN GENERATOREN

К.В. Мельнов, Е.К. Prokhorets A.N. Gavrilin

Wissenschaftlicher Leiter: Dr. E.K. Prokhorets

Wissenschaftliche Sprachbetreuerin: Dr. E.K. Prokhorets

Polytechnische Universität Tomsk, Russland, Tomsk, Lenin-Str., 30, 634050

E-Mail: [kvm11@tpu.ru](mailto:kvm11@tpu.ru)

### МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ВИБРАЦИИ В ГЕНЕРАТОРАХ

К.В. Мельнов, А.Н. Гаврилин, Е.К. Прохорец

Научный руководитель: к.п.н., доцент Е.К. Прохорец

Руководитель-лингвист: к.п.н., доцент Е.К. Прохорец

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 63-40-50

E-mail: [kvm11@tpu.ru](mailto:kvm11@tpu.ru)

**Аннотация:** Данная статья посвящена изучению динамических процессов происходящих в технологической системе. Основным вредным динамическим процессом является вибрация. Вибрация негативно сказывается на работе машин и механизмов, приводя к преждевременному выходу из строя технологического оборудования. В данной статье будет рассмотрено влияние вибрации на генераторы, определены условия возникновения и методы снижения.

Dynamische Systeme finden zahlreiche Anwendungen nicht nur in der Technik, sondern auch in Physik, Chemie, Biologie, Medizin und in den Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften. Dynamische Prozesse sind: die Schwingungen, Oberflächenrauigkeit, die Verringerung der Lebensdauer von Anlagen und Komponenten. Der wichtigste negative dynamische Prozess ist Schwingung. Es gibt viele Verfahren zur Reduzierung von Vibrationen. Für komplizierte dynamische Systeme ist es jedoch nicht immer einfach, um ein stabiles Verhalten zu etablieren.

Für die Analyse von dynamischen Prozessen in dynamischen Systemen, einschließlich die Schwingung in den Generatoren, werden praktische und theoretische Studien durchgeführt. So ist nach den Ergebnissen der Studie von Doktor der Ingenieurwissenschaften Günter Ebi, die stärkste Anregung des Gehäuses rührt von den Schwingungen des Blechpakets her. Sie haben ihren Ursprung in den radialen Komponenten der magnetischen Induktion im Luftspalt. Bei zentrischer Rotorlage und symmetrischer Wicklung sind die Radialspannungen an diametral gegenüberliegenden Orten des Luftspalts entgegengesetzt gleich groß und greifen an der Oberfläche der Statorbohrung und des Rotors. In der Kräftebilanz an den Generatorfußpunkten heben sich die aus den Radialspannungen resultierenden Kräfte auf, d.h. sie werden nicht auf das Fundament übertragen. Hingegen erfährt das Blechpaket eine periodische Wechselverformung, die sich auf das Gehäuse überträgt und damit Ursache für Gehäuseschwingungen ist. Die maximalen Auslenkungen an der Statorbohrung erreichen bei größeren Maschinen Werte von 10 µm und mehr. Dagegen ist die Verformung am Rotor aufgrund der viel höheren Steifigkeit des Rotorballens vernachlässigbar klein und ohne Bedeutung auf das Schwingungsverhalten des Generators [1].

Die Folge ist eine mit doppelter Netzfrequenz umlaufende Verformung des Blechpakets. Diese Anregung lässt sich weder durch konstruktive Maßnahmen noch durch sehr sorgfältige Bearbeitung verhindern und sie ist vor allem dafür verantwortlich, dass das Gehäuse schwingt, sobald der Generator arbeitet [1].

Neben der Grundwelle verursachen auch die Oberwellen des Luftspaltfeldes Radialkraftwellen mit entsprechend höheren Periodizität. Diese können wiederum über die Verformung des Blechpakets das Gehäuse zu Schwingungen anregen. Als anregende Frequenzen kommen bei synchron drehendem Rotor grundsätzlich alle ganzzahligen Vielfachen der Netzfrequenz in Frage.

Auf der Grundlage den Oben genannten kann gesagt werden die den Turbogenerator beeinflussende Schwingung hat höhere harmonischen Kraftwellen. Sie entstehen als Ergebnis von Induktionsoberwellen der Rotorwicklung mit den Induktionsoberwellen der Statorwicklung. Dabei können sich resultierende Kraftwellen sowohl in als auch entgegengesetzt zur Drehrichtung fortbewegen. Die Richtung wird durch das Vorzeichen der Ordnungszahl festgelegt.

Nach der Meinung von H. Markus, K. Senske außer den magnetischen Kräften können auch Fliehkräfte, hervorgerufen durch Unwuchten, das Gehäuse anregen. Dieser Fall tritt bei Schildlagermaschinen auf. Die von der Rotorunwucht herrührenden Fliehkräfte werden über Lager und Lagerschild in das Gehäuse eingeleitet [2].

Weiter, Unwuchtschwingungen müssen vielmehr durch geeignete Verbesserungen am Rotor oder am Strang therapiert werden, z.B. Ausrichtung, Wuchten, etc. Das bedeutet für den Diagnose-Ingenieur vor Ort, dass er doppelt drehfrequente Unwuchtschwingungen bei den 2-poligen Generatoren eindeutig identifizieren und von elektromagnetisch angeregten Gehäuseschwingungen unterscheiden muss. Dies kann beispielsweise durch Messung der frequenzabhängigen Schwingungsformen geschehen, aus denen Rückschlüsse auf die anregenden Kräfte gezogen werden können [2].

Hier kann man eine zwischen Schlussfolgerung ziehen: Gelingt es nicht, die elektromagnetischen Kraftwellen konstruktiv zu beherrschen, können hohe Schwingungen entstehen, die auch äußerlich als Gehäuselärm deutlich wahrnehmbar werden. Die Folgen sind vorzeitiger Verschleiß und erhöhter Lebensdauerverbrauch von Blechpaket und Wicklung, sowie in den schlimmsten Fällen Ermüdungsrisse in Schweißnähten sowie spontanes Versagen durch Ständerkurzschlüsse und Eisenbrand.

Ein hohen Schwingungen ausgesetztes Blechpaket unterliegt der Gefahr von Lockerungen in Blechpaket, Blechpaketaufhängung und Wicklung. Unter dem Einfluss starker Schwingungen können sich fertigungsbedingte Unebenheiten zwischen benachbarten Blechen ausgleichen. Obwohl die damit verbundenen Dickenänderungen nur im Tausendstel Millimeter Bereich liegen, kann die Gesamtverkürzung des Blechpakets aufgrund der Schichtung vieler Tausend Einzelbleche einige Millimeter erreichen. Bei nachlassender Verspannung steigt die Bewegungsfreiheit der Bleche und es kann zum Abrieb der Isolationsschicht führen. Als Folge davon bilden sich Warmstellen, die sich ausbreiten und die Isolation der Wicklung schädigen können [1].

In Blechpaketen mit elektrisch isolierter Aufhängung in den Schichtbalken können erhöhte Schwingungen zum Abrieb der Isolation führen. Lockerungen der Blechpaketaufhängung bedingen ein weiteres Ansteigen der Schwingungen und eine Beschleunigung des Isolationsabriebs. Kommt es zu metallischem Kontakt zwischen Schichtbalken und Blechpaket, fließen hohe Ausgleichsströme in den Schichtbalken, die an den Übergängen zum Blech oder zur Pressplatte zu Heißstellen und zu metallischen Abschmelzungen führen können [3].

Die Schwingungen des Blechpakets übertragen sich auch auf die Wicklung, da die Stäbe sehr fest an die Nut angebunden sind. Auch hier können Lockerungen der Stäbe und damit Relativbewegungen zwischen Stab und Blech ausgelöst werden. Die Folge sind Abrieb des Glimmschutzes und Funkenerosion der Stabisolation. Weitere Auswirkungen erhöhter Statorschwingungen können Überbeanspruchungen der Stäbe am Nutaustritt mit

Ermüdungsrissobildungen in der Stabisolation oder die Bildung von Reibstellen in den Wickelkopfabstützungen mit Lockerungen des Wickelkopfverbandes als Folge sein [1].

Dieser Auszug ist dem Artikel von Autor Dr. Ing. Günter Ebi entnommen. Um den Risiken eines vorzeitigen Verschleißes von Blechpaket und Wicklung vorzubeugen, stellt sich die Frage nach betrieblich zulässigen Werten für die Schwingungsamplitude. Das internationale Normenwerk liefert für Grenzwerte der Blechpaket- oder Gehäuseschwingungen, die durch elektromagnetische Kräfte verursacht werden, keine konkreten Angaben. In der Literatur werden als akzeptable Blechpaketschwingungen folgende Amplitudenwerte angegeben [1]:

Große Turbogeneratoren: 20  $\mu\text{m}$

Hydrogeneratoren: 18  $\mu\text{m}$

Schädliche Vibrationen treten immer in Zusammenhang mit Resonanz- beziehungsweise resonanznahen Zuständen auf. Dies gilt insbesondere für die  $2f_1$  Grundwelle mit der 4-Knotenform, deren Amplitude mit bis zu 0,2 MPa die stärkste Anregung erzeugt. Gehäuse, deren 4-Knoten-Biegeeigenform unterhalb von  $2f_1$  liegt, nennt man starre Gehäuse, liegt sie darüber, handelt es sich um elastische Gehäuse [5].

Der Verdacht auf resonanznahe Schwingungen im Betrieb kann mit Hilfe von Modalanalysen durch Anschlagversuche am Gehäuse außen einfach und ohne Demontage des Generators untersucht werden. Parallel zur Messung können FE-Modelle erstellt und anschließend mit Hilfe der Messungen validiert werden. Diese zeitgleich durchgeführten Berechnungen und Messungen erlauben sehr schnell eine genaue Identifizierung der Ursachen und, was noch wichtiger ist, die rasche Entwicklung von Lösungsvarianten zur Schwingungsreduzierung. Das validierte Rechenmodell bietet den großen Vorteil, diejenige Variante zu ermitteln, die mit minimalem Nachrüstaufwand das kleinstmögliche Schwingungsniveau ergibt. Dieses Verfahren führt mit geringstmöglichem finanziellem und zeitlichem Aufwand methodisch sicher zur technisch-wirtschaftlichsten Lösung [5].

Es sind folgende Schlussfolgerungen zu ziehen Aus physikalischen Gründen müssen Generatorgehäuse schwingen. Die physikalischen Kenngrößen - die Frequenzen, die Amplituden, die Phasenlage - sind jedoch beeinflussbar. Die durchgeführten Forschungen lassen zu, dass die Schwingungen negativ die Arbeit des Generators beeinflusst, da der Grund ihres Entstehens bestimmt ist. Es ist deshalb schon immer eine Aufgabe der Entwicklungsingenieure gewesen, die Schwingungen durch geschickt gewählte konstruktive Maßnahmen in tolerierbaren Grenzen einzufangen.

Zum Schluss sei es betont, dass dieser Artikel sehr bedeutsam für die obige Studie ist, und wird uns bei der Untersuchung helfen, ihnen den Einfluss der Schwingung in die Metallbearbeitung zu reduzieren.

#### LITERATURHINWEISE

1. "Maßnahmen zur Reduzierung von Gehäuseschwingungen bei Generatoren": Dr.-Ing. Günter Ebi, Sensoplan AG, Hohentengen
2. H. von Markus, K. Senske: "Engineering of Generators for Large-Capacity Steam Power Plants", Siemens Power Journal.
3. DIN ISO 10816 „Bewertung der Schwingungen von Maschinen durch Messung an nicht rotierenden Teilen“, Teil 1 bis 6
4. VibroSystM Inc., Canada: Hydrogenerator Mechanical Tolerances', 1999, [www.vibrosystem.com](http://www.vibrosystem.com)
5. Bass, Kostyantyn: „Automatisierung der Messbereichsanpassung einer hochdynamischen Abgasmessanlage in Verbindung mit der Modellierung von HCKonzentrationen“, Universität Kassel, Diplomarbeit, 2009

**VORAUSSETZUNGEN DES ENTSTEHENS VON MODULAREN SYSTEMEN IN DER  
ARCHITEKTUR UND STADTPLANUNG**

E. G. Jakobovitsch, A. S. Jaschina

Wissenschaftlicher Begleiter – Remartschuk S.M., Oberlehrer

Sprachberaterin – Kuznetzova N.G., Professor Ph.D., Lehrstuhlleiterin

Tomsker Staatliche Universität für Architektur und Bauwesen, Russland, Tomsk,

Solyanaya Str., 2, 634003

E-mail: [evgeniya.yakubovich@bk.ru](mailto:evgeniya.yakubovich@bk.ru)

**ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ В АРХИТЕКТУРЕ И  
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Якубович Е.Г., Яшина А.С.

Научный руководитель: Ремарчук С. М.

Консультант–лингвист: Кузнецова Н.Г., д.филол.н., профессор

Томский государственный архитектурно-строительный университет

634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: [evgeniya.yakubovich@bk.ru](mailto:evgeniya.yakubovich@bk.ru)

***Аннотация:** В статье выявлены предпосылки возникновения систем модулей и пропорций в архитектуре и градостроительстве. Приводятся данные об основных мировых системах модулей и пропорций в архитектуре и градостроительстве, в том числе: трактат «Инцзао фаши» и модульная система «Доу- Коу», трактат Чжоу Ли, система «Киварихо» и модуль «Кен», система античных ордеров и гипподамова структура, Модуль Ле Корбюзье.*

Unsere Architektur ist im bestimmten Sinne ein Spiegelbild der Natur, ihrer Formen und Konstruktionen, ihrer Oberflächen und Farbkombinationen. Die heutigen Erfahrungen zeigen, dass mit der Entstehung des metrischen Maßsystems das naturnahe und harmonische Maßsystem unserer Vorläufer, das auf den Naturgesetzen, und zwar auf den menschlichen Körperproportionen, ruhte, verloren ging. Das moderne metrische Maßsystem ist einfach zu handhaben, trotzdem nach manchen Quellen menschen- und naturfremd.

Die antike Welt umfasst mehrere reiche Entwicklungsperioden, die uns seit 5000 Jahre v. Ch. bekannt sind. Es geht grundsätzlich um 2 große geographische Regionen der Antike, in denen die Mehrzahl der Kulturen entstand – um den Westen und den Osten. Mehrere Künstler haben schon in der Vergangenheit darauf geachtet, dass die menschlichen Körperteile mit einander durch bestimmte Proportionen verbunden sind und als Maßeinheiten genutzt werden können. Der menschliche Körper selbst kann als Standard auftreten. Deswegen kann man vermuten, dass als Voraussetzung für die Entstehung der modularen Systeme in der Architektur und Stadtplanung die Körperproportionen sowie die anderen natürlichen Proportionen als Messsysteme dienten.

Nach dem Studium der Geschichte von modularen Systemen in der Architektur und Stadtplanung, indem man alle bekannten Beispiele der Modularität aus der Vergangenheit und der Gegenwart mit einander vergleicht, kann man Voraussetzungen für Entstehung der Modulsysteme identifizieren [2].

Das Hippodamische Schema, oder Hippodamische System stammt aus dem V. Jahrhundert v. Ch. und ist eine Methode der griechischen Antike zur Erweiterung, Neugründung oder zum Wiederaufbau von Städten. Es bedeutet eine Weiterentwicklung des bestehenden Streifenstadtmodells, mit in einem Raster angelegten Parzellen und zentraler Agora. Rechteckige Parzellen, zu doppelreihigen Blöcken gefasst, sind durch breite Hauptstraßen und diese rechtwinklig kreuzende schmalere Nebenstraßen erschlossen. Typenhäuser garantieren eine optimale Grundstücksausnutzung und gleichberechtigte Wohnstandards.

Hippodamos von Milet entwickelte es aus dem Gedanken der Gleichheit aller Bürger, der Isonomia.

In der modernen Stadtarchitektur ist auch der Ausdruck Quadratrastertyp für einen Strassenplan im hippodamischen System gebräuchlich. Im Jahre 479 v. Chr. wurde die Stadt Milet nach der Zerstörung durch die Perser dem hippodamischen System gerecht in Blöcken von drei zu zwei Parzellen wiederaufgebaut. 352 v. Chr. wurde Priene nach den Harmoniegesetzen des Pythagoras und dem hippodamischen System entsprechend gebaut (abb.1). In den römischen Städten wurde dieses Prinzip übernommen (Augusta Treverorum, CCAA, Leptis Magna etc.) [1; 4; 6].

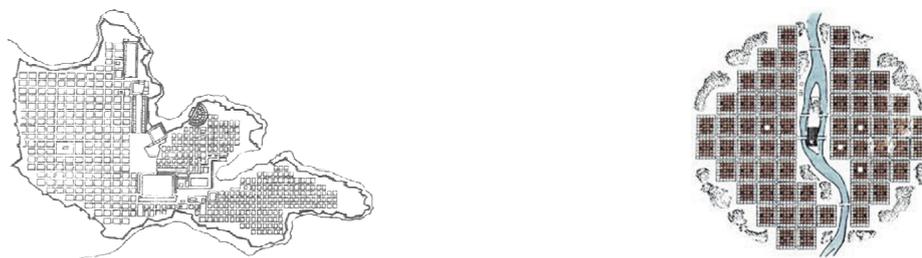


Abb. 1. Das Gebiet in der städtischen Umwelt auf dem Hippodamische Schema .

In der bekannten Abhandlung "De architectura libri decem" (zwischen 33 und 22 v. Chr.) des römischen Architekten Vitruv (Vitruvius, Marcus Vitruvius Pollio) werden umfassend die Architektur und Bautechniken jener Zeit analysiert. Die Bücher 1 bis 7 widmen sich der Tätigkeit des Architekten, während die Bücher 8 bis 10 mehr dem heutigen Ingenieurwesen zuzurechnen sind. Das dritte, vierte und fünfte Bücher befassen sich mit der Theorie der architektonischen Ordnungen, wo ausführlich ihre Klassifikation und Regeln ihrer Konstruktion dargestellt werden.

Vitruvius hat eine detaillierte Beschreibung der ionischen, dorischen, korinthische und toskanischen Säulenordnungen gemacht. Bei der Bestimmung der Ordnungsgröße nutzte er als Grundmaß das Modul – die Maßeinheit, die dem Radius an der Basis einer Säule gleich war [3; 4; 6]. Die Proportionen der Ordnung können leicht mit Hilfe des Moduls auf der Grundlage bestimmter Regeln mit einfachen Zahlenverhältnissen berechnet werden. Später wurde diese Abhandlung von Vitruvius sowohl von Theoretikern der Säulenordnungen verwendet, als auch weit in der Baupraxis eingesetzt.

Im XII. Jahrhundert u. Z. wurde die nicht weniger berühmte Abhandlung "Yingzao fashi" ("Building Standards") vom chinesischen kaiserlichen Architekten Li Jie veröffentlicht. Die Abhandlung umfasst die Bauverfahren, denen zu Grunde das modularen System "Cai Fen" liegt. Dieses System enthält sowohl eine Standardisierung der Bauelemente und ihre Zusammenpassung zu einander, als auch eine Standardisierung des Baus generell auf der Grundlage der Standard-Sektionen.

Das System nutzt acht Standardgrößen von modularen Bauelemente aus Holz. Diese acht Standardtypen von modularen Elementen verwendet man zur Dimensionierung und Proportionierung aller Holzbauten wie Tempel, Paläste, Herrenhäuser, Wohnhäuser, Pavillons usw. Als Mindestgrundmoduleinheit in der chinesischen

Der Abstand zwischen den Gebäudewänden wurde ken-fach oder 1/2 ken-fach bestimmt [5]. Die Abmessungen von Fenstern, und Türen wurden auch in diesem System berechnet, was den Bauablauf stark

vereinfachte, beschleunigte und die Baukosten reduzierte. Zuerst wurde Ken zur Bestimmung des Abstandes zwischen 2 Säulen genutzt, aber später wurde es zum Standard für Wohngebäude geworden. Ken ist zugleich ein ästhetisches Modul und eine absolute Maßeinheit, die die Struktur, das Material und den Raum in der japanischen Architektur bestimmt.

Später, im 20. Jahrhundert u. Z. entwickelte der weltberühmte Architekt Le Corbusier ein Proportionssystem – Der Modulor. Dieses System stellt den bedeutendsten modernen Versuch dar, der Architektur eine am Maß des Menschen orientierte mathematische Ordnung zu geben. Er steht damit in der Tradition von Vitruvius. Das System basiert auf den menschlichen Maßen und dem Goldenen Schnitt. Zuerst nahm Corbusier 175 cm, ab 1950 183 cm (entspricht sechs Fuß) als menschliches Maß an (abb. 2). Diese angenommene Standardgröße des menschlichen Körpers ist Ausgangswert einer geometrischen Folge von Maßen, die jeweils zueinander in der Proportion des Goldenen Schnitts stehen.

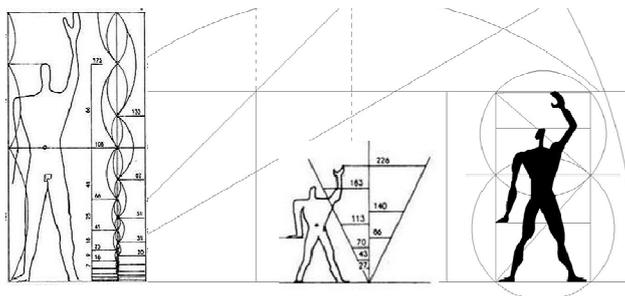


Abb. 2. Proportional Scale - Modulor.

Nach der Betrachtung mehrerer weltberühmter modularer Systeme kann man feststellen, dass zu Grunde der meisten modularer Systeme unter Berücksichtigung ihrer Vielfalt und Anzahl der Herkunftsorte gemeinsame organisatorische Prinzipien liegen, weil alle diese Systeme die gleichen Voraussetzungen zur Entwicklung haben. Sicherlich unterliegen sie alle den allgemeinen Gesetzen des menschlichen Körperbaus, d.h. den Grundlagen der Raumstrukturierung – der Anthropometrie und Ergonomie.

#### REFERENLISTE:

1. Fu Xi. Alte chinesische Architektur. China, 2004. - 359 S.
2. Litvinenko NS, Luchkova VI-Module und das System der Proportionen in der Abhandlung "Intszo fashi" und seinen Einfluss auf die chinesische Architektur der Song-Dynastie / Neue Ideen des neuen Jahrhunderts - 2013 .: Dreizehn Materialien der internationalen wissenschaftlichen Konferenz FAD PNU = Die Neue Ideen von New Century 2013: Die dreizehn Internationale Scientific Conference Proceedings of FAD PNU: 3 t / Tikhookean .. Zustand. Univ. - Chabarowsk: Verlag Tikhookean. Zustand. University Press, 2013. - T. 1. p. 161-170.
3. Die Geschichte der Architektur / Auguste Choisy. 1. Tom Lane. mit fr. V. Blavatsky. - Moskau: Verlag der All-Union Academy of Architecture, 1960 - 1260 p. Schlick.
4. Luchkova VI Eine kurze Geschichte der Stadtentwicklung vorindustriellen mira.- M: Max. Press, 2007. - 356 mit Schlick.
5. Luchkova VI Planung und Architektur des antiken und mittelalterlichen Japan: Studien. Nutzen / VI Luchkova. - Chabarowsk: Verlag Tikhookean. Zustand. University Press, 2013. - 181 S.
6. Ästhetik Proportionen in Natur und Kunst / M. Ghica; per. mit fr. VV Belyustina. - Moskau: Verlag der All-Union Akademie für Architektur, 1936. - 312 S.: Schlick. - (Die architektonischen Proportionen; Bd IV.). - Bibliographie. in der Region. Referenz.

**DIE ANALYSE DES GEFÜGESTRUKTURS VON SCHIENENSTOßEN DURCH  
ULTRASCHALLPRÜFUNG**

A.R. Ryzhova, E.K. Prokhorets

Wissenschaftlicher Leiter: Fr. Dr. E.K. Prokhorets

Wissenschaftliche Sprachbetreuerin: Fr. Dr. E.K. Prokhorets

Polytechnische Universität Tomsk, Russland, Tomsk, Lenin-Str., 30, 634050

E-Mail: [annalodo@yandex.ru](mailto:annalodo@yandex.ru)

**АНАЛИЗ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ СТЫКА РЕЛЬСА УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ**

А.О. Рыжова, Е.К. Прохорец

Научный руководитель: к.п.н, доцент Е.К. Прохорец

Руководитель-лингвист: к.п.н, доцент Е.К. Прохорец

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [annalodo@yandex.ru](mailto:annalodo@yandex.ru)

***Аннотация.** Статья посвящена анализу и оценке возможностей ультразвукового контроля структурного параметра материала – размера зерна в сварных стыках рельсов.*

*Увеличение одиночного выхода рельсов из строя в процессе эксплуатации говорит об ухудшении качества производимых рельсов. Поэтому необходима разработка новых методов контроля рельсов при выпуске и оптимизации процесса производства. Существующие методы контроля структурного состояния трудоемки и требуют больших материальных затрат. Наиболее перспективными являются прецизионные методы, основанные на определении скорости ультразвуковых волн в материале.*

*Таким образом, разработка и внедрение прецизионных акустических методов контроля качества металла рельсов, его структурного состояния является актуальной.*

*В работе был проведен обзор современных методов структуроскопии, экспериментально исследовано затухание ультразвуковых волн в основном материале и в сварных стыках рельсов.*

Die Eisenschienen sind der teuerste und funktionswichtigste Bauteil des Gleisoberbaus. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Schweißstoßen gelenkt, weil sie die beanspruchteste Stelle des Eisenbahnwegs sind. Durch das Schweißen wird sich die Struktur geändert. Im Einzelnen vergrößert sich die Korngröße [1]. Die Eisenschiene wird im Stoß geschmeidiger, was die Hauptfehler hervorruft [2, 3]. Auf die Verbesserung der Prüfvorschriften des Gefügestructurs der Schweißstoßen wird die besondere Aufmerksamkeit gelenkt.

Die Strukturanalyse durch Ultraschallprüfung basiert darauf, dass die Ultraschallwellenauslöschung von der Korngröße des Metalls bei den unterschiedlichen Frequenzen beträchtlich abhängig ist.

Für die Beurteilung der Gesamtheterogenität der Struktur der Schweißnaht ist es genug, die Änderung der Amplitude des Signals auf der Länge der Schweißnaht bei der Sollfrequenz zu verfolgen [4].

Nach den Fachbuchdaten [5, 6] wurde die Amplitudenänderungs-Formel  $\Delta A$  (1) bei der Strukturprüfung mittels zwei Prüfköpfen bei den unterschiedlichen Frequenzen  $f$  abgeleitet. Nach der Formel unten ist die Amplitude von den ausgewählten Frequenzen und dem Korndurchmesser  $\bar{D}$  abhängig.

$$\Delta A = K \cdot \bar{D}^3 \cdot l \cdot (f_2^4 - f_1^4), \quad (1)$$

wo  $K = 174 \text{ dB/mm}^3 \cdot \text{m} \cdot \text{MHz}^4$ .

Die folgende Variante der Zuordnung der Frequenzen wurde gewählt: 2,5 und 5 MHz. Im Hinblick darauf, dass die aufnehmbare Korngröße 20-50 µm ist, wurde die Amplitudenänderung bei  $D = 20, 40, 60$  und  $80 \text{ µm}$  gerechnet. Solcherweise ist die Korngröße gleich  $60 \text{ µm}$  im Prüfbereich bei der Strukturprüfung mit den Prüfköpfen 2,5 und 5MHz und bei  $\Delta A=8 \text{ dB}$  (Tab.1).

Tabelle 1 – Die Amplitudenänderung ( $\Delta A$ ) bei den ausgewählten Frequenzen des Prüfkopfs, dB

Frequenzen $f_1; f_2$ MHz	Korngröße D, mm			
	0,02	0,04	0,06	0,080
2,5; 5,0	0,3	2,4	7,9	18,8

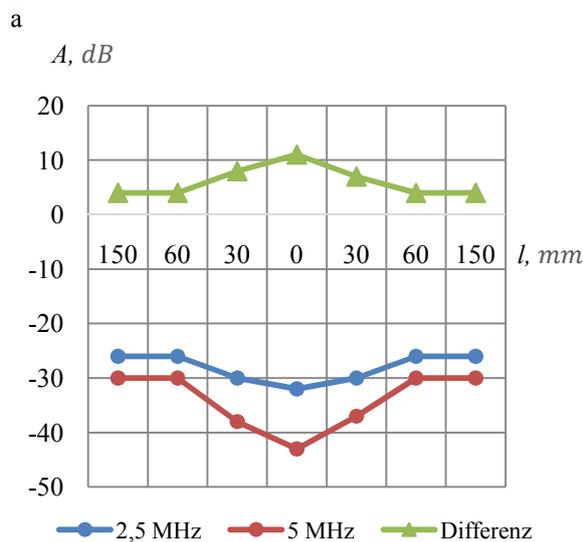
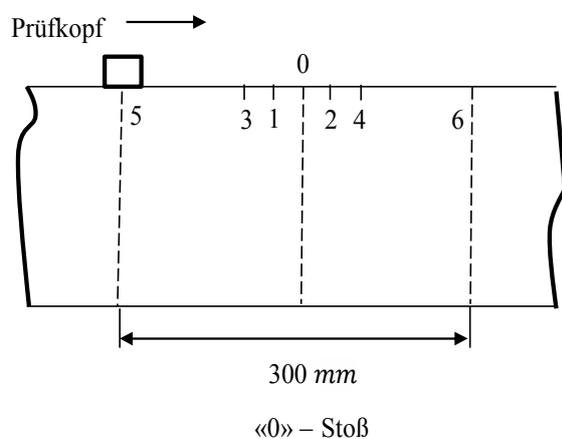


Abbildung 1 – Versuch im Schweißstoßbereich:  
a – die Meßschaltung der Rückwand; б – das Diagramm der Amplitudenänderung.

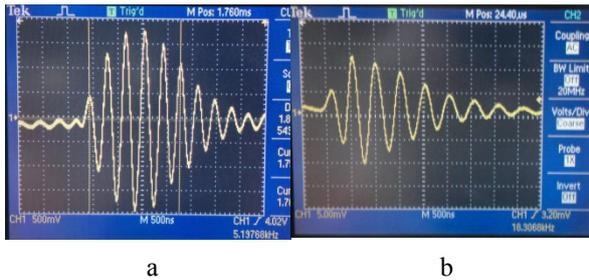
Weiter wurden einigen Versuche für die Bestimmung der Möglichkeit der Ultraschallprüfung der Korngröße in den Schweißstoßen der Eisenschiene vorgenommen.

Einer der Versuch liegt an der Amplitudenmessung an den Punkten mit dem Schritt  $30 \text{ mm}$ , wie am Schema gezeigt (Abb.1a). Nach den erhaltenen Angaben wurde das Diagramm, auf dem man die Abhängigkeit der Amplitudenänderung des Signals im Schweißstoßbereich zurückverfolgen kann, dargestellt (Abb.1b). Im Schweißstoß vermindert sich die Amplitude, was von der Steigerung der Schwächung zeugt. Das sagt auch von der Strukturänderung, und zwar Korngröße im Schweißstoß. Ein informativer Parameter ist auch die Amplitudenänderung, das heißt die Differenz der Angaben der Linie „Differenz“ im Schienenstoß und außer dem Schienenstoß. In diesem Versuch ist  $\Delta A$  gleich  $5 \text{ dB}$ . So ist die Korngröße gleich  $52 \text{ µm}$ .

Es ist nicht auszuschließen, dass der akustische Kontakt von großer Wichtigkeit ist. Aus diesem Grund wurde der Versuchsplan im folgenden Versuch verändert.

Ein Prüfkopf, der auf den zwei Frequenzen das Signal erregt, wurde mit der Frequenz  $5 \text{ MHz}$  verwandt. Um zu bestimmen, ob die Frequenz des Prüfkopfs beim Schalten der Frequenz in den Einstellungen des

Prüfgeräts verändert, wurde das Oszilloskop verwandt. Auf der Abbildung 2a wird das Foto des Oszilloskopenschirms mit der Hülllinie des Echo-Signals



а б  
Abbildung 2 – das Foto des  
Oszilloskopenschirms mit der Hülllinie des Echo-  
Signals: a – 2,5 MHz; б – 5 MHz

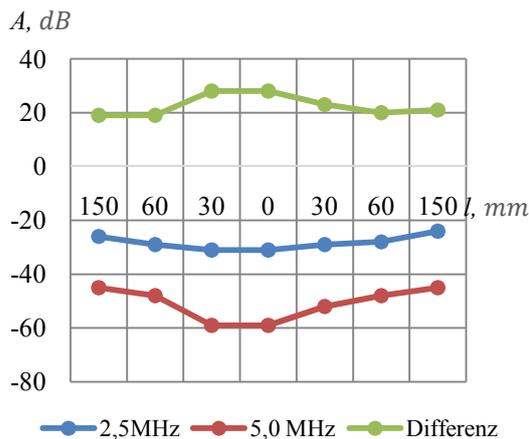


Abbildung 3 – Das Diagramm der  
Amplitudenänderung im Schweißstoßbereich

Der Hauptgrund ist schlechter Kontakt, auf den die Kontaktflüssigkeit und der Zustand der Schienekopfoberfläche den Einfluss nehmen. Bei dem guten Kontakt ist die Steigerung der Schwächung im Schweißstoß zu beobachten. Auch das zeugt von der Strukturänderung, und zwar Korngröße im Schweißstoß.

Einerseits ist die Ultraschallprüfung des Gefügestructurs des Schienenstahls durch die Differenz der Schwächung der Ultraschallwellen perspektiv und aktuell, andererseits findet heute keine große Anwendung nicht. Der Grund besteht darin, dass die Präzisionsbetriebsanlagen für die Prüfung fehlen. Die Entwicklung solcher Anlagen und die Einführung derer im Betrieb auch in der Prüfung lassen in naher Zukunft die Strukturanalyse durch Ultraschallprüfung vornehmen.

#### LITERATURHINWEISE

1. Göpel, W., Ziegler, C., Struktur der Materie: Grundlagen, Mikroskopie und Spektroskopie, Teubner Leipzig, 1994.
2. Дефекты и качество рельсовой стали: Справ. изд./ В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева и др. – М.: Теплотехник, 2006 – 218 с.: ил.
3. Классификатор дефектов сварных стыков рельсов 1.20.002 – 2008.
4. Krautkrämer, J.: Werkstoffprüfung mit Ultraschall. 5. überarbeitete Auflage. Berlin : Springer Verlag, 1986. – 669 S. – ISBN 978–3540157540.
5. Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr.1. In: Deutsche Norm DIN EN ISO 2400 (2013).
6. Ultraschallprüfung - Beschreibung des Kalibrierkörpers Nr.1. In: Deutsche Norm DIN EN 12223 (2000).

auf der Frequenz 2,5 MHz dargestellt. Auf der Abbildung 2a – auf der Frequenz 5 MHz. Es ist ersichtlich, dass das Signal verändert.

Der folgende Versuch wurde mit einem Prüfkopf, der auf den zwei Frequenzen das Signal erregt, direkt auf der Schiene vorgenommen. Durch die Linie „Differenz“ kann man die Korngröße bestimmen (Abb.3).  $\Delta A$  ist gleich 8dB. So ist die Korngröße gleich 61  $\mu\text{m}$ .

Nach den Ergebnissen der durchgeführten Versuche wurde bestimmt, dass die Frequenz des Echo-Signals bei der Verwendung eines Prüfkopfs, des auf den zwei Frequenzen das Signal erregt, verändert. Aber bei der Verwendung mehrerer Prüfköpfen auf der unterschiedlichen Frequenzen kann man die Abhängigkeit der Amplitudenänderung des Signals im Schweißstoßbereich selten zurückverfolgen

**TO THE QUESTION OF POSSIBILITY OF RESTORATION OF OPERATIONAL REABILITY OF  
ENTRANCE OF GORODSKOY SAD**

A.A. Proshina, O.R. Pahmurin

Scientific Supervisor: Prof., c.t.s. O.R. Pahmurin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [liswa@live.ru](mailto:liswa@live.ru)

**К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ  
НАДЕЖНОСТИ ВХОДНОГО УЗЛА ГОРОДСКОГО САДА**

А.А. Прошина, О.Р. Пахмурин

Научный руководитель: профессор, к.т.н. О.Р. Пахмурин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [liswa@live.ru](mailto:liswa@live.ru)

***Аннотация.** В данной статье поднимается актуальная тема возможности восстановления эксплуатационной способности архитектурного наследия Томска, представленного входным узлом в Городской Сад. Приведены принятые технологические решения для усиления фундаментов, колоннады и несущих конструкций, решающих ряд вопросов по усилению данного сооружения.*

The Gorodskoy Sad in Tomsk is the place loved by inhabitants. It was created in 1886 according to the plan, developed by the famous Kazan botanist P. N. Krylov who designed the Siberian Botanical Garden. The entrance to the city park was made out by the architect N. S. Pavlov as exact date of his construction is unknown, it is considered to be that there was it practically right after its basis.



*Fig.1. Entrance to the Gorodskoy Sad*

The entrance knot represents a construction difficult in respect of a form, consisting of two two-storeyed blocks and a colonnade, coming to the end with a duo-pitch rafter roof.

Two-storeyed blocks are executed with walls from a bricklaying and lime-sand solution. Thickness of external and internal walls is 510 mm. In places of the device of niches thickness of walls is 380 mm.

Columns of round section diameter in the lower part of 560 mm with insignificant reduction to the top part. Mark of top of columns of 4,4 m. The top of columns is decorated with a concrete stucco molding. On ferroconcrete columns and brick columns the curvilinear ferroconcrete monolithic beams uniting these constructive elements are arranged.

The structure is designed and built according to the tough constructive scheme with the incomplete bearing framework. Rigidity and stability of a construction is provided with system of longitudinal and cross walls of the two-storeyed blocks connected with each other, and rigidity of the incomplete bearing framework formed by two ferroconcrete columns and eight brick columns, united among themselves by the hard disk of a covering.

During performance of capital repairs of a construction numerous cracks in a laying and eaves part of walls, violations of integrity of columns were revealed. The described current state of entrance testify designs shows the decrease in operational reliability of object.

At the request of administration of the Gardens experts of TSUAB executed detailed inspection of technical condition of construction designs of entrance, for the purpose of an assessment of possibility of restoration of object which is socially significant for residents of Tomsk.

Experts analysed technical condition of the bases, a stone laying, calculations taking into account the actual geometrical and physicommechanical parameters of soil of the basis, concrete, a brick and solution are executed.

As a result of researches it was established that the foundation under walls and columns of the building are superficial and strip, are executed from a rubble stone in lime-sand cement. Width of the foundation base makes 0,8 - 1,0 m. Depth is equal 1,8 m, and concerning a room floor mark - 1,3 m. Level ground waters aren't found. Height of a rubble laying at the bases makes 1,0 - 1,2 m. Physicommechanical properties of soil of the basis are established.



*Fig.2. Inspection of foundations*

The analysis of technical condition of the bearing stone designs, shows that on all perimeter of a laying vertical cracks were formed. The general deformations of walls of the building are caused by change of strength foundation properties. Cracks in walls were formed owing to excess deformations of the bases. Exhaustion of durability of a stone laying it isn't fixed.

By results of inspection technical condition of the bases and walls of the building is classified as emergency [1].

In ferroconcrete columns intensively collapses concrete blankets. In columns from a stone laying durability

Calculations showed that the actual depth of foundation base ( $d = 1.8 \text{ m}$ ) is less than settlement depth of seasonal frost penetration ( $d_f = 2,42 \text{ m}$ ). The bases are in a layer of seasonal frost penetration in soil. Requirements of the existing normative documents to destination of depth of foundation base aren't fulfilled.

Brick walls of the building are buried in soil. The vertical and horizontal waterproofing is absent.



*Fig.3. Cracks on the walls.*

of coupling and peeling of a protective plaster covering decreased. Reduction of durability of a stone laying it isn't fixed. In ferroconcrete columns there is an intensive destruction of blankets of concrete. In columns from a stone laying there is a decrease in durability of coupling and peeling of a protective plaster covering. Reduction of durability of a stone laying and reinforced concrete it isn't fixed [2,4,6]. However the operational condition of columns and columns doesn't conform to requirements of the normal mode of operation and is classified as is limited efficient [1].



*Fig.4. Columns at the entrance to the Gorodskoy Sad*

For restoration of operational suitability of an entrance it is necessary to execute strengthening of foundation. After strengthening of foundation to execute recovery capital repairs of walls of a structure.

By results of inspection technical solutions which to restore operational suitability of a construction are developed and proposed.

For prevention of excessive deformations of foundation it is recommended to execute thermal insulation with use of a slabby heater and waterproofing in the form of polyethylene layers on a base body. For restoration of operational reliability of foundation it is offered to arrange a ferroconcrete holder on all perimeter of a construction [5].

Strengthening of columns is carried out by means of a steel holder which looks as segment steel collars, reinforcing cores, monolithic concrete.

Restoration of operational reliability of brick walls of the building is carried out by restoration of a laying and strengthening of walls by the device of the reinforced plaster.

Performance of the offered actions will restore suitability of a construction. Together with it the habitual and fallen in love shape of the Gardens will return.

#### REFERENCES

1. BR 13–102–2003. Body of Rules. Terms examination bearing structures of buildings and structures / Gosstroy of Russian Federation.– M.: GUP CPP, 2003. – 40 p.
2. BR 15.13330.2012 Stone and reinforced construction. The updated edition of SNIP II–22–81\* – M.: FAU «FCS» 2012. – 78 p.
3. BR 22.13330.2011 Foundations of buildings and structures. The updated edition of SNIP 2.02.01–83\*. – M.: OAO «CPP», 2011. – 166 p.
4. BR 63.13330.2012. Concrete and reinforced concrete structures. The main provisions. The updated edition of SNP 52 - 01 - 2003– M.: 2012. – 162 p.
5. Recommendations for strengthening masonry structures of buildings and. – M.: Sroyizdat. 1984. – 35 p.
6. Kumpyak O.G., Galyautdinov Z.R., Pahmurin O.R., Samsonov V.S. Reinforced concrete and stone structures. Textbook.– M.: Publishing House ACB, 2014.– 672 p.

### **SICK BUILDING SYNDROME PHENOMENON AWARENESS**

O.D. Zvekov, N.A. Kobzeva,

Scientific Supervisor: Senior teacher N.A. Kobzeva

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: zvekovoleg@mail.ru

### **К ВОПРОСУ О ФЕНОМЕНЕ СИНДРОМА БОЛЬНОГО ЗДАНИЯ**

О.Д. Звекков, Н.А. Кобзева

Научный руководитель: старший преподаватель Н.А. Кобзева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: zvekovoleg@mail.ru

***Аннотация.** В данной работе авторы исследовали осведомленность студентов Томского политехнического университета, старейшего университета Западной Сибири, о феномене Синдрома Больных Зданий. Главный корпус университета был построен в 1896-1902 годах, другие двадцатью – тридцатью годами позже. Естественно, что почти аудитории университета отремонтированы и оформлены с использованием современных синтетических материалов, которые могут вызвать Синдром Больного Здания.*

#### **Introduction**

Today, most people in developed and developing countries spend 90% and 70% of their time indoors and for this reason increasing attention is being paid towards understanding this fact since it is known its impact on human health. It should be noted that the material and the microclimate of modern buildings are quite different from the buildings in which previous generations lived.

On the one hand, health problems are the result of damp, cold, drafts, lack of sunlight almost disappeared. On the other hand, new health problems are caused by toxins, radiation, and electricity.

New materials, new designs, new standards have brought a whole new problem. For example, it was found that the gases given off by paint, plastic, wood chipboard considerably poison indoor air and cause Sick Building Syndrome.

Until the mid-20th century, the basic structure of the building materials was as follows: 30-40% had an organic origin; 60-70% has inorganic origin (but natural stone, brick, lime). Most modern buildings (90-100%) are constructed of artificial and synthetic materials. Synthetic materials are cheap, but they can be unsafe for health.

However, people rarely think about the safety of buildings, their study and workplaces. At the present time, environmental security of residential and non-residential buildings is an important factor of our health.

In the world there is such a thing as Sick Building Syndrome. Sick building syndrome is the title given to the phenomenon when people who regularly stay in a building (like office workers, students) experience various troublesome symptoms, mainly when they spend much time there. The symptoms tend to be flu- or allergy-like,

and may include headaches, burning or itching eyes, stuffy nose, sneezing, coughing, sore throat, tight chest, dry or itchy skin, dizziness, difficulty concentrating, nausea and fatigue.

Sick Building Syndrome is disputatious because it's difficult to definitively link the wide range of symptoms people experience to a recognized illness, or to identify a specific cause [1]. Currently, the issues of SBS are often discussed. Scientists have carried out national and international studies to investigate the phenomenon of SBS and its causes [2, 3, 4, 5].

The causes of SBS can be attributed to inadequate ventilation, chemical contaminants from indoor or outdoor sources, as well as biological contaminants. Sick building syndrome is mostly caused by materials used for building houses.

**The aim of this paper** is to investigate the awareness Tomsk Polytechnic University students about the phenomenon of Sick Building Syndrome and its causes.

#### **Method**

During the study the authors used survey method to analyze engineering students' Sick Building Syndrome awareness and Sick Building Syndrome causes.

#### **Process**

Being the oldest engineering university in Siberia, nowadays, Tomsk polytechnic university is a highly developed infrastructure of academic buildings and laboratories. There are 21 buildings in TPU. The main university building was constructed in 1896-1902, others in 20 years and later. Undoubtedly, the majority of offices and classrooms were renovated: interiors were changed according to the spirit of the contemporary time and technological advances. Nevertheless, the use of synthetic materials, the rooms' layout, space and light can't be always changed in accordance with hygienic demands and might cause SBS.

The research was carried out on total 68 first year students of Institute of Non-Distractive Testing who have provided the subjects of this study. The students who participated in the survey answered the following questions:

- 1) Have you ever heard about Sick Building Syndrome?
  - a) yes (28%);
  - b) no (72%);
- 2) What are the problems that are correlated with the time spent at a particular university building you have ever experienced?
  - a) headache (26%);
  - b) dizziness and nausea (18%);
  - c) dry or itchy skin (12%);
  - d) respiratory infections (24%);
  - e) eye, nose, or throat irritation (14%);
  - f) dry cough (19%);
  - g) difficulty in concentrating (27%);
  - h) fatigue (37%);
  - i) sensitivity to odors (16%);
  - j) none (25%);
- 3) Did you ever hear others complain of having the same symptoms at the same time and in the same place?

- a) yes (54%);
- b) no (46%).
- 4) Which in your opinion is the main cause of the Sick Building Syndrome?
  - a) indoor air pollution (34%);;
  - b) poor ergonomics (15%);
  - c) chemical contamination (65%);
  - d) biological contamination (43%);
  - e) building materials and design elements (54%).

### **Conclusions**

Thus there is no doubt that Sick Building Syndrome is a worrisome phenomenon. Sick building syndrome is a broad notion that covers a range of symptoms when the sufferer spends time in a particular building. Symptoms range from specific symptoms such as headache, dizziness and nausea, dry or itchy skin, respiratory infections, eye, nose, or throat irritation, dry cough to more vague symptoms such as difficulty in concentrating, fatigue; sensitivity to odors.

In the process of this study, the authors found out that the majority of students, unfortunately, are not aware of this phenomenon the existence. Analysis of the survey results revealed the following: respondents reported that the main causes of Sick Building Syndrome, in their opinion, were the building materials and design elements. All these data should be taken into account by modern architects, building companies, engaged in the construction industry.

### **REFERENCE**

1. Kobzeva N., Kuimova M., To the problem of Sick Building Syndrome in the University Environment //Conference of the International Journal of Arts & Sciences, CD-ROM. ISSN: 1943-6114: 5(1):41–44 (2012) Copyright \_c 2012 by UniversityPublications.net.
2. Stelman, J.M, Women’s Work, Women’s Health: Myths and Realities, New York, Pantheon, 1978.
3. Kipen, H.M, Fiedler N. Environmental factors in medically unexplained symptoms and related syndromes: the evidence and the challenge. Environ Health Perspect. 2002;110 (Suppl 4):597–9.
4. Gupta, S., Khare, M., Goyal, R. Sick building syndrome –A case study in a multistory centrally air-conditioned building in the Delhi City / Building and Environment, Volume 42, Issue 8, August 2007, Pages 2797-2809.
5. Md Amin, N.D., Akasah, Z.A., Razzaly, W. Architectural Evaluation of Thermal Comfort: Sick Building Syndrome Symptoms in Engineering Education Laboratories // Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 204, 24 August 2015, Pages 19-28.

**TOMSK TRANSPORT NETWORK FUTURE  
(ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING ASPECT)**

D. S. Ilina

Scientific Supervisor: Candidate of Architectural Science, Associate Prof. O. V. Stakheev  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [ids2006ids@mail.ru](mailto:ids2006ids@mail.ru)

**БУДУЩЕЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ Г. ТОМСКА  
(АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЙ АСПЕКТ)**

Ильина Д.С.

Научный руководитель: кандидат архитектуры, доцент Стахеев О.В.

Томский государственный архитектурно-строительный университет

634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: [ids2006ids@mail.ru](mailto:ids2006ids@mail.ru)

***Аннотация:** Статья посвящена актуальным на сегодняшний день проблемам дорожно-транспортной сети г. Томска и мировых сообществ в целом. Автор рассматривает перспективы появления альтернативного способа передвижения, как решение транспортного вопроса с точки зрения архитектурно – градостроительной позиции. В статье рассматриваются достоинства и недостатки популярных современных видов транспорта. На основании проведенного сравнительного анализа выделяются некоторые категории транспорта, способного существенно улучшить дорожно-транспортную ситуацию. Так же автор рассматривает альтернативные транспорту методы решения загруженности дорожной сети на основании российского и зарубежного опыта, а так же ищет подобные преобразования в проектах томских архитекторов-градостроителей. В заключение можно сказать, что пути решения проблем транспортной ситуации прослеживаются в проектной практике и могут быть применены для г. Томска.*

"The requirements in mass city transport has appeared in the XVIII century when the largest cities of the world reached serious sizes and their further evolution was, essentially, restrained by lack of vehicles".

It is possible to record four main stages: the first stage (last quarter of XVIII –the middle of XIX), it is characterized by the use of horse traction; the second stage (the middle and the end of XIX) represents the development of railway lines, use of steam traction. The first steps to development of electric transport are made; the third stage (end of XIX – first quarter of XX) is characterized by the development of rail electric transport, such as commuter train, trolley, and tramway; the fourth stage (from the first quarter of the XX century up to now) is the period of rapid development of the highway transportation (public and individual) [3].

The unnerving fact of the modern age is the uncontrollable growth of quantity of automotive vehicles per capita. This causes a number of problems, such as storage of transport, the jams of traffic, environmental pollution, etc.

The analysis of the existing ways of transportation of passengers showed the most popular types of transport are the bus, the trolleybus, the subway train, the tram and the car which is used as a taxi. To define advantages and disadvantages of public city transport, it is necessary to divide it into two categories: rail and railless [5].

Advantages of railless transport are a high mobility, maneuverability and the ability to carry out a large number of stops. The disadvantages are the high degree of environmental pollution and the total dependence on the city traffic. Advantages of rail transport are independence on the city traffic and the opportunity to transport a large number of passengers. The disadvantages are dependence on the railway system and the high cost of structural construction for transportation [2].

If to consider the efficiency of use the street and road areas by public and individual transport, it is possible to calculate that the tram requires two strips of way (3.5 meters wide), the trolleybus and the bus from three to four respectively, and motor cars need 23 strips of way for transportation of 25 thousand passengers per hour

Also, it should be noted that the identical number of passengers (30 people), when using different types of transport, requires the different area. The motor car requires 540 sq.m, for the passenger bus – 28,8 sq.m, and for the ecologically safest transport, bicycle, the 25,5 sq.m .

Each type of transport has advantages and disadvantages. But if to consider a problem in global aspect, the most expedient solution is the use of mass ecologically safe transport – the trolleybus or the tram. But it is possible to designate "conjunction to ways" on which they move to their disadvantages.

Studying foreign practice, it is possible to find alternative to traditional types of transport. It is monorail transport, the subway, high-speed trams and even... ropeways [6]. However, method of migration of people in city space should be taken into account not only from the point of view of transport, but also those constructions which promote unloading of a roadbed, reduction of crossings of automobile and foot ways, and also other participants of traffic. Flyover bridges, overpasses, viaducts, bridges can be such constructions. All these constructions can be filled in addition with various functions in dependence whether they will be pedestrian or transport [1].

Similar transformations are offered now in projects of professional architects and urban-planners, and also in degree projects of students-architects of TSUAB. So in 2011 the Urban Council of Tomsk approved the project of Omsk research and production association "Mostovik". The project involves the construction of the street on a site from the Kuzovlevsky Trakt to Koltsevaya St. Also construction of 4 highway junction is planned. The highway junction on crossing of the new street from Michurina St. will be the most difficult, being settled down nearby houses and it should be carried out in 3 levels. The project involves the construction of tunnels, platforms and parking instead of embankments on one of the territory where some deep ravines are situated , [4].

Curious experience from the author's point of view is the outline sketch of the high-speed tram which was prepared for Tomsk by specialists of the Moscow company "ROEL". The project provides «building in» lines of the express tram to an usual streetcar system, which is supposed to be considerably increased further due to use of a branch railway line to Seversk. Therefore, this type of transport will connect the cities of Tomsk with Seversk and skirts of settlements with the center. The second line will go to the Bogashevo airport and the southern zone of technology development type [4].

The problem of road and transport situation in the degree project was touched by the graduate of architectural faculty of TSUAB - N.N. Uzgorov. The tracks of the high-speed tram and transfer hub are presented in the project. The transfer hub has additional public functions and also serves as a transfer for passengers. This object carries out function of public shopping center for residents of nearby areas (Fig. 3).

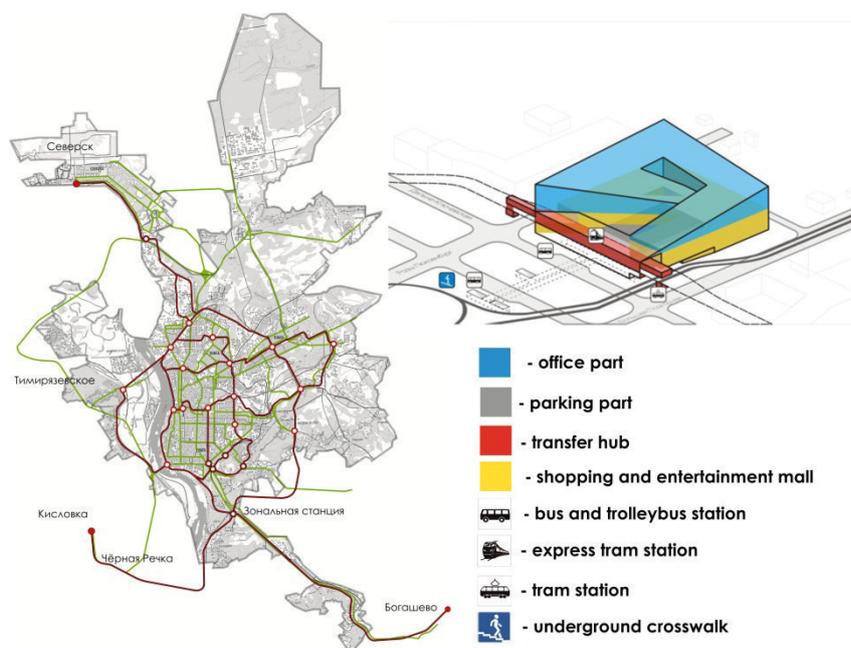


Fig. 3. The common diagram of passing tracks by express tram. The schematic design of transfer hub

All above-mentioned decisions are directed to optimizing transport streams in city space.

Conclusion:

Problems of a transport network are inherent practically for all cities not only of Russia, but also of the world communities. The appearance of an alternative way of movement becomes the solution of these tasks. It will qualitatively exceed existing way by above-mentioned problems and characteristics. Nevertheless, ways of introduction of new types of transport in project practice have already been traced, despite the difficulties.

#### REFERENCES:

1. Klinkovshtein G.I., Afanasev M.B. Organization of traffic: the textbook for higher education institutions. 5th ed., proc. and add M. : Transport, 2001. 247p.
2. Lobanov E.M. Transport problems of modern big cities // Russian Federation Transport: magazine about science, economy and practice. SPb: T-Pressa. 2005. №1. P. 29-31.
3. Ovechnikov E. V. Cities transport/ Ovechnikov E. V., Fishelson M. S. – Moscow: Higher education institution, 1976. – 352 p.
4. Tomsk news. [Digital resource]. 2010. <http://news.vtomske.ru/news/27108> (request date: 24.02.2016).
5. Russian Federation Transport. [Digital resource]. URL: <http://rostransport.com/> (request date: 29.01.2016).
6. Cities today. Connecting the world's urban leaders. [Digital resource]. URL: <http://cities-today.com/the-search-for-alternative-transport-solutions/> (request date: 02.02.2016).

**ANALYSE DE L'EXPÉRIENCE RUSSE ET FRANÇAISE DE LA SOLUTION CHROMATIQUE DE  
L'ESPACE URBAIN SUR L'EXEMPLE DE MOSCOU ET PARIS**

Y.A. Zibrova

Dirigeant scientifique: I.E. Zaytseva, chargé de cours

Université d'Architecture et de Bâtiment d'Etat de Tomsk, Russie, Tomsk, 2, place Solanaya, 634003

E-mail: [yua94@bk.ru](mailto:yua94@bk.ru)

**АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО И ФРАНЦУЗСКОГО ОПЫТА КОЛОРИСТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ  
ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ И ПАРИЖА**

Я.А. Зиброва

Научный руководитель: доцент, И.Е. Зайцева

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [yua94@bk.ru](mailto:yua94@bk.ru)

***Аннотация.** В статье представлен анализ российского и французского опыта колористического решения городского пространства на примере двух столиц – Москвы и Парижа. Рассматриваются методы, принципы формирования цветовых решений на фоне их исторического развития, а также факторы, влияющие на хроматическую палитру данных мегаполисов.*

Il est hors de doute que la couleur constitue une partie intégrante de l'environnement urbain. Chaque ville a son visage et son caractère qui sont exprimés en son coloris personnel. Une combinaison harmonieuse des éléments modernes et traditionnels rend la ville unique en son genre [1]. Aujourd'hui, l'application de la couleur dans la conception architecturale n'est pas l'innovation, la couleur s'introduit dans le paysage urbain et elle est utilisée lors de la construction des bâtiments. La capacité de la couleur de révéler ou de transformer des volumes et, donc, notre perception, met en relief diverses qualités du bâtiment, son rythme et sa structure [2]. En effet, la façade qui se situe entre l'espace public de la ville et l'espace privé du bâtiment crée l'enveloppe de la construction visible de tous. Ce fait conduit à la nécessité de traiter la façade avec soin, souligner la beauté de ses éléments sans les détruire [3].

Porteuse de sens, outil d'intégration et de valorisation, la couleur possède aussi un fort potentiel identitaire. De nombreux facteurs influent l'aspect chromatique de la ville: le développement historique, les matériaux, la géographie et les traditions, selon le pays ou la région d'implantation des constructions. Les recherches et les découvertes réalisées dans le domaine de la polychromie des bâtiments anciens démontrent que dans l'art grec, égyptien ou gothique l'utilisation de la couleur servait à souligner complémentaiementl'architectonique des édifices [1]. En outre, la couleur est un moyen de la formation des compositions. A l'aide de celle-ci, il est possible, d'une part, de créer une image intégrale, d'autre part, d'apporter la dissonance entre les éléments de l'environnement urbain. Le passeport des couleurs attribué à un bâtiment, à un espace historique régional définit en grande partie l'originalité de l'environnement architectural. Les facteurs les plus importants pour chaque zone du milieu urbain sont à déterminer: historiques, régionales, nationales, traditions chromatiques, couleurs saisonnières du paysage, etc. Il existe des combinaisons de couleurs préférées à telle ou telle époque historique [4].

Sur l'exemple de deux villes historiques, Moscou et Paris, nous allons essayer de faire une analyse de la solution chromatique de l'espace urbain et d'identifier des tendances modernes dans le développement chromatique de ces mégapoles.

Tout au long de son développement, Moscou et Paris ont été soumis à des changements constants, y compris une évolution chromatique, mais les différences de la structure de planification, les investissements financiers et les traditions culturelles ont déterminé leurs particularités chromatiques propres. Au XIII-ème siècle dans Moscou en bois ce sont les couleurs blanc, rouge et or qui ont prédominé et qui ont été utilisées dans la construction des édifices religieux et du Kremlin de Moscou. À l'époque du baroque dans l'architecture moscovite il y avait des couleurs bleu foncé, orange et verte; plus tard, à l'époque du classicisme on a commencé à utiliser la palette officielle de teintes pastel à dominante ocre et à Moscou, et à Paris. Grâce à l'utilisation de cette palette l'éclectisme en Russie a acquis le caractère qui le distinguait des autres pays. Au début du XX-ème siècle l'Art nouveau ranime de nouveau l'architecture tranquille en introduisant les couleurs verte, orange et violette. Dans les années 1920 et 1930, les constructivistes commencent à utiliser les tons gris, mais avec la palette chromatique élaborée. L'architecture soviétique, quant à elle, reprend l'esthétique du classicisme "ocre". La construction de masse des années 1960 aux années 1980 a exclu entièrement l'utilisation de la couleur, pourtant, à la charnière des XX-ème et XXI-ème siècles grâce aux spécialistes professionnels et aux nouvelles méthodes le milieu chromatique apparaît dans les deux villes [5]. Au XXI-ème siècle, l'avancement rapide de l'utilisation de la couleur est dû à la recherche et au développement autour des nouveaux matériaux: le verre teinté, les sols imprimés grâce aux techniques numériques, le plastique coloré, etc. Aujourd'hui nous pouvons constater que l'harmonie des couleurs semble bien implantée dans le paysage urbain [1].

A l'heure actuelle, la palette coloristique de Moscou se développe de façon dynamique. Dans la période d'avant-guerre les peintres et les urbanistes utilisaient principalement 40 couleurs primitives, dans les années 60, la gamme de couleurs s'est enrichie pour atteindre une centaine de coloris et au début du 21-e siècle, la palette moscovite comptait presque 400 couleurs. Le concept actuel de renouvellement de la palette chromatique de la ville, constant et changeant en fonction de la saison et même de l'heure de la journée et de la nuit, permet aux spécialistes de faire des propositions plus intéressantes combinant 600 couleurs [1]. Tout cela est devenu possible grâce à la fondation du Centre de la couleur à Moscou en 1996. Ses missions principales: étudier les traditions et le passé chromatique de la ville, concevoir et appliquer des chartes de mise en couleur pour les bâtiments patrimoniaux et historiques ainsi que pour l'architecture contemporaine [2].

Lorsque la Mairie de Moscou s'est mise à préparer un nouveau plan d'urbanisme et de développement de la ville, elle a commandé au Centre de la couleur un projet d'évolution chromatique. Pour avoir une vision complète de la situation actuelle, le Centre a étudié non seulement les façades mais aussi les revêtements des sols, les enseignes de publicité, la végétation, les décorations des manifestations traditionnelles, la couleur des transports en commun. Par conséquent, celui-ci a établi une palette chromatique générale de Moscou, l'ayant divisé par secteurs et par quartiers [1]. Une attention particulière a été portée au centre historique: le Kremlin et les constructions voisines, ainsi qu'au monastère Novodevitchi et à Kolomenskoyé. L'objectif principal consistait à éviter de nuire, donc, toutes les solutions visaient à mettre en relief la beauté et la valeur du patrimoine historique et culturel à l'aide des couleurs et lumières. En définitive, pour chaque quartier une palette chromatique et des recommandations s'appropriées ont été créées [1].

En ce qui concerne Paris, depuis l'époque d'Henri IV, son développement a été soumis aux règlements d'urbanisme qui visaient à limiter la hauteur des immeubles, leur disposition par rapport à la rue, les saillies (balcons, corniches), etc. Les règlements actuels envisagent la ville dans son ensemble et établissent des règles

concernant son évolution. En 2006, le Conseil de Paris a adopté le Plan Local d'Urbanisme qui devrait orienter le développement de Paris pour les années à venir.

Parmi les réalisations architecturales parisiennes à forte identité colorée de la deuxième moitié du XX-ème et du début du XXI-ème siècles, on peut citer la Cité Refuge de l'Armée du Salut de Le Corbusier et ses couleurs modernes (1952) pour la polychromie de la façade, Beaubourg et ses couleurs ludiques construit par Renzo Piano et Richard Rogers (1977), la Villette en métal laqué rouge de Bernard Tschumi (1991) ou le Musée du quai Branly par les ateliers de Jean Nouvel (2006).

Récemment, Paris a vu apparaître deux réalisations étonnantes qui sont des manifestes en faveur de la couleur: l'Atrium de Jussieu (6-e arrondissement, 2007, Périphériques) et ses couleurs toniques et signalétiques et, au bord de Seine, la Cité de la Mode et du design et son "plug over" vert autour de la réhabilitation des anciens magasins généraux du quai d'Austerlitz. (13-e arrondissement, 2008, Jakob et MacFarlane).

A l'échelle des quartiers entiers, la couleur joue également un rôle essentiel dans des programmes d'urbanisme et permet avec subtilité de créer une harmonie et un équilibre malgré la diversité des architectures. Le choix des couleurs est prescrit afin d'insérer un nouveau bâtiment de manière équilibrée par rapport à son environnement. La coordination est le plus souvent confiée à un architecte urbaniste leader dont la gamme sera réinterprétée par d'autres structures. C'est le cas pour le secteur Masséna de la Zac Paris Rive Gauche (13-ème arrondissement) dont Christian de Porzamparc a défini le plan de masse. La rue Hélène Brion qui s'est achevée début 2008 est entièrement polychrome avec des recherches innovantes tant sur le plan des formes que des couleurs [6].

En conclusion, on peut dire que pendant de nombreux siècles l'architecture de Moscou et de Paris a subi des changements de couleur, mais l'apparition des nouveaux types de procédés et de matériaux polychromiques dans l'industrie de construction élargit les possibilités de l'architecte, aide à diversifier l'environnement urbain. L'architecture intègre l'espace, le volume et la couleur, donc la polychromie est un puissant moyen de la formation du tissu de la ville.

#### РÉФÉРЕНСЕС

1. Le portail International de Moscou. [Ressources électroniques]. URL: [http://old.moscow.ru/fr/government/lifein\\_moscow/economic\\_experience/paint\\_moscow/](http://old.moscow.ru/fr/government/lifein_moscow/economic_experience/paint_moscow/)
2. Je vais construire le vif. [Ressources électroniques]. URL: <http://jevaisconstruire.levif.be/construire-renovation/interieur/la-couleur-dans-l-architecture/article-normal-320331.html>
3. [Ressources électroniques]. URL: <http://www.culture.gouv.fr/culture/sites-sdaps/sdap94/assets/lescouleursdefacade.pdf>
4. "Le rôle de la couleur dans la formation de l'originalité du milieu urbain", Mel'nyk, O. V. [Ressources électroniques]. URL: <http://jurnal.org/articles/2013/iskus9.html>
5. Open edition. [Ressources électroniques]. URL: <https://crcv.revues.org/76>
6. A chaque chantier sa solution. [Ressources électroniques]. URL: [http://pliolite.activsoft.com/NET/document/lactualite/historique\\_janvier\\_2006/dossier\\_juillet\\_2008/index.htm](http://pliolite.activsoft.com/NET/document/lactualite/historique_janvier_2006/dossier_juillet_2008/index.htm)

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БАЗАЛЬТОФИБРОБЕТОНА  
НА ЕГО ПРОЧНОСТЬ ПРИ СЖАТИИ И РАСТЯЖЕНИИ**

К.Л. Кудряков, И.Д. Данке

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.С. Плевков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [ilyadanke@gmail.com](mailto:ilyadanke@gmail.com)

**THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL METHODS OF BASALT FIBER REINFORCED CONCRETE  
MANUFACTURING ON ITS COMPRESSIVE AND TENSILE STRENGTH**

K.L. Kydyakov, I.D. Danke

Scientific Supervisor: Prof., DSc. V.S. Plevkov

Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: [ilyadanke@gmail.com](mailto:ilyadanke@gmail.com)

***Abstract.** The article shows experimental results of influence of chemical additives and manufacturing technology on the compressive and tensile strength of basalt fiber reinforced concrete.*

Перспективным материалом для дисперсного армирования бетона являются волокна, изготовленные путем распыления расплавов из базальтовых горных пород. Применение данного материала в качестве дисперсного армирования затруднено в связи с технологическими сложностями обеспечения равномерности распределения базальтовых волокон в цементной матрице бетона.. Разработка рациональных технологических приемов введения базальтовых волокон в бетонную смесь при достижении максимальной прочности бетона в зависимости от содержания волокон является весьма актуальной задачей [1–4].

В соответствии с программой (рис. 1) проведены экспериментальные исследования технологии изготовления базальтофибробетона и ее влияние на прочность фибробетона при сжатии и растяжении. Программа предусматривала изучение влияния: содержания базальтовых волокон в смеси ( $\mu_{bf}$ ), способов их предварительной подготовки различными водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ), селективного введения компонентов, скорости перемешивания фибробетонной смеси на прочность фибробетонных образцов. Содержание волокон в бетонной смеси назначалось по отношению к массе цемента в процентах. Минимальное количество образцов для каждого испытания принималось равным 6. Всего было изготовлено и испытано более 900 образцов [4, 5].

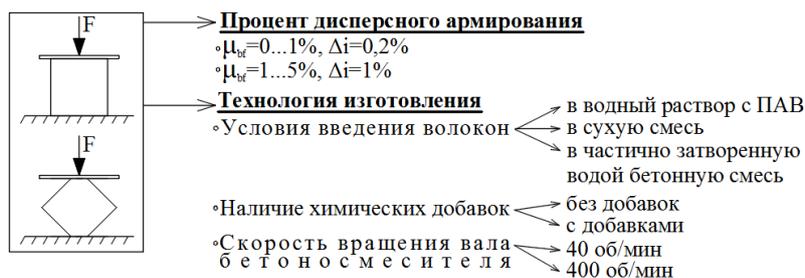


Рис. 1. Программа экспериментальных исследований

Для определения влияния ПАВ на качество распределения базальтовых волокон в объеме бетонной смеси были выбраны следующие поверхностно-активные добавки, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24211-2008: гиперпластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов (ПАВ-1); суперпластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов (ПАВ-2); комплексный модификатор на основе смеси поверхностно-активных натриевых солей метилениссульфоокислоты и кремнеземистого компонента (ПАВ-3).

Исследовалось семь различных вариантов введения базальтовых волокон и перемешивания бетонной смеси (табл. 1).

Таблица 1

Технологические приемы приготовления фибробетонных смесей

Варианты изготовления фибробетонных смесей	Способ введения волокон		Скорость перемешивания, об/мин		Предварительное разделение волокон в воде с ПАВ
	В сухую смесь	В частично затворенную водой смесь*	40	400	
T1		+		+	
T2	+			+	
T3	+		+		
T4**	+				
T5		+		+	
T6		+		+	+
T7		+		+	+

\* бетонная смесь предварительно перемешивалась с 40 % воды затворения

\*\* смесь перемешивалась вручную

Бетонные образцы испытывались в возрасте 28 суток статической нагрузкой на электро-механическом прессе Instron-3382 на сжатие по ГОСТ 10180-2012 и на раскалывание по рекомендациям [6]. Контролировались скорость нагружения, величина напряжений и деформаций.

Полученные экспериментальные данные были обработаны с использованием математических методов статистики. На рис. 2 представлены установленные закономерности влияния содержания базальтовых волокон и способов приготовления фибробетонной смеси на прочность бетона при сжатии и растяжении.

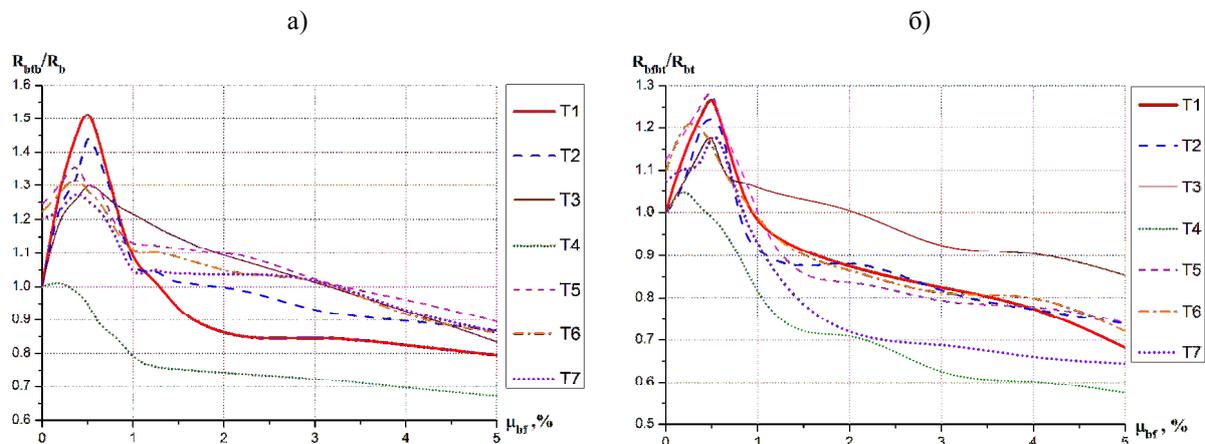


Рис. 2. Влияние содержания базальтовых волокон и способа приготовления бетонной смеси на прочность фибробетона: а) при сжатии; б) при растяжении

Максимальные значения прироста прочности при сжатии и растяжении (51,2 % и 28,8 %, соответственно) получены при содержании базальтовых волокон  $\mu_{bf} = 0,5$  % и высокоскоростном способе приготовления бетонной смеси (вариант Т1) по сравнению с аналогичными образцами бетона без волокон. При увеличении содержания базальтовых волокон более 1 % наблюдается заметное снижение прочности бетона на сжатие и растяжение. При введении базальтовых волокон в сухую смесь и перемешивании в обычных смесителях принудительного действия (вариант Т3) с дозировкой волокон 0,5 % получен прирост прочности на сжатие 29,8 %, а на растяжение – 17,4 %. Повышение прочности на сжатие 0,9 % и на растяжение 4,7 % получено при перемешивании бетонной смеси вручную с содержанием базальтовых волокон 0,2 % (вариант Т4), при значительном ухудшении показателя однородности. При предварительном разделении базальтовых волокон в водном растворе с добавками ПАВ-1, ПАВ-2 и ПАВ-3, и введение их в бетонную смесь, частично затворенную водой, при скорости перемешивания 400 об/мин (варианты Т5, Т6, Т7 соответственно) наблюдается увеличение прочности на сжатие до 34,9% и растяжение до 27,8% при улучшении показателя однородности в сравнении с бетоном базового состава.

По результатам анализа установленных закономерностей базальтофибробетона определено оптимальное содержание базальтовых волокон 0,5 % от массы цемента по критерию прироста прочности. Рекомендованы способы введения волокон и перемешивания для равномерного их распределения в объеме бетона. Максимальный прирост прочности фибробетона получен при введении волокон в частично увлажненную смесь с последующим высокоскоростным перемешиванием (вариант Т1) и составил 51,2 % на сжатие и 28,8 %. Предварительное разделение волокон в водном растворе с ПАВ-2 с дальнейшим введением полученной суспензии в увлажненную бетонную смесь (вариант Т5) позволяет увеличить прочность на сжатие до 34,9 %, на растяжение 27,8 % относительно аналогичного состава без волокон.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильевская Н.Г., Енджиевская И.Г., Калугин И.Г. Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй. Вестник ТГАСУ. 2011. №3. С. 153–158.
2. Войлоков И.А., Канаев С.Ф. Базальтофибробетон. Исторический экскурс Инженерно-строительный журнал. 2009. №4. С. 26–31.
3. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография. М.: АСВ, 2004. 560 с.
4. Лещинский М.Ю., Скрамтаев Б.Г. Испытание прочности бетона: монография М.: Стройиздат, 1973. 272 с.
5. Кудряков, А.И. Совершенствование технологии изготовления базальтофибробетона с повышенной однородностью / А.И. Кудряков, В.С. Плевков, К.Л. Кудряков, А.В. Невский, А.С. Ушакова // Строительные материалы, №10, – М.: РИФ «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ». 2015. С. 44-47.
6. Kudyakov, K.L. Heavyweight cement concrete with high stability of strength parameters / K.L. Kudyakov, A.V. Nevsky, I.D. Danke, A.I. Kudyakov, V.A. Kudyakov //AIP Conference Proceedings. 2016. Vol. 1698. pp. 2 – 6. doi:10.1063/1.4937874.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СТЫКОВ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН,  
ВЫПОЛНЯЕМЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЖИМНЫХ МУФТ**

К.С. Лунева, М.Е. Гончаров, И.Ю. Фомичева

Научные руководители: профессор, д.т.н. В.С. Плевков, доцент, к.т.н. И.В. Балдин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

634003, Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: [Lunevakseniya@mail.ru](mailto:Lunevakseniya@mail.ru)

**RESEARCH OF WORK OF JOINTS OF COMBINED REINFORCED CONCRETE COLUMNS,  
VYPLNYAEMY WITH USE OF BLOOMING COUPLINGS**

K.S. Luneva, M.E. Goncharov, I.Y. Fomicheva

Scientific Supervisor: Professor, DSc. V.S. Plevkov, Associate Professor, Ph.D. I.V. Baldin

Tomsk state university of architecture and building, 2, Solyanaya Pl., 634003 Tomsk, Russia

E-mail: [Lunevakseniya@mail.ru](mailto:Lunevakseniya@mail.ru)

***Abstract.** Results of pilot studies of joints of combined reinforced concrete columns at static loading in which connection of longitudinal working fittings was made with use of blooming couplings are given in article. As a result of pilot studies schemes of deformation, a treshchinoobrazovaniye and destruction, size of ultimate loads of experimental samples have been received, and the pliability of butt connections is also defined.*

Анализ конструктивных решений стыков сборных железобетонных колонн каркасных зданий позволил выявить, что широкое распространение для многоэтажных каркасных зданий и сооружений рамной, рамно-связевой и связевой систем получил стык колонн, выполняемый с ванной сваркой продольных стержней [2, 3, 4]. Однако данные стыки не целесообразно использовать в каркасных зданиях, строящихся в районах с повышенной сейсмичностью.

Согласно СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*» в изгибаемых и внецентренно сжатых элементах конструкций при диаметре стержней 20 мм и более соединение стержней и каркасов должно выполняться с помощью специальных механических соединений (опрессованных и резьбовых муфт) или сварки независимо от сейсмичности площадки. При этом стыки сборных железобетонных колонн следует располагать вне зоны действия максимальных изгибающих моментов.

Для экспериментальных исследований работы стыков сборных железобетонных колонн, выполняемых с применением обжимных муфт, при статическом нагружении были изготовлены в производственных условиях четыре экспериментальных образца. Все образцы стыков колонн запроектированы сечением 400×400 мм из тяжелого бетона класса В40. Высота образцов принята 1500 мм. Выступ в зоне стыка был выполнен в виде металлической трубы сечением 146×5 мм, обеспечивающий устойчивость каркаса здания в стадии монтажа.

Армирование экспериментальных образцов выполнено в виде продольной и поперечной (хомуты и сетки) арматуры. Продольная арматура принята из 4 стержней диаметром 28 мм класса А500СП. Сетки косвенного армирования тела колонны изготовлены из арматуры диаметром 5 мм класса В500С с

ячейкой (55...60)×(55...60) мм и установлены с шагом 55...60 мм. В зоне стыка устанавливаются дополнительные арматурные сетки из стержней диаметром 10 мм класса А500СП.

Стыковка продольной арматуры экспериментальных образцов в уровне стыка производится с применением обжимных муфт. Замоноличивание стыков колонн осуществляется мелкозернистым бетоном класса В40.

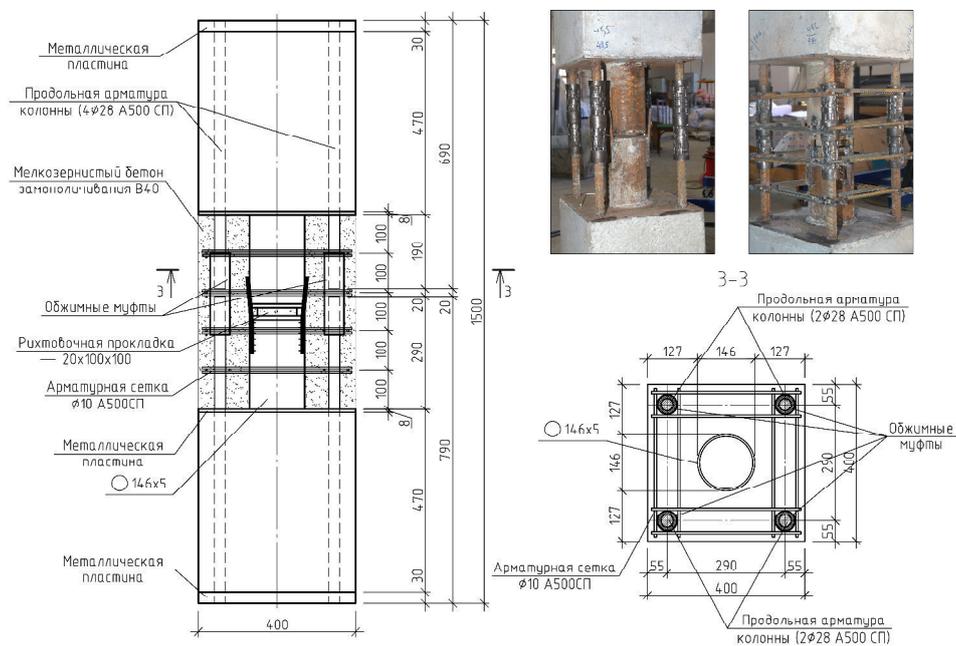


Рис. 1. Конструктивное решение экспериментальных образцов

Испытания опытных образцов стыков колонн на действие статических нагрузок проводились в лаборатории испытаний строительных конструкций кафедры «Железобетонные и каменные конструкции» Томского государственного архитектурно-строительного университета (рис. 2). Исследования включают в себя испытание образцов стыков колонн по двум схемам: на осевое сжатие и изгиб (поперечную силу) при замоноличенном и незамоноличенном стыке.

Испытания опытных образцов СКТ-1 и СКТ-3 проводились в рабочем (вертикальном) положении на гидравлическом прессе ПГ-1000 с максимальным усилием в 10000 кН; образцов СКТ-2 и СКТ-4 - в горизонтальном положении на гидравлическом прессе ПГ-1000. При этом образцы СКТ-1 и СКТ-2 испытывались без замоноличивания стыков.

В результате экспериментальных исследований были определены следующие параметры: вертикальные перемещения, продольные и поперечные деформации как самого стыка, так и элементов колонны, величина разрушающей нагрузки (табл. 1), получены схемы образования и развития трещин, схемы разрушения, а так же была определена податливость стыковых соединений (табл. 1) [1].

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований стыков сборных железобетонных колонн на обжимных муфтах

Наименование образца	Разрушающая нагрузка, кН	Податливость стыкового соединения, мм/кН
СКТ-1	2600	$10,3 \times 10^{-4}$
СКТ-2	959	—
СКТ-3	>9800	$1,6 \times 10^{-4}$
СКТ-4	1095	—

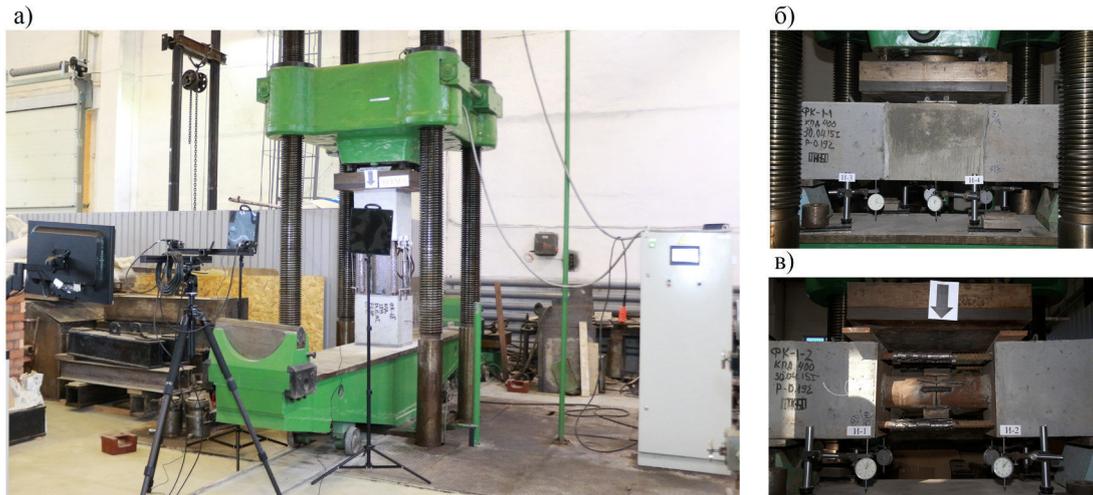


Рис. 2. Общий вид испытания стыков железобетонных колонн: а) SKT-1, SKT-3; б) SKT-4; в) SKT-2

Величина податливости стыкового соединения, определенная теоретическим путем согласно рекомендации [5], имеет удовлетворительную сходимость с экспериментальными данными. При этом расхождение составляет менее 15%.

Разрушение экспериментальных образцов замоноличенных стыков сборных железобетонных колонн при сжатии происходило вне зоны стыка. При испытании образцов без замоноличивания была отмечена потеря устойчивости продольных стержней колонны в уровне стыка – для образцов SKT-1, SKT-2. Для образца SKT-4 было отмечено образование магистральной трещины в бетоне замоноличивания с разрывом продольной арматуры [1].

Уточненные данные, полученные в результате экспериментальных исследований, в том числе и величины податливости стыковых соединений, были использованы при выполнении расчетов каркаса трехсекционного здания-представителя с учетом сейсмических воздействий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балдин И.В., Гончаров М.Е., Балдин С.В., Тигай О.Ю. Экспериментальные исследования стыков сборных железобетонных колонн каркаса конструктивной системы «КУПАСС» на действие статических нагрузок // Вестник ТГАСУ. – 2015. – №5. – С. 64–72.
2. Гончаров М.Е. Прочность стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими элементами, при статическом и кратковременном динамическом нагружениях // Дисс. ... канд. тех. наук. Томск, 2014. – 206 С.
3. Плевков В.С., Гончаров М.Е. Исследование работы стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими элементами, при статическом и кратковременном динамическом нагружениях // Вестник ТГАСУ. – 2013. – №2. – С. 154–165.
4. Плевков В.С., Балдин И.В., Гончаров М.Е., Максимов В.Б., Ботьева И.А. Методика и результаты экспериментальных исследований стыков железобетонных колонн, усиленных металлическими элементами // Том. гос. архит.-строит. ун-т-Томск, 2010 – 43 с.-Ил.:26.-Библиогр.: 10 назв.-Рус.-Деп. в ВИНТИ РАН 25.01.2010, № 25-В2010.
5. Рекомендации по расчету каркасов многоэтажных зданий с учетом податливости узлов сопряжений сборных железобетонных конструкций. ОАО «ЦНИИПромзданий», Москва.–2002.–38 С.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕЧЕНИЯ ПРИ ОБТЕКАНИИ ГРУППЫ ИЗ ТРЕХ МОДЕЛЕЙ  
ЗДАНИЙ В УСЛОВИИ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ**

А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол, С.В. Коробков, Ж.В. Ваганова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Коробков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [degall@mail.ru](mailto:degall@mail.ru)

**RESULTS VISUALIZATION FLOW OVER A GROUP OF THREE MODELS OF BUILDINGS WITH  
AIR FLOW INTERFERENCE**

A.G. Dyogin, M.N. Sokol, S.V. Korobkov, Zh.V. Vaganova

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor S.V. Korobkov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [degall@mail.ru](mailto:degall@mail.ru)

***Abstract.** The report presents the results of oil-black visualization of separation air flows around groups of three models in the form of a square prism, which simulate a group of buildings, mutually influence each other. Results flow pattern tandem building models with air, depending on their location. Experiments are carried out at a maximum Reynolds number  $Re = 4,25 \times 10^4$ , airflow attack angles of 0 and 45 degrees at a fixed height models.*

Аэродинамическая структура движения воздушных потоков внутри квартальной застройки всегда представляла большой интерес. С точки зрения архитектуры и проектирования действие ветра несет несколько научных и практических проблем. Прежде всего, ветровые потоки влияют на проветриваемость городских кварталов, формирование застойных зон, в которых движение воздуха практически отсутствует или, наоборот, зон с сильными ветровыми течениями, способными оказывать негативное влияние на комфортность проживания. Здания и сооружения имеют различную форму, в том числе форму квадратной призмы, и обтекание трехмерных препятствий является одним из наиболее сложных случаев формирования отрывных течений, не поддающееся в настоящее время достаточно точному численному решению.

Работы, посвященные изучению отрывных течений при обтекании воздушным потоком моделей системы зданий при вариации их относительной высоты и расположения, практически отсутствуют [1–6].

На примере трех квадратных призм, расположенных в тандеме, удалось исследовать ряд явлений, возникающих в воздушных потоках, их обтекающих. Эксперименты проводились при различных местоположениях моделей друг относительно друга по следующим принципам: две модели (препятствия) располагались выше по потоку и создавали турбулентные отрывные течения, которые оказывали влияние на аэродинамическую структуру у третьей исследуемой модели, расположенной ниже по потоку (см. рис. 1).

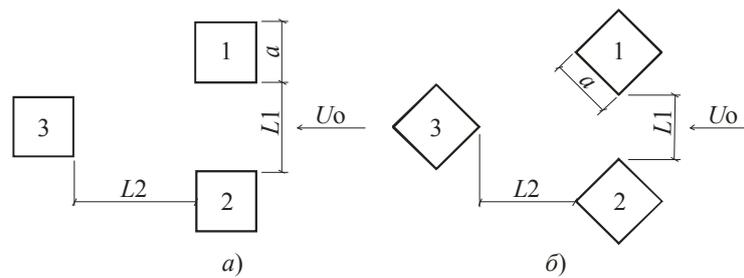


Рис. 1. Схема расположения экспериментальных моделей в потоке воздуха:

а) – угол атаки воздушного потока 0 град., б) – угол атаки воздушного потока 45 град.

Изменение калибра между впереди стоящими моделями-препятствиями составляло  $L1/a = 1; 2; 3$ , где  $a$  – размер поперечного сечения моделей, равный 50 мм. Исследуемая модель «3» располагалась в следе на удалении от впереди стоящих препятствий на расстоянии  $L2/a = 2; 4; 6; 8$  и 10. Эксперименты проводились при максимальном числе Рейнольдса  $Re = 4,25 \times 10^4$ , углах атаки воздушного потока 0 и 45 градусов при фиксированной высоте моделей. Все модели изготавливались из оргстекла толщиной стенки 5 мм. Серии экспериментов проводились на аэродинамическом стенде в лаборатории кафедры ТСП ТГАСУ, общий вид которого и методика проведения исследований представлены в [7].

Результаты визуализации воздушного течения вблизи тандема из трех моделей при угле атаки воздуха 0 град. Представлены на рис. 2.

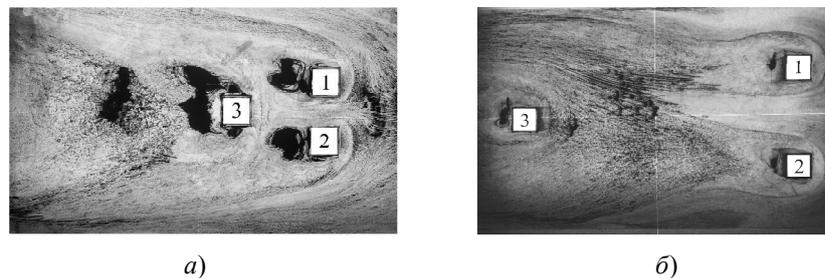


Рис. 2. Визуализация течения воздушного потока вблизи тандема из трех моделей:

а) -  $L1/a=1$  и  $L2/a=2$ ; б) -  $L1/a=3$  и  $L2/a=10$

Как видно из рис. 2,а при  $L1/a=1$  и  $L2/a=2$  струи воздуха между моделями «1» и «2» объединяются в общий ускоренный поток (т.е. происходит их поджатие) и действуют на модель «3». На передней грани модели «3» происходит сильное поджатие воздуха без образования подковообразного вихря, характерного для вперёдистоящих моделей «1» и «2». Наблюдается сильное влияние сводообразных вихрей, образованных в кормовой зоне за моделями «1» и «2», характерных для застойных зон. Аналогичное явление наблюдается за моделью «3», однако его следы выходят далеко за пределы ее граней. Обнаруженные следы вихрей (зоны рециркуляции) с периодическими пульсациями, формирующихся вблизи боковых граней, значительно больше, чем у моделей «1» и «2». Это свидетельствует о том, что модель «3» боковыми гранями расположена в зоне интенсивного турбулентного течения. Все выше сказанное свидетельствует о действии воздушного течения имеющего большую скорость, чем скорость потока, т.е. слияние двух отрывных течений приводит к формированию ускоренной воздушной струи между моделями, действующей на модель «3».

С увеличением поперечного смещения  $L1/a$  до 3 калибров (рис. 2,б) влияние интерференции воздушного, формирующегося между моделями «1» и «2» ослабевает. Контур подков на передних гранях моделей «1» и «2» занимают в поперечном канале между ними величину не более  $L1/4$ . Начинают появляться очертания подковообразного вихря на передней грани модели «3». Модель «3» подвержена только действию разреженных зон за моделями «1» и «2». Каждая из впереди стоящих моделей имеет свою четкую картину обтекания как одиночные модели.

С увеличением расстояния  $L2/a$  с 2 до 10 калибров (рис. 2,б) зона устойчивого влияния подковообразного вихря за впереди стоящими моделями в области между системой моделей постепенно размывается. Картина обтекания воздушным потоком модели «3» приближается к картине обтекания впереди стоящих моделей «1» и «2», а следовательно и одиночной модели. При этом отчетливо прослеживаются те же режимы течения, что и при обтекании потоком воздуха одиночной впереди стоящей модели.

Очевидно, что структура сложных отрывных течений будет непосредственно сказываться на характере изменения средней теплоотдачи и ветрового давления. Одной из основных особенностей является наличие вихревых зон между системой из трех моделей призм, имитирующих систему зданий. С увеличением калибров  $L1/a$  и  $L2/a$ , как показали визуализационные испытания, влияние вихревых зон на модель «3» от моделей «1» и «2» ослабевает, что в итоге приводит к выравниванию воздушного потока, а, следовательно, понижению процессов теплообмена.

Дальнейшие исследования статической ветровой нагрузки и процессов теплообмена для тандема трех моделей квадратных призм позволят определить количественную передачу ветровой нагрузки, рассчитать аэродинамические коэффициенты и выявить характер изменения локальной и средней теплоотдачи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meinders E.R., Hanjalic K. Experimental study of the convective heat transfer from in-line and staggered configuration of two wall-mounted cubes // *Int. J. Heat and Mass Transfer*. –2002. – No. 45. – Pp. 465–482.
2. Meinders E.R., Van der Meer T.H., Hanjalic K. Local convective heat transfer from an array of wall-mounted cubes // *Int. J. Heat Mass Transfer*. –1998. – Vol. 41. – No. 2. – Pp. 335–346.
3. Aliaga D.A., Lamb J.P., Klein D.E. Convective heat transfer distributions over plates with square ribs from infrared thermography measurements // *Int. J. Heat and Mass Transfer*. –1994. – № 37(3). – Pp. 363–374.
4. Martinuzzi R.J, Havel B. Turbulent flow around two interfering surface-mounted cubic obstacles in tandem arrangement // *Journal of Fluids Engineering*. – 2000. – Vol. 122. – Pp. 24–31.
5. Valensia A., Martin J.S., Gormaz R. Numerical study of the unsteady flow and heat transfer in channels with periodically mounted square bars // *Int. J. Heat and Mass Transfer*. –2001. – No. 37. – Pp. 265–270.
6. Popovac M., Hanjalic K. Vortical structure and heat transfer on a jet-impinged wall-mounted cube in a cross-flow // *Turbulence, Heat and Mass Transfer*. – 2006. – No. 5. – Pp. 1–11.
7. Гныря А.И., Коробков С.В., Кошин А.А., Мокшин Д.И., Терехов В.И. Комплексные экспериментальные исследования аэродинамики и теплообмена моделей зданий и сооружений // *Вестник ТГАСУ*. – 2011. – № 4. – С. 113–126.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА ГРУППЫ ИЗ  
ТРЕХ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА.**

**ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ И ЗАДАЧ**

Т.М. Файсканов, С.В. Коробков, А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Коробков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [timoha\\_93-93@mail.ru](mailto:timoha_93-93@mail.ru)

**EXPERIMENTAL STUDIES OF EXTERNAL HEAT TRANSFER GROUP OF THREE MODELS OF  
BUILDINGS WITH AIR FLOW INTERFERENCE. SETTING GOALS AND OBJECTIVES**

T.M. Faiskanov, S.V. Korobkov, A.G. Dyogin, M.N. Sokol

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor S.V. Korobkov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [timoha\\_93-93@mail.ru](mailto:timoha_93-93@mail.ru)

***Abstract.** The report presents the statement of goals and objectives for the experimental study of local and integral heat transfer with the air stream flowing around a group of three models of buildings in the form of a square prism in terms of air flow interference. The study group of buildings will be presented by 3 models. The relative height of models  $H/a = 3; 6$ . Standing in front of a model simulating an obstacle, will be located on the one line frontally relative to the wind flow with the change of gauge between  $L1/a = 1; 2; 3$ . The study model is located in the track away from the front facing obstacles  $L2/a = 2,0-10,0$  in increments of 2,0. The experiments will be carried out at a Reynolds number  $Re = 1,56 \times 10^4 - 4,25 \times 10^4$ , angle of attack of the air stream 0 and 45 degrees at a fixed height models.*

Здания и сооружения представляют собой плохообтекаемые тела и имеют разные формы, зачастую встречаются и в виде квадратных призм. Обтекание одиночных зданий различной высоты является сложной и многофакторной задачей. Это направление сейчас активно развивается, и достигнут определенный прогресс для относительно простых и канонических плохообтекаемых тел: куб в пограничном слое, пластины ограниченных размеров, ориентированные под различными углами к потоку, протяженная квадратная призма и некоторые другие. В реальных условиях здания и сооружения находятся, как правило, в окружении достаточно близко расположенных геометрически подобных объектов. Активное развитие в последнее время получили работы по экспериментальному и численному исследованиям взаимного влияния тел призматической формы. Наличие окружающих тел при различной их планировке приводит в исследуемом объекте к изменению аэродинамической картины обтекания и перестройке распределения коэффициентов давления и теплоотдачи. Образующаяся система отрывных потоков, взаимодействующих между собой, создают значительные трудности при разработке численных моделей расчета аэродинамики и теплообмена.

Вместе с тем работ, посвященных изучению теплообмена при обтекании воздушным потоком моделей системы зданий, взаимно влияющих друг на друга при вариации их относительной высоты и расположения, сравнительно мало.

Полученные рядом авторов критериальные зависимости не учитывают изменение коэффициента теплоотдачи от таких важных факторов, как форма модели, определяющий размер и местоположение, ограничиваясь при этом лишь углом атаки и скоростью воздушного потока. Эти результаты имеют ограниченный характер и не отражают в полной мере физику взаимодействия модели с потоком воздуха при вынужденной конвекции.

В связи с этим задачи, которые будут решаться в данной работе, и исследования, направленные на совершенствование расчетов локального и интегрального теплообмена при обтекании воздушным потоком группы высотных и повышенной этажности зданий, являются актуальными.

Запланированные исследования будут являться составной частью комплексных экспериментальных исследований аэродинамики и теплообмена моделей системы зданий при вариации их формы и расположения [1-3].

Целью настоящей работы является проведение комплексных экспериментальных исследований внешнего теплообмена группы моделей зданий в условиях интерференции воздушных потоков, моделирующих реальную застройку микрорайонов, в том числе высотных и зданий повышенной этажности. Для системы зданий такая задача решается впервые.

Предметом исследований является конвективный теплообмен наружной поверхности оболочки здания в зависимости от его формы, скорости и угла атаки воздушного потока, местоположения его в группе подобных зданий.

Будут изучаться процессы теплообмена, структуры отрывных потоков для группы из 3 моделей зданий, а также их характерные особенности при вариации их высоты (относительная высота  $H/a = 3; 6$ ) и местоположения относительно друг друга.

Внешний теплообмен группы моделей зданий будет исследоваться на специальном аэродинамическом стенде, который установлен в лаборатории теплообменных процессов кафедры технологии строительного производства ТГАСУ. Серия экспериментов будет проводиться на основе теории моделирования. В основу экспериментов будет заложено моделирование исследуемых моделей зданий на основе теории подобия.

Исследуемая группа зданий будет представлена 3 моделями. Относительная высота моделей  $H/a = 3; 6$  (рис. 1).

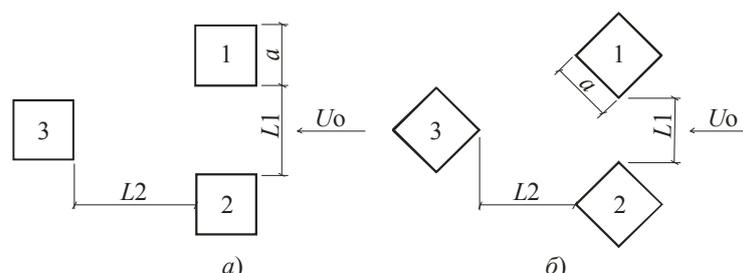


Рис. 1. Схема расположения экспериментальных моделей в потоке воздуха:

а) – угол атаки воздушного потока  $0$  град., б) – угол атаки воздушного потока  $45$  град.

Впередистоящие модели, имитирующие препятствие, будут располагаться на одной линии фронтально относительно потока ветра с изменением калибра между ними  $L1/a = 1; 2; 3$ . Исследуемая модель располагается в следе на удалении от впереди стоящих препятствий  $L2/a = 2,0-10,0$  с шагом 2,0. Эксперименты будут проводиться при числе Рейнольдса  $Re = 1,56 \times 10^4 - 4,25 \times 10^4$ , угле атаки воздушного потока 0 и 45 градусов при фиксированной высоте модели.

Каркас испытуемых моделей изготавливается из стеклотекстолита толщиной 5 мм. В качестве омического нагревателя используется нихромовая проволока  $d = 0,4$  мм с шагом навивки 2,5 мм вкруговую на каркас модели. Наружная обшивка изготовлена из нержавеющей стали; между каркасом и наружной обшивкой для выравнивания теплового потока поверх нагревателя устанавливаются медные пластины толщиной 0,8 мм. Измерение температуры осуществляется при помощи ХК-термопар диаметром 0,2 мм, зачеканенных на одной из граней моделей, для чего исследуемая грань будет разделена на сегменты, изолированные друг от друга, что позволяет снизить продольные перетечки тепла. Термопары расположены в горизонтальных и вертикальных сечениях. Количество термодатчиков на измерительной грани для моделей составило:  $H/a = 3 - 13$  шт.;  $H/a = 6 - 22$  шт.

Полученные опытные данные по изучению коэффициента теплоотдачи будут представлены в виде графиков, отражающих зависимость этих коэффициентов от скорости и углов атаки воздушного потока, при вариации высоты (относительная высота  $H/a = 3; 6$ ) и местоположения моделей зданий относительно друг друга. Вид этих зависимостей остается одинаковым для всех геометрически подобных систем.

Результаты экспериментальных исследований, полученных при обдуве моделей, могут быть перенесены на реальные здания и сооружения. В этом случае непереносимым условием перехода от модели к реальным зданиям является сохранение чисел Рейнольдса, их геометрическое подобие, а также подобие условий на их поверхности.

Полученные результаты дополняют известные данные как отечественных, так и зарубежных ученых в области исследования теплообмена и архитектурной аэродинамики при обтекании группы высотных зданий, моделирующих квартальную застройку. В конечном итоге оптимальное расположение зданий при застройке кварталов может снизить количество продуваемых зон и сократить потери тепла в зданиях и сооружениях. Полученные в дальнейшем данные могут служить исходным материалом в области градостроительной политики при проектировании новых кварталов и микрорайонов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гныря А.И., Коробков С.В., Кошин А.А., Мокшин Д.И., Терехов В.И. Комплексные экспериментальные исследования аэродинамики и теплообмена моделей зданий и сооружений // Вестник ТГАСУ. – 2011. – № 4. – С. 113–126.
2. Гныря А.И., Коробков С.В., Бояринцев А.П., Мокшин Д.И. Исследование теплообмена тандема моделей зданий при линейном их расположении // Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 5. – С. 90–97.
3. Мокшин Д.И., Коробков С.В., Гныря А.И., Терехов В.И. Внешний теплообмен тандема моделей зданий, расположенных в следе // XXXI Сибирский теплофизический семинар, посвященный 100-летию со дня рождения академика С.С. Кутателадзе: Сборник докладов Всероссийской конференции. – Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН, 2014. – С. 97–102.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ 3D-ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Е.А. Сорокина

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.О. Копаница  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [rtak.5@mail.ru](mailto:rtak.5@mail.ru)

**DEVELOPMENT PROSPECTS OF 3D-PRINTING TECHNOLOGY IN THE CONSTRUCTION  
INDUSTRY**

E.A.Sorokina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.O.Kopanitsa  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [rtak.5@mail.ru](mailto:rtak.5@mail.ru)

***Abstract.** The subject of this article is the new technology and materials for automated facility building. This work reveals the advantages of the 3D-printers in the construction industry. An important task for the successful implementation of 3D-printing capability is the selection of the right composite concrete compounds that meet the special requirements of extrusion printing. Also this materials should have low price, good heat-insulating and mechanical properties. Since traditional the steel reinforcement are not applicable for this method, concrete compound should be self reinforced by some fiber additive. Obviously, 3D-printing technology will discover great opportunities in the development of construction technologies, whereas traditional production fails to compete.*

Строительная отрасль, в результате использования инновационных технологий в проектировании, производстве строительной техники и строительных материалов, получила новый импульс в развитии. В современных строительных технологиях важную роль отводят вопросам повышения скорости строительства без снижения качества и увеличения стоимости, а также экологии и охраны окружающей среды. Одним из перспективных направлений в развитии строительных технологий является внедрение технологии возведения зданий, строящихся по принципу обычного детского конструктора. При усовершенствованной системе, строители способны собрать новые дома отдельными блоками буквально за считанные дни. На помощь строителям приходят новые разработки ученых, например, печать зданий на местности с использованием строительного 3D-принтера [1].

Внедрение приемов автоматизированного возведения зданий, позволяет снизить затраты на работы, тем самым уменьшить стоимость квадратного метра недвижимости. В местностях, пострадавших от стихийных бедствий, в развивающихся странах и во многих других случаях, когда требуется за короткое время обеспечить жильём большое количество людей, применение строительной 3D-печати является актуальным [2].

Известно, что строительная площадка является зоной повышенной опасности. При создании зданий при помощи 3D-технологий участие человеческих ресурсов в строительных работах сводится к минимуму. Из этого следует, что помимо всего прочего, технология строительства с помощью 3D-печати

позволит также снизить риски для людей и открывает перед человечеством в сфере строительства новые горизонты.

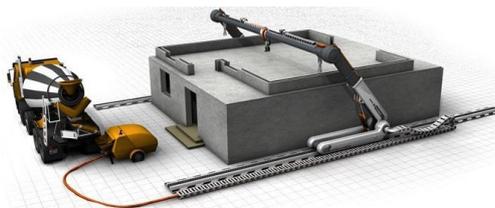
Использование 3D-технологий делает возможным возводить здания по индивидуальному заказу практически любой формы, с применением различных фактур и самых фантастических дизайнерских идей.

Еще одно важнейшее преимущество 3D-технологии – это скорость. Используя компьютерное моделирование, можно за несколько суток возвести целый дом, заложив при этом в конструкцию дома разъемы под изоляцию, электропроводку, трубопровод и оконные блоки.

Таким образом, технология 3D-печати применительно к строительству обладает рядом преимуществ:

- высокая гибкость и скорость строительства;
- практическая безотходность производства;
- высокая повторяемость и точность, полное соответствие создаваемой конструкции компьютерной модели;
- низкая трудоемкость, высокая степень автоматизации строительства;
- низкая стоимость, за счет сокращения трудозатрат и расхода материала (в том числе и при последующей чистовой отделке и прокладке коммуникаций).

Строительный 3D-принтер в своей работе использует технологию экструдирования, при которой каждый новый слой строительной смеси выдавливается из экструзионной головки принтера на предыдущий слой по заложенному программой контуру, наращивая стены здания (Рис.1). Однако для установки несущих и поддерживающих элементов конструкции, инженерных коммуникаций (перемычки, балки перекрытия/покрытия, элементы стропильной конструкции, лотки, дымоходы, вентиляционные каналы и т.д.) требуется подключить к машине дополнительный инструмент – манипулятор [2].



*Рис. 1. Технология 3D-печати в строительстве [2]*

Важной задачей для реализации возможностей 3D-печати является подбор составов композиционных строительных материалов, отвечающих требуемым эксплуатационным характеристикам возводимого здания и удовлетворяющих требованиям экструзионной печати. Чаще всего с этой целью используют мелкозернистые бетонные смеси, обладающие необходимой прочностью, жесткостью, морозостойкостью, повышенными адгезионными и когезионными свойствами и скоростью твердения. В настоящее время рекомендации по подбору составов бетонов обладающих необходимым набором свойств отсутствуют. При проектировании составов композиционных материалов необходимо учитывать также особенности 3-D принтера. Например, необходимость подачи бетона на большую высоту, но при этом должны быть сохранены реологические свойства формовочной смеси. Бетонная смесь должна

сохранять однородную структуру, то есть не расслаиваться в процессе транспортирования и укладки. Для обеспечения нанесения на шероховатую поверхность тонким и ровным слоем бетонной смеси, позволяющим обеспечить плотное прилегание к предыдущему слою и адгезию между слоями, необходимы особые требования и к показателю пластической прочности бетонной смеси [4].

Для обеспечения деформативных свойств конструкций зданий применяется армирование. В то же время вопрос об оптимальном способе армирования остается открытым. Применение классических металлических каркасов вызывает определенные трудности. С использованием дополнительного манипулятора для автоматизированной установки арматуры требует применение дорогостоящего и сложного оборудования, а использование труда рабочих приведет к увеличению стоимости конструкции и времени на возведение здания.

Более широкое применение может найти цементная смесь с фиброармированием. В качестве армирующего волокна может использоваться базальт, стекловолокно. Введение фиброволокна в бетон поможет достичь сразу несколько целей: армирование, вплоть до полной замены каркаса на волокно; защищенность от воздействия влаги [5].

Тяжелый бетон является плохим изоляционным материалом. Для снижения теплопроводности бетона требуется введение специальных наполнителей (гранулированный пенополистирол, полые стеклосферы и т.п.). Так же теплоизоляция может осуществляться путем введения в пустоты сыпучего теплоизоляционного материала, для этого возводится трёхслойная конструкция стен.

Для решения существующих проблем 3D-печати в строительстве необходим комплексный подход специалистов различных сфер деятельности: архитектуры, робототехники, материаловедения, экономики.

Таким образом, 3D-печать в перспективе может открыть широкие возможности в развитии строительных технологий, с которыми традиционное производство не может конкурировать. Строительство зданий при помощи 3D-принтеров вызывает большой интерес в первую очередь практиков, желающих использовать данную технологию в своей работе. Широкое использование 3D-принтеров в ближайшее время станет реальностью не только для строительства небольших коттеджей, но и для возведения небоскребов. Будущее за 3D-печатью [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные 3D принтеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3-dprinting.ru/oblast-primeneniya/stroitelstvo/> - 19.02.2016
2. Обзорная статья по строительным 3D технологиям [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/224299/> - 27.02.2016
3. Грахов В.П., Мохначев С.А., Бороздов О.В. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11-12. – С. 2673-2676
4. Баженов Ю.М. *Технология бетонов*. – М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2002. – 499с.
5. Некоторые аспекты печати на строительных 3D принтерах серии S [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.specavia.pro/articls/2238/> - 19.02.2016

**АЛГОРИТМ И ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ ПО  
РОССИЙСКИМ И ЗАРУБЕЖНЫМ НОРМАМ**

Н.Н. Телеличко, С.В. Балдин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.С. Плевков

Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [telelichko@yandex.ru](mailto:telelichko@yandex.ru)

**ALGORITHM AND PROGRAM OF CALCULATION OF DURABILITY OBLIQUE SECTIONS  
ACCORDING TO RUSSIAN AND FOREIGN STANDARDS**

N.N. Telelichko, S.B. Baldin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.S. Plevkov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq. 2, 634003

E-mail: [telelichko@yandex.ru](mailto:telelichko@yandex.ru)

***Abstract.** The theory on the calculation of the strength of reinforced concrete elements was examined. The program «QR» by Russian and international standards was compiled. The algorithm and the code of program was developed. The correctness of operation of the «QR» was checked by manual calculations.*

Действующая нормативная база проектирования и строительства в Российской Федерации полностью обеспечивает надёжность и безопасность эксплуатирующихся и проектируемых зданий и сооружений. При этом разработка и обновление нормативных документов в строительстве отставала от зарубежных аналогов в части применения новых материалов и технологий. С принятием Федерального закона РФ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» и постановления Правительства Российской Федерации от 16 июня 2010 г. №ИШ-П9-4012 о включении Еврокодов на альтернативной основе в доказательную базу «Технического регламента о безопасности зданий и сооружений» начался новый этап гармонизации российских и зарубежных норм проектирования железобетонных конструкций [1].

Расчет железобетонных элементов на действие поперечных сил по российским нормам выполняется на основе модели наклонных сечений, при этом расчет производится отдельно на действие изгибающих моментов и отдельно на действие продольных и поперечных сил. Во втором случае действие продольных сил в СНиПе 2.03.01-84\*, СП 52-01-2003 и СП 63.13330.2012 учитывается коэффициентом  $\varphi_n$ . Это действие можно представить в виде графика (рисунок 1). По нему видно, что вначале коэффициент  $\varphi_n$  не учитывал влияние осевого растяжения и осевого сжатия на прочность железобетонных элементов (линии 1-4). Это влияние было учтено в действующих нормах (линия 5). Расчеты также выполняются по методам ферменной аналогии и модифицированных полей сжатия. Расчеты по зарубежным нормам производятся только на основе ферменной аналогии.

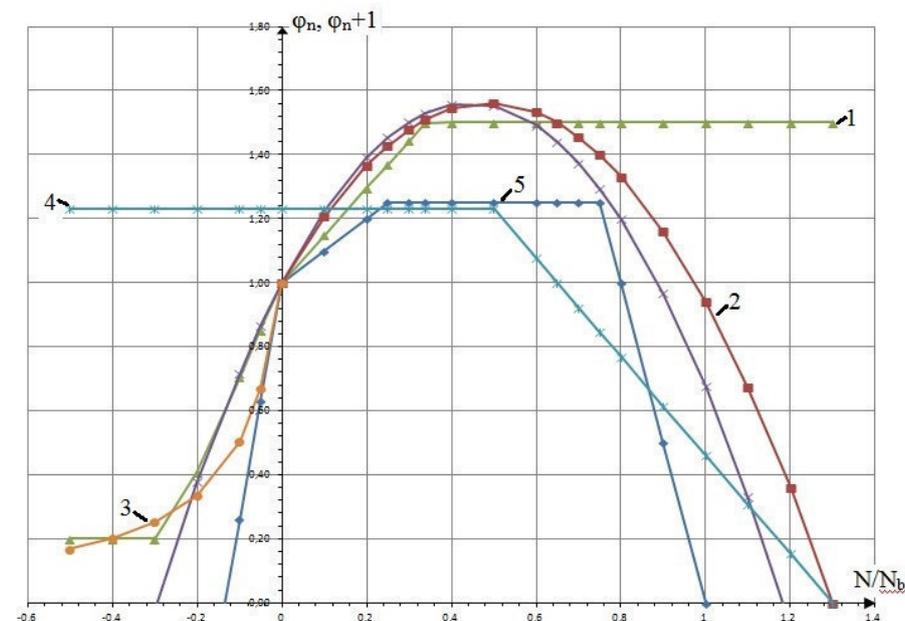


Рис. 1. График зависимости  $N/N_b$  от  $\varphi_n$  ( $\varphi_n+1$ )

В связи с упомянутыми выше и другими особенностями и различием в расчетах по российским и зарубежным нормам, (описанных в [2]), возникает необходимость в сравнение и оценке результатов расчета по ним. Для этой цели была разработана программа «QR» расчета прочности железобетонных элементов на действие поперечных сил, производящая расчеты по российским и зарубежным нормам. Алгоритм, составленный для ее создания, состоит из блок-схем и включает в себя общий алгоритм (рисунок 2) и отдельные блоки (рисунок 3) к нему, описывающие последовательность расчета по каждой норме. На его основе был разработан код программы «QR» и ее интерфейс в системе объектно-ориентированного программирования Delphi 7.

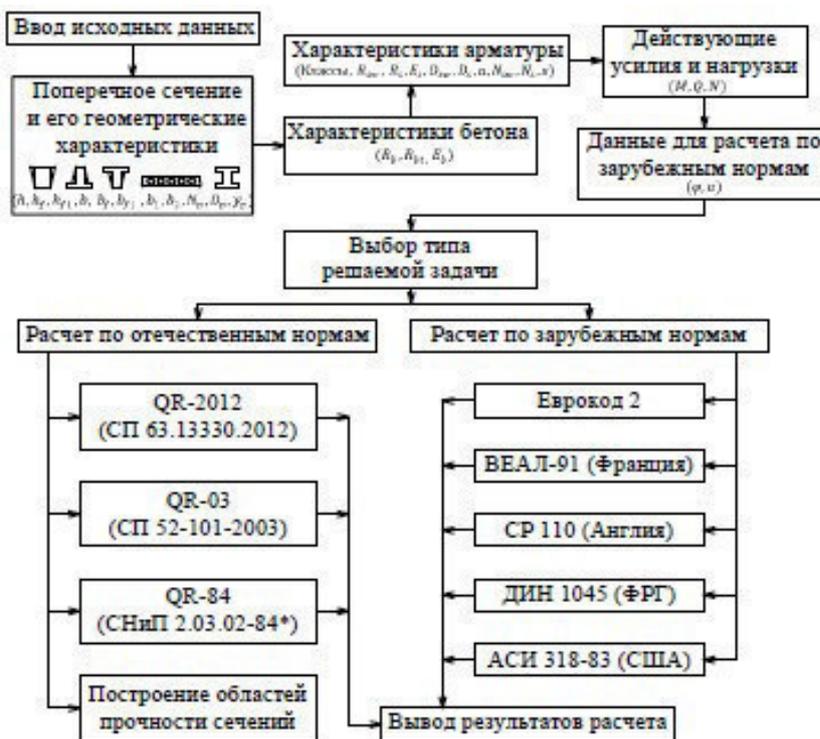


Рис. 2. Общий алгоритм расчета в программе «QR»



Рис. 3. Часть блоков общего алгоритма программы «QR»

Разработанная программа значительно упрощает задачи прямого и обратного проектирования железобетонных элементов на действие поперечных сил, а также позволяет снизить время при проектировании и проверки прочности существующих железобетонных конструкций. Выполненные тестовые расчеты показали 99,9% с результатами расчетов, произведенных вручную, что свидетельствует о корректности работы программы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телеличко Н.Н. Расчет прочности наклонных сечения железобетонных элементов по российским и зарубежным нормам // Перспективы развития фундаментальных наук: Сборник научных трудов XII Международной конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2015. – С. 1233-1235.
2. Колмогоров А.Г. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам: Учебное издание. / А. Г. Колмогоров, В. С. Плевков. – М.: Изд-во «АВС», 2011. – 496 с.

ОЦЕНКА СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДА ТОМСКА

Д.А.Бузмакова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. К.П.Толкачева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [dasha.buzmakova@mail.ru](mailto:dasha.buzmakova@mail.ru)

LIGHT POLLUTION OF TOMSK

D.A. Buzmakova

Scientific Supervisor: Ph.D. K.P. Tolkachova

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

e-mail: [dasha.buzmakova@mail.ru](mailto:dasha.buzmakova@mail.ru)

***Abstract.** In the work provides an analysis of lighting pollution of Tomsk and calculation of payback lighting installation when replacing an existing system on led light sources.*

Световое загрязнение (СЗ) - форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с продолжительным или периодическим превышением уровня естественной освещенности пространства, в том числе, за счет использования источников искусственного освещения [1]. Основными источниками СЗ являются крупные города и промышленные комплексы. СЗ создается уличным освещением, светящимися рекламными щитами или прожекторами. Большая часть излучаемого света направляется или отражается вверх, что создаёт над городами «световые купола». Это вызвано неоптимальной и неэффективной конструкцией многих систем освещения, ведущей к расточительству энергии. Актуальность проблемы светового загрязнения городской среды нарастает ввиду: роста числа и мощности функциональных уличных осветительных установок наружного архитектурного освещения.

Наружное архитектурное освещение (АО) – искусственное освещение (фасадов) зданий, памятников и элементов городского ландшафта применяемое для обеспечения их художественной выразительности. В течение дня визуальная структура зданий и других объектов определяется прямым солнечным светом и диффузным (рассеянным) светом небосвода. В ночных условиях (средняя) яркость фасадов от функционального освещения транспортных магистралей, окон жилых зданий и световых приборов для пешеходных зон и т.п. ниже дневных значений на ~ 4-5 порядков, в условиях наружного АО - на 3-4 порядка [2]. Кроме того, распределение яркости по освещенному объекту обычно неравномерное, как правило, выполненное типовыми металлогалогенными светильниками. Использование прожекторов заливающего света влечет за собой не только искажение дневного облика архитектурного сооружения, но и большие световые потоки, направленные в небо.

Проблема СЗ характерна для промышленно развитых районов Северной Америки, Европы, Японии, крупных городов Ближнего Востока и Северной Африки, России. Как и другие формы загрязнения (воздуха, воды, шум) СЗ наносит вред окружающей среде [3]. Оставаясь развивающимся городом, Томск нуждается в оценке светового загрязнения, что в дальнейшем поможет предотвратить негативные последствия.

На рис.1 приведена карта [4], показывающая уровень искусственного светового загрязнения ночного неба в зените, относительно естественной яркости городах. Световое загрязнение возникает от ночного освещения крупных и средних населенных пунктов. Пояснение к рис.1. можно найти в табл.1.

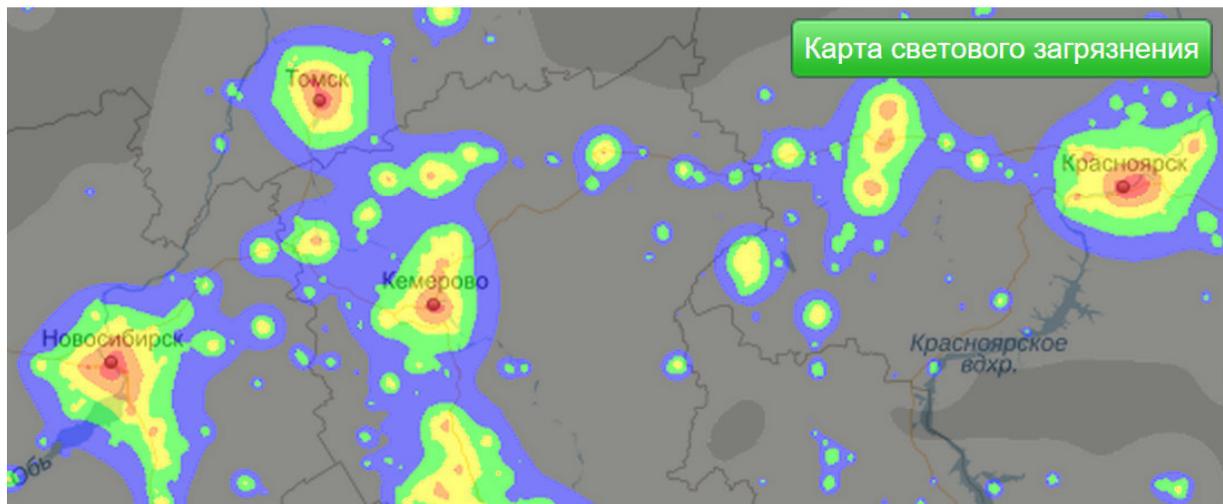


Рис.1. Карта светового загрязнения

Таблица 1.

Обозначения для карты светового загрязнения

Превышение искусственного загрязнения над естественным фоном (раз)	<0,01	0,01-0,11	0,11-0,33	0,33-1	1-3	3-9	9-27	>27
Суммарная яркость неба (мккд/м2) Естественный фон 252 мккд/м2	<255	255-280	280-335	335-504	504-1008	1008-2520	2520-7056	>7056
Суммарная яркость неба (зв.вел. /угл.с2) Естественный фон 21,58 зв.вел. /угл.с2	>21,57	21,57-21,47	21,47-21,27	21,27-20,83	20,83-20,07	20,07-19,08	19,08-17,96	<17,96
Предельная звездная величина (зв.вел.) Естественный фон 6,42 зв.вел.	6,42	6,42-6,37	6,37-6,26	6,26-6,02	6,02-5,54	5,54-4,83	4,83-3,94	<3,94

Основные проблемы, вызывающие большие засветки: неправильно подобранные мощности и расположение СП, создающие вторичные потоки. При проведении исследования были рассмотрены открытые пространства, предназначенные для пешеходов – Новособорная площадь и площадь у Дворца спорта. Результатом работы стал план расположения СП, а так же данные об уровне освещенности площадок (табл.2). Следует отметить, что обозначенный параметр соответствует нормам [5].

Обратимся к упрощенному расчету идеализированной системы: представим шар молочного стекла направленным источником света, освещающим точку, в которой проводилось измерение (расстояние от опоры - 1,5 м, на уровне 0,8 м от поверхности земли). Источник света - лампа компактная люминесцентная, 55 Вт, световой поток 3000 лм, установлена в шаре молочного стекла).

Для создания освещенности равной 6 лк [5] на рабочей поверхности допустимо использовать направленный ИС, световой поток которого равен 800 лк. Произвести такой световой поток способны светодиодные ИС мощностью 10Вт.

Для того чтобы оценить масштабы количества потребляемой электроэнергии рассмотрим действующие ОУ в которых ключевую роль играют, обозначенные СП – шары молочного стекла.

Таблица 2.

План расположения СП и уровень освещенности открытых пространств г.Томска

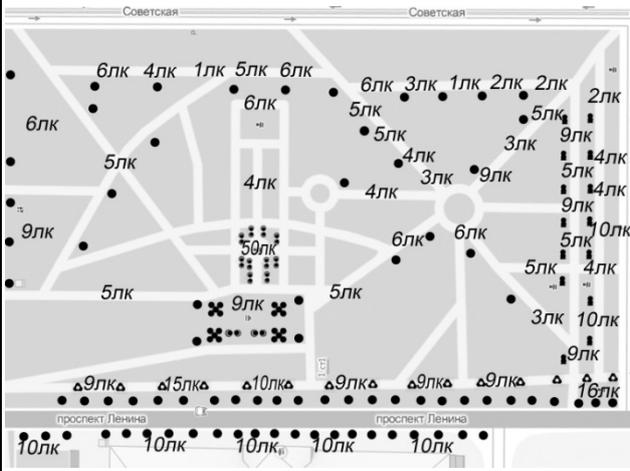
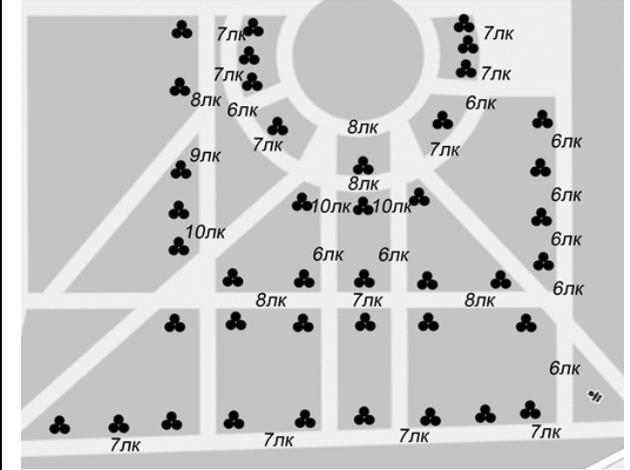
<b>Новособорная площадь</b>	
	<p>Общее количество СП 123 шт типа Шар молочного стекла</p> <p>Не принимая во внимание не типовые СП, примем обязательным условием, что ИС в каждом СП один и тот же – КЛЛ, 50Вт:</p> $78+15*4+4*5+12*2= 182 \text{ шара, и } 9100 \text{ Вт электроэнергии.}$ <p>В случае замены 182 «шаров» на направленные источники света будем иметь 1820Вт при использовании светодиодных ИС. Таким образом можем в 5 раз сократить энергопотребление данной площадки!</p>
<b>Площадь у Дворца спорта</b>	
	<p>В данном случае рассмотрим открытое пространство с одинаковыми по всей площади источниками света. 41 СП состоящий из трех шаров молочного стекла.</p> <p>Примем обязательным условием, что ИС в каждом СП один и тот же – КЛЛ, 50Вт:</p> $41*3= 123 \text{ шара, и } 6150 \text{ Вт электроэнергии.}$ <p>В случае замены 123 «шаров» на направленные источники света будем иметь 1230Вт при использовании светодиодов.</p>

Рис.2. План расположения СП

Рис.3. План расположения СП

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами.
2. Щепетков Н.И. Световой дизайн города. М.: Архитектура-С. – 2006.
3. Аройо Ф.В. Эстетика наружного освещения и контроль “светового загрязнения” // Светотехника. – 1995. – № 4/5. – С. 24 – 25.
4. Карта светового загрязнения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [astrotver.ru/index.php/home/light-pollution-map.ru](http://astrotver.ru/index.php/home/light-pollution-map.ru)
5. СНиП РФ 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТОМСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Д.Г. Кривицкая

Научный руководитель: старший преподаватель С.М. Ремарчук  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

Е-mail: [krivitskaiadaria@mail.ru](mailto:krivitskaiadaria@mail.ru)

## PROSPECTS OF TOMSK AGGLOMERATION

D.G. Krivitskaia

Scientific Supervisor: Assistant Professor S.M. Remarchuck  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

Е-mail: [krivitskaiadaria@mail.ru](mailto:krivitskaiadaria@mail.ru)

***Abstract.** The article presents the results of territorial organization analysis of agglomeration "Tomsk - Seversk - Tomsk region". The analysis identifies the main urban subcenters, shows their priority functions and additional functional zones.*

Оптимизация функционального зонирования городских территорий относится к одной из сложных и многоаспектных проблем архитектурного и градостроительного проектирования. В соответствии с документами стратегического планирования Российской Федерации<sup>1</sup>, базовой тенденцией пространственного развития страны является концентрация человеческого капитала, инфраструктуры, ресурсов в крупных городах и формирование агломераций с численностью населения более 1 млн. человек. Под перспективами развития городской агломерации подразумевается не только компактное скопление населённых пунктов, местами срастающихся, объединённых в сложную многокомпонентную динамическую систему с интенсивными производственными, транспортными и культурными связями [1], но и развитая иерархическая система городских подцентров, с приоритетной функцией и дополнительными функциональными зонами.

Институтом территориального планирования «Урбаника» (г. Санкт-Петербург) была разработана концепция становления и развития агломерации «Томск – Северск – Томский район». С 2011 года Томская агломерация позиционируется на федеральном уровне в качестве приоритетного инновационного территориального центра, что подтверждено распоряжениями Правительства Российской Федерации от 6 октября 2011 года № 1756-р и от 14 января 2015 года № 22-р. В рамках разработанной концепции реализуются проекты «Томские набережные» в г. Томске, микрорайон «Южные ворота» в пос. Зональная станция, проект развития территории на въезде в ЗАТО Северск [2].

Анализ статистических данных динамических показателей территориальной принадлежности населения показал высокий уровень урбанизации в ключевых центрах Томской агломерации (г. Томск, г. Северск). При этом плотность населения города Томска и Северска, составляющих менее 10% от общей территории агломерации, превышает среднюю плотность населения Томского района в 155 раз (рис. 1).

---

<sup>1</sup> Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ "О стратегическом планировании в Российской Федерации", постановление Правительства Российской Федерации от 20 августа 2015 г. № 870

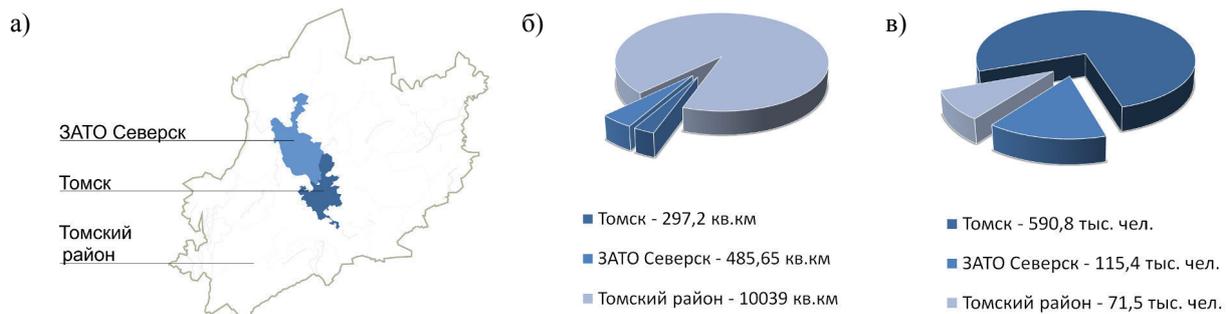


Рис. 1 Агломерация «Томск – Северск – Томский район»: а) территориальная схема б) диаграмма распределения площади территории в) диаграмма распределения численности населения

Сбалансированное распределение функциональных зон в структуре агломерации – один из ключевых факторов, влияющих на интенсивность агломерационных процессов. В результате анализа функционального зонирования города Томска, как административного центра агломерации, автором были определены зоны с выявленной приоритетной функцией и зоны с не выявленной приоритетной функцией. Городской центр Томска и его промышленная северо-восточная окраина отличаются высокой концентрацией функциональных подцентров. Восточная, южная и западные окраины города Томска представляют собой спальные районы – приоритетные функции здесь не получили достаточного развития. Полупериферийные территории города Томска, расположенные между проспектом Ленина и полукольцевой железнодорожной веткой, характеризуются сбалансированной структурой – функции распределены равномерно и соответствуют востребованности населения. В ЗАТО Северск и Томском районе наблюдается несбалансированный характер размещения функций и недостаточность развитости инфраструктуры. В целом наблюдается неравномерность распределения функциональных подцентров по всей территории агломерации.

По мнению автора, экономическое развитие Томской агломерации затруднено особенностями распределения ресурсов по территории входящих в нее муниципальных образований. Научно-образовательный, общественно-деловой и культурный потенциал агломерации сосредоточен преимущественно в центральной части города Томска. Городской центр максимально привлекателен для развития различных видов коммерческой недвижимости, а также качественного жилья. Но при этом в центре города существует дефицит подготовленных для этого площадок и инфраструктурных мощностей (рис. 2). Достаточные по площади территории, обеспеченные объектами инфраструктуры, существуют на периферии города Томска. Однако их изолированность от городского центра в контексте недостаточно развитой транспортной инфраструктуры делает их привлекательными, преимущественно, для массового жилищного строительства. При этом в районах интенсивной жилой застройки на окраинах города формируется дефицит объектов социальной инфраструктуры, что негативным образом влияет на качество жизни населения.

Анализ показал, что территориальная структура общественных центров города Томска характеризуется определенной планировочной «незрелостью»: в структуре города хорошо прочитывается общегородской центр, общественные подцентры планировочно слабо выражены, не обладают четкой функциональной организацией.

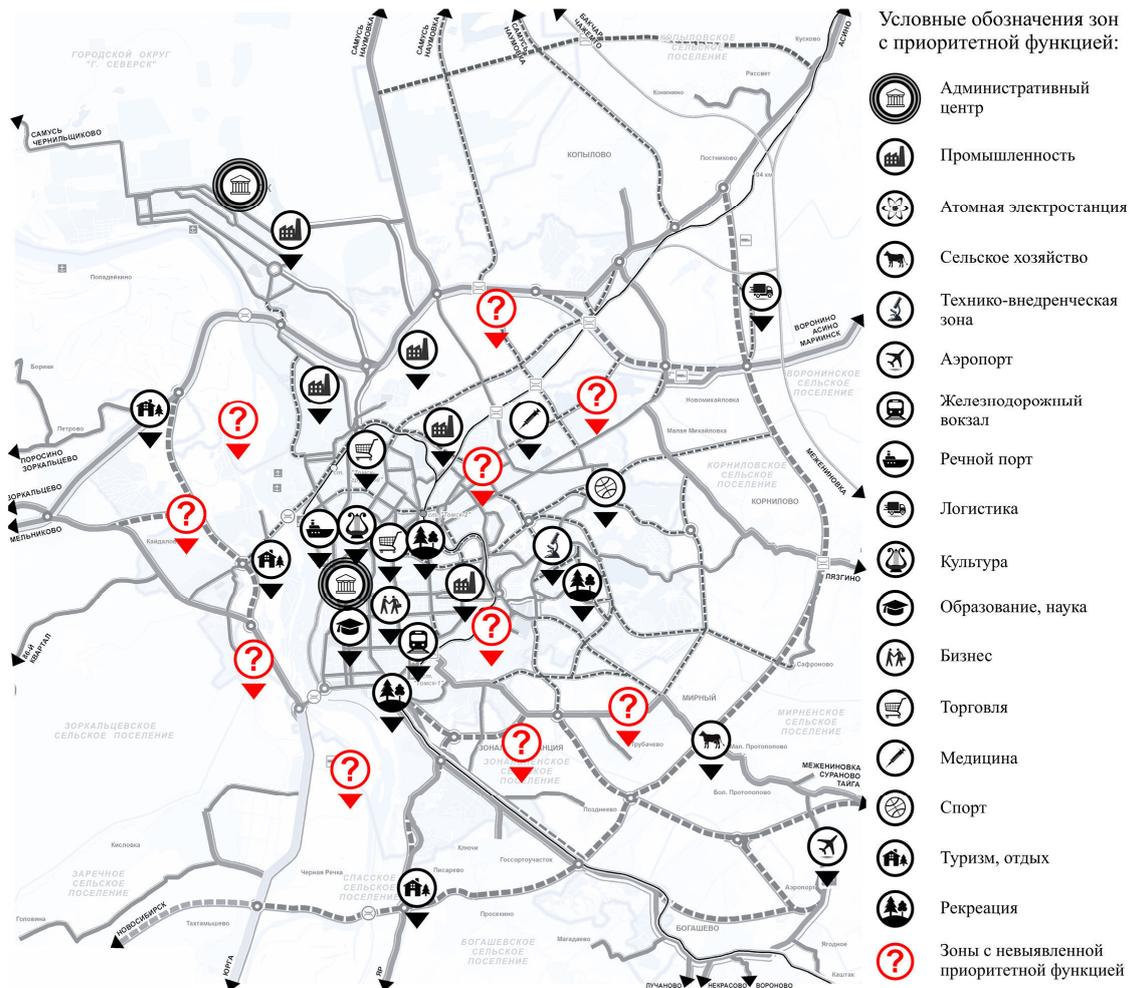


Рис. 2 Расположение зон с выявленной и не выявленной приоритетной функцией

Дальнейшее развитие Томской агломерации должно быть основано не на примитивном количественном росте за счет механического приращения пригородных территорий, а на основе комплексного подхода к решению проблемы совершенствования планировочной структуры городских подцентров на основе системного анализа и программно-целевого подхода к формированию единой системы функциональных зон и узлов многофункционального использования. Переход к концепции устойчивого развития всей территории агломерации за счет рационального формирования подцентров с приоритетными функциями будет означать сохранение и наращивание ресурсов не только для современных жителей агломерации, но и для последующих поколений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сб. мат-ов по проблемам развития городских агломераций в странах СНГ к науч.-практ. конф. «Научные и практические аспекты формирования городских агломераций» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.e-gorod.ru/Documents/meropr/2011\\_11\\_18\\_semenar\\_konf/sbornik\\_konf\\_2011\\_11\\_18.pdf](http://www.e-gorod.ru/Documents/meropr/2011_11_18_semenar_konf/sbornik_konf_2011_11_18.pdf) – 05.02.16.
2. Концепция социально-экономического и пространственно-территориального развития агломерации «Томск–Северск–Томский район» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tomsk.gov.ru/pages/front/view/id/24933> – 08.02.16.
3. Болдырев В.Ф. Основы градостроительства в условиях Сибири. Часть 1: Учебное пособие – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1991.– с.123

**ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ СВЯЗИ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ В  
ПРОЦЕССЕ ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО  
ОТКЛИКА НА ИМПУЛЬСНОЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ**

М.В. Петров, Т.В. Фурса, Д.Д. Данн

Научный руководитель: д.т.н. Т.В. Фурса

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [max11-92@bk.ru](mailto:max11-92@bk.ru)

**THE EVALUATION OF BOND STRENGTH BETWEEN CONCRETE AND GFRP BARS IN THE  
FREEZE-THAW PROCESS BY THE PARAMETERS OF ELECTRIC RESPONSE UNDER IMPACT  
EXCITATION**

M.V. Petrov, T.V. Fursa, D.D. Dann

Scientific Supervisor: Dr. Sci. T.V. Fursa

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 30, 634050

E-mail: [max11-92@bk.ru](mailto:max11-92@bk.ru)

***Abstract.** The paper proposes a contactless method for assessing the durability of the bond between glass fibre-reinforced polymer rebar and concrete under cyclic freeze-thaw conditions. The method is based on measuring the electric response to mechanical impact. The results of the theoretical and experimental studies of the electric response parameters under changing conditions of the rebar-concrete interface are presented.*

Конструкции из армированного бетона эксплуатируются в условиях воздействия значительных сезонных колебаний температуры и влажности. Увеличивающаяся распространенность стеклопластиковой арматуры (СПА) является результатом ее устойчивости к коррозии и высокого соотношения прочности к весу по сравнению с обычной стальной арматурой. Тем не менее, из-за разницы между поперечными коэффициентами теплового расширения СПА и бетона, при повышении температуры возникает радиальное давление, создаваемое в зоне контакта СПА с бетоном, вызывающее растягивающие напряжения в бетоне. Эти напряжения могут вызвать уменьшение прочности связи СПА с окружающим бетоном.

В настоящее время нет достаточно простых и надежных методов определения повреждений, происходящих в конструкциях из армированного бетона. Поэтому существует необходимость разработки новых методов контроля с целью обеспечения безопасной эксплуатации инженерных конструкций и сооружений.

Для оценки повреждений в бетоне разрабатывается метод, основанный на использовании характеристик электрического отклика, возникающего в бетоне при импульсном механическом воздействии [1]. Данная работа является продолжением этих исследований и посвящена поиску диагностических критериев оценки прочности связи арматуры с бетоном.

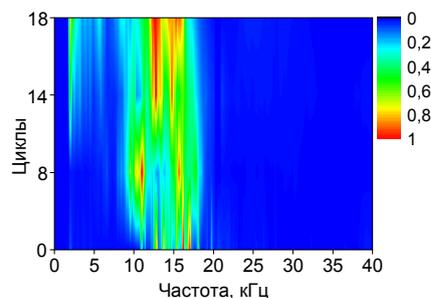
Экспериментальные исследования выполнены с помощью аппаратно-программного комплекса, который позволяет производить однократный нормированный по силе удар по объекту исследования и

регистрировать электрический отклик. Более подробно методика проведения исследований приведена в работе [2]. Для обработки полученных данных используются стандартная программа Origin и специальные программы, разработанные в среде программирования LabView.

Для проведения исследований было изготовлено 15 лабораторных моделей тяжелого бетона размером 100x100x100 мм, армированного стеклопластиковой и стальной арматурой. Изготовление образцов бетона производилось согласно ГОСТ 7473-2010.

Перед проведением климатических испытаний образцы были замочены в воде. Было проведено 8, 14 и 18 циклов замораживания-оттаивания. Замораживание производилось в условиях климатической камеры при температуре минус 40 °С, а оттаивание в универсальной камере при температуре (20±5) °С и влажности 95 %. Для сравнительного анализа 3 образца не подвергались климатическим испытаниям и хранились в комнатных условиях. Было проведено по 16 измерений электрического отклика из каждого образца. Измерения производились с частотой дискретизации 1 МГц.

Интерпретация измеренных сигналов в частотной области была выполнена с использованием спектральной плотности мощности. На рисунке 1 приведена двумерная картина, иллюстрирующая характер изменения нормализованной спектральной плотности мощности, в процессе циклического замораживания-оттаивания армированного бетона.



*Рис. 1. Карта нормализованной спектральной плотности мощности электрического сигнала в процессе циклического замораживания-оттаивания армированного бетона*

Как видно из рисунка увеличение циклов замораживания-оттаивания приводит к формированию в спектре мощности электрического отклика значимых спектральных пиков в области более низких частот.

В процессе циклического замораживания-оттаивания в образце бетона начинают формироваться трещины. Рассеяние упругих волн на трещинах отражает процесс затухания от времени. Для определения коэффициента затухания энергии электрического сигнала из образцов бетона в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания использован частотно-временной анализ, как это описано в работе [3]. На рисунке 2 приведен график зависимости коэффициента затухания энергии электрического отклика от количества циклов замораживания-оттаивания.

Определение прочности сцепления арматуры с бетоном было проведено путем процедуры выдавливания. Образец армированного бетона устанавливался на металлическую подставку высотой 1,5 см с отверстием в центре. Образец с подставкой помещался на нижнюю плиту прессы, в ее центр. Нагружение производилось с постоянной скоростью, равной 0,2 кН/с. В процессе нагружения производилось выдавливание арматуры из образца в отверстие в подставке. Из полученных результатов была рассчитана прочность контакта стеклопластиковой арматуры с бетоном ( $R$ ) по формуле:

$$R = \frac{P}{\pi dl}$$

Где  $P$  – максимальная нагрузка до начала процесса разрушения контакта,  $d$  – диаметр арматуры,  $l$  – размер контактной зоны по высоте.

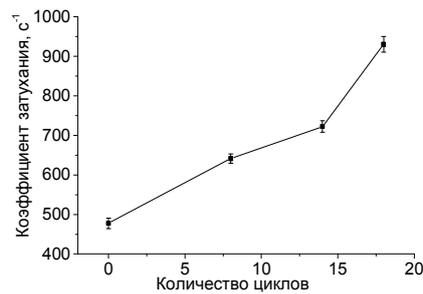


Рис. 2. Изменение коэффициентов затухания энергии электрических откликов в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания

На рисунке 3 представлена зависимость коэффициента затухания энергии электрических откликов от прочности контакта, хорошо описываемая линейной зависимостью.

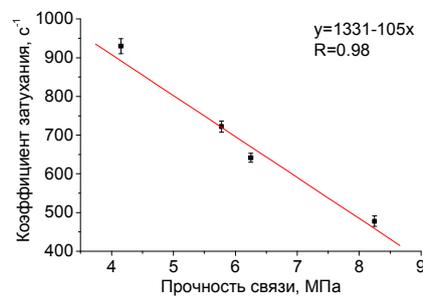


Рис. 3. Зависимость коэффициента затухания энергии электрических откликов от прочности связи арматуры с бетоном

Проведенные исследования показывают, что снижение прочности связи арматуры с бетоном приводит к изменению спектрального состава откликов. При нарушении контактной зоны наблюдается смещение спектра электрического сигнала в низкочастотную область. В спектре появляются дополнительные составляющие в низкочастотной и высокочастотной области.

Коэффициент затухания энергии электрического отклика хорошо коррелирует с изменением прочности связи арматуры к бетону и может быть использован в качестве диагностического критерия для неразрушающего контроля.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fursa TV, Osipov KYu, Dann DD. Development of a Nondestructive Method for Testing the Strength of Concrete with a Faulted Structure Based on the Phenomenon of Mechanoelectric Transformations // Russian Journal of Nondestructive Testing. – 2011. – Т. 47. – № 5. – С. 323–328.
2. Fursa T.V., Osipov K.Yu., Lyukshin B.A. and Utsyn G.E. The development of a method for crack-depth estimation in concrete by the electric response parameters to pulse mechanical excitation // Measurement Science and Technology. – 2014. – Т. 25. – №5. – 055605.
3. Quiviger A, Payan C, Chaix JF, Garnier V, Salin J. Effect of the presence and size of a real macro-crack on diffuse ultrasound in concrete // NDT & E International. – 2012. – Т. 45. – С. 128–132.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ  
ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ИХ СМЕЩЕНИИ**

Д.И. Мокшин, С.В. Коробков, А.А. Кошин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.В. Коробков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [korobkov@hotmail.ru](mailto:korobkov@hotmail.ru)

**INVESTIGATION OF HEAT TRANSFER MODEL OF THE SYSTEM OF THE BUILDING IN THE  
TRANSVERSE THEIR DISPLACEMENT**

D.I. Mokshin, S.V. Korobkov, A.A. Koshin

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor S.V. Korobkov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [korobkov@hotmail.ru](mailto:korobkov@hotmail.ru)

***Abstract.** The report presents the results of experimental studies of the local loop and the average coefficient of heat transfer models in the form of a square prism that simulate a group of buildings. The article presents graphs of the local and average ratios of the prism depending on the changes in the distance between them ( $L2/a$ ) in the transverse direction relative to the air flow.*

Данные исследования являются составной частью комплексных экспериментальных исследований аэромеханики и теплообмена моделей системы зданий при вариации их формы и расположения.

В имеющихся экспериментально-теоретических работах данного направления решен ряд частных задач, который не может описать весь спектр возможных воздействий отрывных потоков, формируемыми различными гранями [1–6]. Подобные исследования проводятся для разработки технически обоснованных норм на тепловые потери через ограждающие конструкции зданий и сооружений.

Методика проведения экспериментов и обработки результатов измерений представлены в работах [7, 8]. Все эксперименты по исследованию среднего коэффициента теплоотдачи проводились на аэродинамической трубе разомкнутого типа, работающей на всасывание. Методика обработки и проведения экспериментов изложены в работе [9].

Основным предметом исследования является опытное изучение локального и среднего коэффициента теплоотдачи ряда двух моделей зданий призматической формы, при изменении расстояния между ними в поперечном направлении относительно направления движения воздушного потока  $L2/a$  (рис. 1).

Исследование интегрального теплообмена осуществлялось при помощи термопар типа (ХК) и АЦП. Для этого в опытах использовались так же две идентичные модели с поперечным сечением  $50 \times 50$  мм, и высотой 300 мм. Теплообмен измерялся только у модели 2, модель 1 не нагревалась. Все эксперименты проводились при одном числе Рейнольдса,  $Re = 4,25 \times 10^4$  и угле атаки воздушного потока  $\varphi = 0^\circ$ . Эксперимент продолжался до тех пор пока температура стенки модели не была  $q_{ст} = const$ . Серия

экспериментов по исследованию теплообмена проводились при следующих расстояниях между моделями:  $L2/a = 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0$  и  $L1/a = 0,25; 0,5; 3,0; 6,0$ . И их количество составило 64.

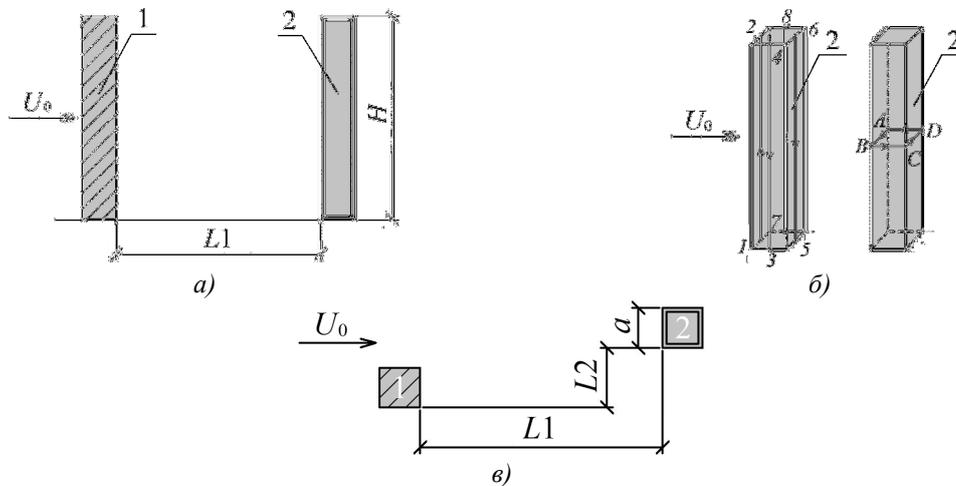


Рис. 1. Схема расположения исследуемой модели 2 относительно модели 1:  
а – общий вид экспериментальной модели; б – вертикальные и горизонтальные сечения;  
в – схема расположения моделей при поперечном смещении  $L2$

На рис. 2 представлены результаты по средней теплоотдаче от всей поверхности призмы при изменении расстояний  $L1/a$  и  $L2/a$  между ними,  $\varphi = 0^\circ$ .

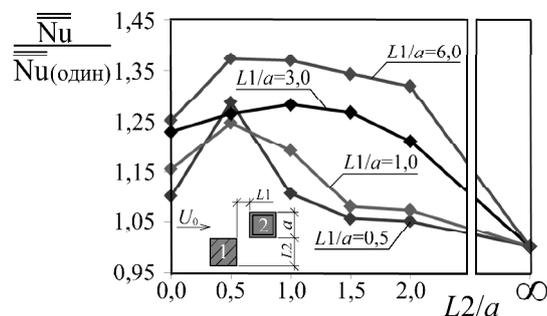


Рис. 2. Теплообмен по всей поверхности модели 2 в зависимости от расстояния между моделями  $L2/a$ ,  $\varphi = 0^\circ$ ,  $Re = 4,25 \times 10^4$

Из рис. 2 видно, что при смещении впередстоящей модели на расстояние  $L2/a$  наблюдается интенсификация интегрального теплообмена от всей поверхности второй призмы: при максимальном сближении моделей ( $L1/a = 0,5 \div 1,0$ ) смещение относительно продольной оси приводит к снижению теплообмена при  $L2/a > 1,0$ ; при среднем удалении ( $L1/a = 3,0$ ) – при  $L2/a > 1,5$ ; при большом удалении ( $L1/a = 6,0$ ) – при  $L2/a > 2,0$ .

Результаты исследований:

1. При увеличении калибра между призмами ( $L2/a$ ) картина обтекания воздушным потоком модели 2 приближается к модели 1, а следовательно, и одиночной модели. При этом отчетливо обнаруживаются те же режимы течения, что и при обтекании потоком воздуха одиночно стоящей призмы.

2. Механизм снижения теплообмена при увеличении расстояния между призмами  $L2/a$ , как свидетельствуют визуализационные картины наблюдения [10], объясняется тем, что позади стоящая модель выходит из аэродинамического следа впереди стоящей модели, снижается воздействие отрывных течений и вихреобразования, что приводит к уменьшению значений коэффициентов теплообмена, при этом картина обтекания приближается к отдельно стоящей призме.

3. В ходе экспериментов было обнаружено наличие сильной интенсификации локальных и средних коэффициентов теплоотдачи при изменении расстояния  $L2/a$  между моделями.

4. Минимальное поперечное смещение моделей на  $L2/a = 0,5 \div 1,0$  приводит к увеличению значений интегрального теплообмена от 3 до 13 % при всех расстояниях между моделями  $L1/a$ .

Полученные данные по локальной и средней теплоотдаче для призм при вариации расстояния между ними ( $L2/a$ ) позволяют оценить величины тепловых потерь, а также тепловое состояние зданий и сооружений призматической формы с соотношением сторон  $H/a = 6,0$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meinders E.R., Hanjalic K. Experimental study of the convective heat transfer from in-line and staggered configuration of two wall-mounted cubes // *Int. J. Heat and Mass Transfer*. –2002. – No. 45. – Pp. 465–482.
2. Meinders E.R., Hanjalic K. Vortex structure and heat transfer in turbulent flow over a wall-mounted matrix of cubes // *Int. J. Heat and Fluid Flow*. –1999. – No. 20. – Pp. 255–267.
3. Syrios K., Hunt G.R. Passive air exchanges between building and urban canyon via openings in a single facade // *Int. J. Heat and Fluid Flow*. –2008. – No. 29. – Pp. 364–373.
4. Valensia A., Martin J.S., Gormaz R. Numerical study of the unsteady flow and heat transfer in channels with periodically mounted square bars // *Int. J. Heat and Mass Transfer*. –2001. – No. 37. – Pp. 265–270.
5. Yong Zeng, Kambiz Vafai. An investigation of convective cooling of an array of channel-mounted obstacles // *Numerical Heat Transfer, Part A*. – No. 55. – Pp. 967–982.
6. Попович М., Ханжалич К. Вихревая структура и теплообмен на стенке, обтекаемой кубом в поперечном потоке // *Turbulence, Heat and Mass Transfer*. – 2006. – No. 5. – Pp. 1–11.
7. Мокшин Д.И., Коробков С.В. Методика проведения и обработки экспериментов по исследованию локальной и средней теплоотдачи зданий и сооружений // *Наука и современность*. –2014. –№ 31. – С. 112–122.
8. Мокшин Д.И., Коробков С.В. Расчет локального коэффициента конвективной теплоотдачи с помощью программы ЭВМ // *Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты*. –2014. –№ 13. –С. 216–223.
9. Гныря А.И., Коробков С.В., Кошин А.А., Мокшин Д.И., Терехов В.И. Комплексные экспериментальные исследования аэродинамики и теплообмена моделей зданий и сооружений // *Вестник ТГАСУ*. – 2011. – № 4. – С. 113–126.
10. Мокшин Д.И., Коробков С.В. Структура течения воздушного потока ряда квадратных призм при нелинейном их расположении // *Наука третьего тысячелетия: сборник статей Международной научно-практической конференции*. –2014. –С. 34-38.

## АНАЛИЗ ДЕФОРМАЦИЙ ЦИКЛОИДАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ПЕРЕДАЧИ С ПТК И СВОБОДНОЙ ОБОЙМОЙ

А.М. Амиров

Научный руководитель: доцент каф. ФВТМ, к.т.н. Е.А. Ефременков  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [aset.amir@mail.ru](mailto:aset.amir@mail.ru)

## THE ANALYSIS OF THE CYCLOIDAL PROFILE DEFORMATIONS IN TRANSMISSION WITH IR AND FREE IRON RING

I.A.M. Amirov

Scientific Supervisor: assistant professor of HTPHMED, PhD in Technical Science E.A. Efremenkov  
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [aset.amir@mail.ru](mailto:aset.amir@mail.ru)

***Abstract.** The gearing of transmission with intermediate rollers and free iron ring is considered. Basic types of engagement contact are determined for contacts of rolling bodies with both cycloidal profiles of wheels. In the end the diagrams of deformations change are obtained along cycloidal profile.*

В последнее время все больше возрастает интерес к передачам с промежуточными телами качения (ПТК). Это происходит благодаря высоким техническим характеристикам этих передач, реализуемых в комплексе [1]. Этот комплекс технических характеристик позволяют проектировать на базе таких передач современные компактные и ресурсоэффективные механизмы.

Наиболее перспективной является передача с ПТК и свободной обоймой, так как несущие детали этой передачи испытывают только напряжения сжатия, в отличие от других модификаций передач с ПТК. У передачи с ПТК и свободной обоймой повышен КПД за счет уменьшения трения в зацеплении [1]. Поэтому она имеет улучшенные технические характеристики [2]. Такая передача описывалась в работах [1, 2, 3], но остаются не освещенными некоторые моменты. Вообще передачи с ПТК вообще, и передача со свободной обоймой в частности еще не достаточно изучены. Особый интерес представляет исследование деформационных резервов несущих деталей передач с ПТК, так как это позволит оптимально подбирать сечение несущих деталей и еще больше обеспечивать конкурентоспособность и ресурсоэффективность современных механизмов. Таким образом, анализ деформаций циклоидального профиля колеса передачи с ПТК и свободной обоймой является актуальным.

Целью работы является анализ деформаций циклоидального профиля в передачи с ПТК и свободной обоймой и определения закономерности распределения деформаций по циклоидальному профилю колес.

Рассматривая зацепление передачи с ПТК и свободной обоймой можно выделить два вида контакта: выпукло-вогнутый, цилиндр-цилиндрическая впадина (рис. 1а); выпукло-выпуклый, цилиндр и выступ профиля (рис. 1б). В обоих случаях оси контактирующих поверхностей параллельны. Анализ нагружения циклоидальных профилей рассматривался в работах [4, 5], однако закономерности распределения деформаций по циклоидальному профилю представлено не было. Выполним анализ деформаций циклоидальных профилей колес, участвующих в зацеплении передачи с ПТК и свободной обоймой. Для

этого зафиксировав вращение кулачка, приложим к генератору момент. В этом случае под воздействием момента генератор передает кулачку поступательное движение. Центр кулачка повернется на угол  $\varphi$ , а профиль кулачка линейно переместится за эксцентриситетом генератора. При этом тела качения окажутся зажаты между профилями венца и кулачка, в результате чего произойдет деформация тел качения и циклоидальных профилей колес.



Рис 1. Основные виды контакта.

Из рисунка 2 видно, что два вида контакта характерны для обоих контактов зацепления: профиля венца и тела качения; профиля кулачка и тела качения. При этом на определенных участках они одинаковы, т.е. если профиль кулачка с телом качения контактирует по впадинам, то и профиль венца так же контактирует с телом качения во впадине. Таким образом, картина деформаций профиля кулачка и венца будет сходной.

При повороте генератора на некоторый незначительный угол, как описывалось выше, картина деформаций профилей может быть сгенерирована, как показано на рисунке 2.

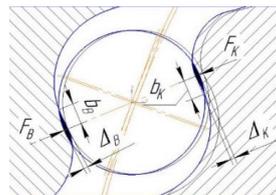


Рис. 2. Деформация циклоидальных профилей при повороте генератора

Так рассматривая контакт тела качения с впадиной циклоидального профиля (рис. 1а), а затем с выступом (рис. 1а). Имеем переход с выпукло-вогнутого контакта на выпукло-выпуклый с параллельными осями контактирующих поверхностей. Для таких контактов контакта в соответствии с литературой [7] имеем следующую зависимость полуширины площадки контакта от силы при условии одинакового материала взаимодействующих тел/поверхностей  $E_1=E_2=E$  и  $\mu_1=\mu_2=0,3$ :

$$b = 1.522 \sqrt{\frac{F}{lE} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 \pm R_2}}, \quad (1)$$

где,  $F$  – сила,  $l$  – длина тела качения,  $R_1$  – радиус кривизны профиля,  $R_2$  – радиус тела качения,  $E$  – модуль Юнга.

Зависимость (1) справедлива для циклоидальных профилей обоих колес, кулачка и венца. Здесь знак ”+“ для выпукло-вогнутого контакта, а знак ”-“ для выпукло-выпуклого. Радиусы кривизны профиля  $R_1$  определяем по методике, описанной в работе [3], а силы  $F$  для предварительного расчета можно определить по методике [4].

Для рассмотренных выше видов контакта в зацеплении передачи с ПТК и свободной обоймой деформацию в местах контакта циклоидального профиля с телами качения определим по следующим зависимостям [6]:

для выпукло-вогнутого контакта

$$\Delta_{\text{вог}} = 1,82 \frac{F}{lE} (1 - \ln b); \quad (2)$$

для выпукло-выпуклого контакта

$$\Delta_{\text{вып}} = 0,5796 \frac{F}{lE} \left( \ln \frac{4 \cdot R_1 \cdot R_2}{b^2} + 0,814 \right). \quad (3)$$

Выражения (2)-(3) справедливы для циклоидальных профилей, как кулачка, так и венца.

Для примера, рассмотрим передачу с ПТК и свободной обоймой, имеющую следующие исходные параметры:  $r_2 = 31\text{мм}$ ,  $Z_2 = 31$ ,  $\chi = 1.35$ ,  $r_p = 3\text{мм}$ . Тогда зададим угол поворота генератора  $\varphi = 30'$  и получим распределения деформаций по циклоидальному профилю (рис. 3).

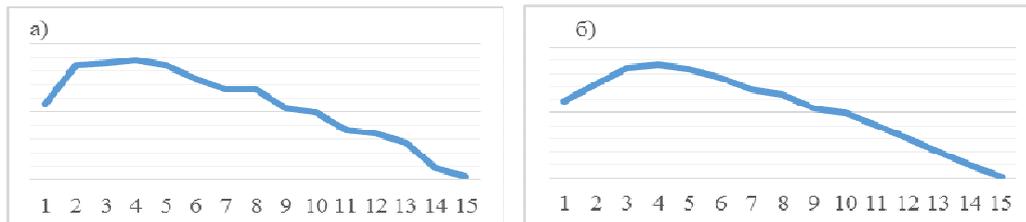


Рис. 3. Изменение деформации по циклоидальному профилю: а) кулачка, б) венца

Таким образом рассмотрено зацепление передачи с ПТК и свободной обоймой, определены основные виды контакта в зацеплении и получены зависимости изменения деформации вдоль циклоидального профиля колес данной передачи. Максимальная деформация соответствует примерно середине подъема профиля (положение четвертого тела качения), как для кулачка, так и для венца.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. А. Efremkov, А.К. Martynov Calculation of speeds of a slippage in a linkage of transmission with intermediate bodies of a rolling // Korus 2001: The 5th Korea-Russia International Symposium on Science and Technology, June 26 - July 3, 2001, Tomskproceedings / Tomsk Polytechnic University (TPU); KORUS. — Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2001. — Vol. 1. — P. 268-271
2. Efremkov E.A. Calculation of Temperature of Heating of Speed Reducers On The Basis of Transmissions with IRB// IFOST 2006: The 1st International Forum on Strategic Technology (Ulsan, October 18-20, 2006) / University of Ulsan, Republic of Korea. — Ulsan: 2006. — P. 342-343.
3. Ефременков Е.А., Ан. И-Кан Определение радиусов кривизны циклоидальных профилей с использованием метода Эйлера-Савари // Вестник машиностроения. - 2010. - № 10. - С. 47-50.
4. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи. – Л.: Машиностроение, 1966. – 307 с.
5. Беляев Д.В. Определения усилий в передачах зацепления промежуточных тел // Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств: Труды XVI Междунар. научно-практической конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии». – Томск, 2010. – Т. 1. – С. 301–302.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Издательство Дельта, 2008. – 816 с.

Пример оформления рисунка, таблицы и списка литературы в докладе на английском языке:

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОЦЕНКИ ПОВРЕЖДЕНИЙ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ЦИКЛИЧЕСКОГО  
ЗАМОРАЖИВАНИЯ-ОТТАИВАНИЯ**

Данн Д.Д., Фурса Т.В., Петров М.В.

Научный руководитель: д.т.н. Т.В. Фурса

Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [dddann@tpu.ru](mailto:dddann@tpu.ru)

**THE DEVELOPMENT OF METHOD FOR DAMAGE EVALUATION OF CONCRETE UNDER  
CYCLIC FREEZE-THAW**

D.D.Dann, T.V.Fursa, M.V. Petrov

Scientific Supervisor: Dr. T.V. Fursa

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [dddann@tpu.ru](mailto:dddann@tpu.ru)

***Abstract.** The paper presents the results of experimental research of the parameters of electric responses from concrete samples, subjected to cyclic freeze-thaw. Diagnostic criteria for evaluating the processes of cracking in concrete under the influence of temperature and humidity were proposed.*

Конструкции из бетона эксплуатируются в условиях воздействия статических и динамических нагрузок и значительных сезонных колебаний температуры и влажности. В результате механических и температурно-влажностных воздействий в бетоне происходят процессы трещинообразования, что в конечном итоге приводит к разрушению конструкции. Повреждение бетона, вызванное замораживанием-оттаиванием, является одной из основных проблем в условиях холодного климата. Поэтому существует необходимость контроля конструкций из бетона в условиях испытания. Как правило, для определения повреждений в бетоне используется акустические методы [1-2]. Для решения этой задачи может быть использован метод, основанный на явлении механоэлектрических преобразований [3].

Экспериментальные исследования были выполнены с помощью программно-аппаратного комплекса, позволяющего производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрических откликов [4].

Исследования были выполнены на образцах тяжелого бетона размерами 100×100×100 мм и 100×100×300 мм. В качестве крупного заполнителя был использован щебень. Каждый образец для ускорения процессов деградации структуры в условиях циклического замораживания-оттаивания замачивался в воде. Затем производилось циклическое замораживание-оттаивание. Замораживание производилось в условиях климатической камеры при температуре минус 30°С, а оттаивание в специальной камере при температуре (20±5)°С и влажности 95 %. После каждых 2 циклов замораживания-оттаивания образцы высушивались, и производилось измерение из них электрического отклика. Высушивание образцов перед измерением производилось для того, чтобы исключить влияние влажности на параметры электрического отклика.

Наряду с измерением электрических сигналов производилось фотографирование поверхностей образцов с целью визуального отслеживания процессов поверхностного растрескивания. Появление поверхностных трещин в образцах бетона начинается с 25 цикла.

В процессе циклического замораживания-оттаивания в образце бетона начинают формироваться трещины. Возникающая при упругом ударном возбуждении акустическая сферическая волна многократно отражается от границ образца. Фронт акустической волны пересекает зоны контакта бетона с трещинами, что приводит к его искажению. Так как созданная ударным возбуждением акустическая волна многократно взаимодействует с арматурой и трещинами, то происходит накопление нарушений ее фронта. Эти искажения должны отражаться в спектральной характеристике электрического отклика.

Интерпретация измеренных сигналов в частотной области была выполнена с использованием спектральной плотности мощности. На рисунке 1 приведена двумерная картина, иллюстрирующая характер изменения нормализованной спектральной плотности мощности в процессе циклического замораживания-оттаивания бетона.

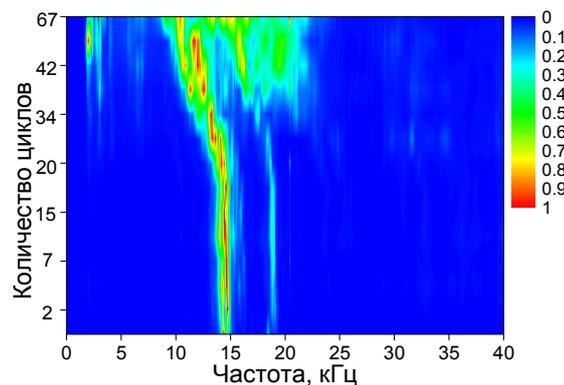


Рис. 1. Карта нормализованной спектральной плотности мощности электрического сигнала в процессе циклического замораживания-оттаивания тяжелого бетона

Как видно из рисунка 1 именно после 25 цикла и наблюдается значительная трансформация спектрального состава электрических откликов.

Рассеяние упругих волн на трещинах отражает процесс затухания от времени. Для определения характера изменения коэффициента затухания энергии электрического сигнала из образцов бетона в зависимости от количества циклов замораживания-оттаивания использован частотно-временной анализ как это описано в работе [5]. Такая методика позволяет отслеживать затухание энергии сигнала как функцию времени в области любого, выбранного диапазона частот.

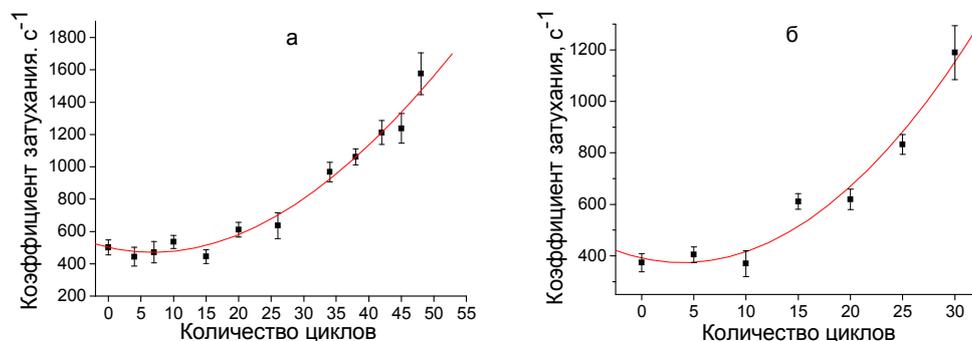


Рис. 2. Зависимость коэффициента затухания от количества циклов замораживания-оттаивания для образцов бетона размером: 100×100×100 мм (а) и 100×100×300 мм (б).

Из сравнения рисунков 2а и 2б видно, что зависимости коэффициента затухания от количества циклов замораживания-оттаивания для образцов различных размеров имеют аналогичный вид.

Были проведены исследования влияния влажности на изменение коэффициента затухания энергии электрических откликов. Для этого образцы тяжелого бетона были замочены в воде, и производилось измерение из них электрического отклика в процессе высушивания (рисунок 3). Влажность определялась весовым методом. Влажность исходных образцов принималась равной 1.5%, что соответствует литературным данным для бетона нормальной влажности.

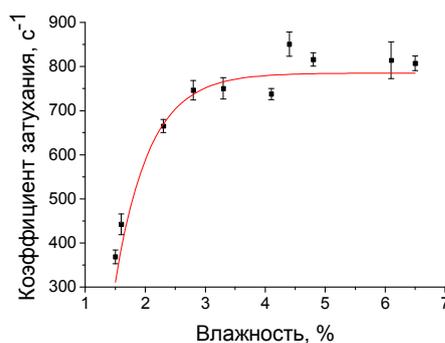


Рис. 3. Зависимость коэффициента затухания энергии электрических откликов от влажности бетона

Как видно из рисунка в диапазоне изменения влажности от 1.5 до 2.8% происходит возрастание коэффициента затухания примерно в 2 раза. Дальнейшее изменение влажности не приводит к значительному изменению коэффициента затухания. Полученная зависимость может быть использована как градуировочная при испытании изделий из бетона различной влажности.

Проведенные исследования показывают, что метод основанный на явлении механоэлектрических преобразований может быть использован для оценки повреждений в бетоне под действием климатических факторов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ohno, K., Ohtsu, M.: Crack classification in concrete based on acoustic emission. *Constr. Build. Mater.*, 2010, v. 24, 2339–2346.
2. Hoła, J., Sadowski, Ł., Schabowicz, K.: Nondestructive identification of delaminations in concrete floor toppings with acoustic methods. *Autom. Constr.*, 2011, v. 20, 799–807.
3. Фурса Т.В., Осипов К.Ю., Данн Д.Д. Разработка неразрушающего метода контроля прочности бетона с дефектной структурой на основе явления механоэлектрических преобразований. *Дефектоскопия*, 2011, №5, с.39-47.
4. Fursa T.V., Osipov K.Yu., Lyukshin B.A. and Utsyn G.E 2014 The development of a method for crack-depth estimation in concrete by the electric response parameters to pulse mechanical excitation. *Meas. Sci. Technol.*, v. 25, 055605.
5. Quiviger A., Payan C., Chaix J.-F., Garnier V. and Salin J.: Effect of the presence and size of a real macro-crack on diffuse ultrasound in concrete. *NDT&E Int.*, 2012, v. 45, 128–132.

**РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ  
БЕТОНА В УСЛОВИЯХ ОДНООСНОГО СЖАТИЯ**

А.Е. Лыков, Д.Д. Данн

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. А.П. Суржиков  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
Россия г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050  
E-mail: [lykov\\_93@mail.ru](mailto:lykov_93@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CONTROLLING STRESS - STRAIN STATE OF CONCRETE  
IN CONDITIONS OF UNIAXIAL COMPRESSION**

A.E. Lykov, D.D. Dann

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.P. Surzhikov  
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050  
E-mail: [lykov\\_93@mail.ru](mailto:lykov_93@mail.ru)

***Abstract.** The researches of dependence of the parameters of electrical response to mechanical impact with different stress at concrete sample were carried out. It is defined that the attenuation coefficient is changed and signal spectrum is displaced to low-frequency region at the approach of the load to the destructive.*

Бетон обычно используется в силовых конструкциях, где он подвергается воздействию высоких механических нагрузок. В процессе эксплуатации конструкция должна выдерживать эксплуатационную нагрузку без возникновения в ней остаточных деформаций и разрушений. Поэтому существует необходимость текущего контроля бетонных изделий с целью определения стадии напряженно-деформированного состояния.

Для определения начала процессов трещинообразования в материалах и изделиях разрабатываются методы, которые основаны на регистрации и анализе акустической и электромагнитной эмиссии [1,2]. Их недостаток заключается в том, что эмиссионные методы могут использоваться только для непрерывного мониторинга конструкций в процессе их эксплуатации.

Для решения этой задачи может быть использован метод, основанный на явлении механоэлектрических преобразований при слабом ударном воздействии [3].

При данном подходе для создания сигнала из образца используется внешнее воздействие, а, следовательно, показания можно получить в любой момент времени, вне зависимости от поведения образца. В этом случае нет необходимости осуществления непрерывного мониторинга, а контроль может осуществляться периодически.

Целью данной работы является поиск информативных критериев оценки стадий напряженно-деформированного состояния бетона по параметрам электрического отклика на упругое ударное возбуждение.

Исследование проводилось с помощью лабораторного комплекса, представленного на рисунке 1. Данный комплекс позволяет производить импульсное механическое возбуждение образцов и регистрацию электрического отклика. Импульсное механическое возбуждение образцов производили

электромеханическим ударным устройством с нормированной силой удара, через металлическую подложку. Для регистрации электрического сигнала использовался дифференциальный электрический датчик, расположенный в измерительном зонде 2. Сигналы регистрировались с помощью многофункциональной платы ввода-вывода «NI PCI-6251» 4, позволяющей осуществлять оцифровку временной реализации электрического сигнала.

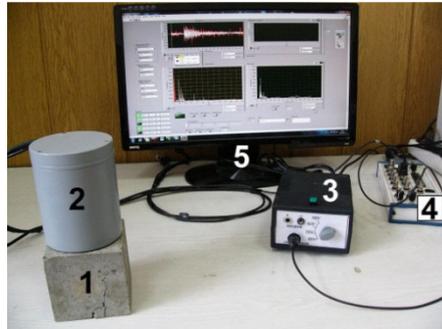


Рис. 1. Фотография измерительной системы

1 – образец; 2 – измерительный зонд; 3 – источник питания; 4 – плата ввода-вывода; 5 – монитор ПК.

Измерения производились на образцах тяжелого бетона размером 100×100×100 мм в условиях одноосного сжатия

Измерения проводились следующим образом. Измерительный зонд с помощью резиновых жгутов крепился к боковой поверхности образца. Затем образец вместе с зондом устанавливался в пресс, и производилось нагружение вплоть до разрушения. Блок питания и компьютер располагались в нескольких метрах от прессы.

В процессе исследования для нагружения образца использовался компьютеризированный нагрузочный пресс ИП-500. Данный пресс способен регистрировать нагрузку, оказываемую на образец и его деформацию. Полученная нагрузочная кривая образца тяжелого бетона, представленная на рисунке 2.

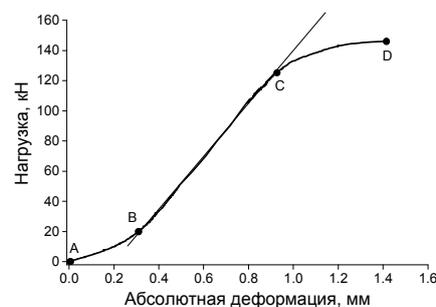


Рис. 2. Нагрузочная кривая образца тяжелого бетона

Из рисунка 2 видно, что нагрузочная кривая испытуемого образца бетона имеет три явно выраженных участка. Участок (А-В) связан с процессами уплотнения поверхностного слоя образца (установкой формы), затем идет участок квазиупругой деформации (В-С) и участок пластической деформации (С-Д). Уплотнение поверхности образца, которая специально не шлифовалась перед испытанием, происходит в диапазоне напряжений (0 – 0,14) от разрушающей нагрузки, а область упругой деформации соответствует напряжению от 0,14 до 0,85 от максимальной нагрузки (прочности).

На рисунке 3 представлены электрические отклики на ударное возбуждение образца бетона в процессе изменения внешней нагрузки.

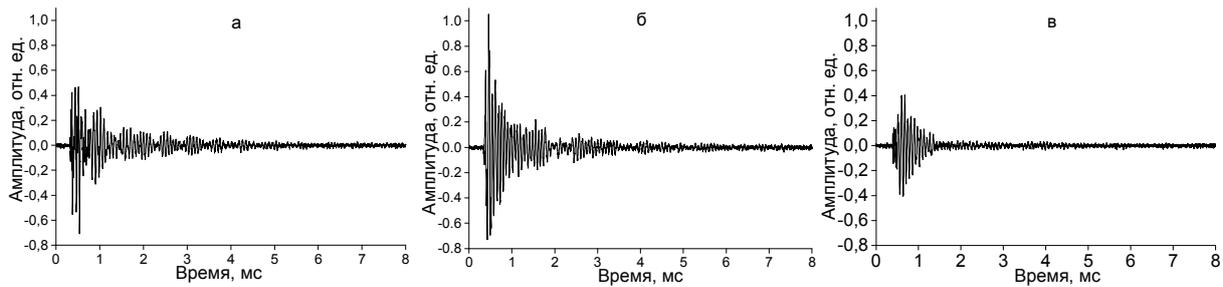


Рис. 3. Электрические отклики на ударное возбуждение образца бетона при величине внешней нагрузки: а – 0 кН; б – 100 кН; в – 146 кН.

Из рисунка 3 видно, что с возрастанием нагрузки до 100 кН наблюдается небольшое возрастание максимальной величины сигнала, а затем уменьшается вплоть до разрушения. Кроме того, изменяется характер затухания электрических откликов.

Далее представлены АЧХ электрических откликов в зависимости от величины внешней нагрузки, представленные на рисунке 4.

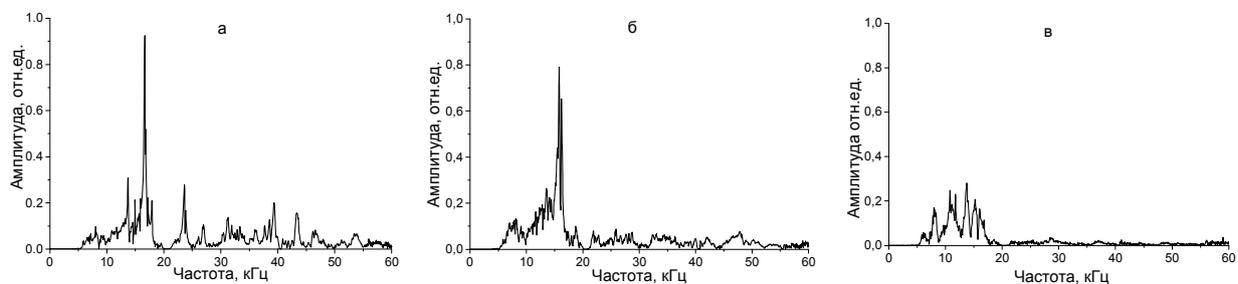


Рис.4. Изменение амплитудно-частотных характеристик электрических откликов в зависимости от величины внешней нагрузки: а – без нагрузки; б – нагрузка 100 кН; в – нагрузка 146 кН.

Как видно из рисунка основная часть высокоамплитудных спектральных составляющих для ненагруженного образца сосредоточена в диапазоне частот от 13 до 18 кГц. В процессе нагружения наблюдается последовательное смещение доминирующего пика и всего спектра в низкочастотную область, это связано с интенсивным трещинообразованием.

В ходе исследований установлено, что при переходе бетона из области упругой деформации в область пластической деформации увеличивается коэффициент затухания сигнала и происходит смещение спектрального состава электрических откликов.

Работа выполнена в рамках Государственного задания «Наука».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Carpinteri A., Xu J., Lacidogna G., Manuello A. Reliable onset time determination and source location of acoustic emissions in concrete structures. *Cement and Concrete Composites*, 2010, Vol. 34, Is. 4, P. 529–537.
2. Ohno K., Ohtsu M. Crack classification in concrete based on acoustic emission. *Construction and Building Materials*, 2010, Vol. 24, Is. 12, P. 2339–2346.
3. Fursa T. V., Surzhikov A.P., Dann D. D. Development of the Technique of Nondestructive Testing of Heterogeneous Dielectric Materials Based on Utilization of the Mechanoelectric Transformation Phenomenon. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2010, Vol. 46, N. 1, P. 5-9.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СТРУКТУРЫ  
АДСОРБЦИОННО-СОЛЬВАТНЫХ ОБОЛОЧЕК БИТУМА  
В ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

И.В. Вакс, И.Н. Ефанов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Н. Лукашевич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [vnuc@yandex.ru](mailto:vnuc@yandex.ru)

**STUDY OF CHANGES IN THE STRUCTURE  
ADSORPTION - SOLVATION SHELLS BITUMEN  
THE ORGANIC MATERIALS**

I.V. Vaks, I.N. Efanov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.N. Lukashevich  
Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, pl. Solianaia, 2, 634003.  
E-mail: [vnuc@yandex.ru](mailto:vnuc@yandex.ru)

***Abstract.** The methods of luminescence analysis and IR spectroscopy proved that the exclusion of selective filtering of bitumen components in the pores and capillaries of the mineral materials to reduce the rate of aging of the asphalt binder and increase the service life of structural pavement layers of organic-mineral mixtures.*

В соответствии с развитыми академиком П.А. Ребиндером представлениями о пространственных структурах, органоминеральные смеси, в том числе асфальтобетон, следует отнести к системам с коагуляционной структурой, реологические и вязко-пластические характеристики которых определяются в основном особенностями асфальтового вяжущего [1].

А.Р. Давыдовой и др. установлено, что в ходе старения нефтяных дорожных битумов, происходит увеличение содержания асфальтенов за счет уменьшения содержания смол и масел [2]. Кроме указанных выше процессов имеет место явление избирательной фильтрации компонентов битума в поры и капилляры минеральных материалов [3]. Вследствие этого пленки битума, обеспечивающие связь между частицами минерального материала, становятся менее эластичными и более хрупкими. Профессор Гезенцевей Л.Б. отмечал: "...изменения компонентного состава приповерхностных слоев битума представляет собой одну из форм интенсивного старения битума, характерную для битумоминеральных композиций ... " [4]. Покрытие становится более жестким, и зимний период может происходить активное трещинообразование. Происходит интенсивное разрушение слоя покрытия, первопричинами которого являлись процессы старения (преобразование масел в смолы, смол в асфальтены) и избирательная фильтрация компонентов битума в поры и капилляры минерального материала.

Чтобы снизить интенсивность разрушения асфальтобетонных покрытий, необходимо предотвратить снижение эластичности асфальтового вяжущего. Для этого следует устранить, либо снизить интенсивность избирательной диффузии компонентов нефтяного битума в поры и капилляры минеральных материалов и замедлить процессы старения адсорбционно-сольватных оболочек битума. Эти процессы могут быть огра-

ничены, или вовсе прекращены, при использовании технологии двухстадийного введения органического вяжущего при производстве органоминеральных смесей [5]. Для реализации данной технологии необходимо последовательно обрабатывать минеральные материалы двумя видами органических вяжущих: сначала вяжущим, имеющим высокую адгезию, а затем вяжущим, имеющим высокую когезию.

Проанализировав свойства различных органических вяжущих, можно заключить, что на второй стадии приготовления асфальтобетонных смесей следует использовать нефтяной дорожный битум. На первой же стадии целесообразно использовать высокоактивные органические вяжущие, причем такие, которые позволили бы экономить дорогостоящий нефтяной битум. К таким материалам относятся высокотоннажные отходы и побочные продукты нефтеперерабатывающей, коксохимической и сланцеперерабатывающей промышленности, например, сланцевые фусы. После обработки ими минеральных материалов, поры и капилляры последних оказываются заполненными сланцевой смолой. Явление избирательной фильтрации компонентов битума практически не будет иметь места. Следовательно, адсорбционные слои битума на поверхности минеральных примесей не будут столь интенсивно обедняться низкомолекулярными фракциями. Это снизит интенсивность перехода масел в смолы, а смол в асфальтены. Концентрация асфальтенов не будет повышаться, как и интенсивность их объединения в надмолекулярные агрегаты, поскольку лиофобные участки на их поверхности уменьшатся, или исчезнут. Это будет способствовать уменьшению интенсивности старения асфальтобетона.

Для подтверждения выдвинутых теоретических положений были проведены исследования избирательной фильтрации компонентов органических вяжущих с применением методов люминесцентной битумологии, а также исследования интенсивности старения асфальтового вяжущего и применением методов ИК-спектроскопии. Исследования процессов старения асфальтового вяжущего были осуществлены применительно наихудшим условиям - когда в качестве минерального порошка используются порошкообразные отходы промышленности, содержащие полутонные оксиды ( $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ ), которые являются катализаторами старения битумов.

В ходе эксперимента были исследованы два состава асфальтового вяжущего. Первый состав представлял собой смесь химически чистого оксида железа с нефтяным дорожным битумом. Второй состав асфальтового вяжущего включал три компонента: химически чистый оксид железа, сланцевую смолу и нефтяной дорожный битум. Оксид железа сначала смешивался со сланцевой смолой, а затем полученная смесь обрабатывалась нефтяным дорожным битумом. Оба состава были подвергнуты старению.

Оценка влияния продуктов взаимодействия сланцевых фусов и оксида железа на интенсивность старения асфальтового вяжущего производилась по глубине карбонильного поглощения при  $1600\text{ см}^{-1}$ , свидетельствующем о наличии нафтеново-ароматических соединений в смеси. Анализы спектров показали, что смеси оксида железа и нефтяного битума характеризуются менее интенсивной полосой карбонильного поглощения, нежели смесь нефтяного битума и оксида, модифицированного сланцевыми фусами. Это свидетельствует о более высокой концентрации трудноокисляемых нафтеново-ароматических соединений в смеси нефтяного битума и оксида железа, модифицированного сланцевыми фусами, что можно объяснить замедлением процессов образования асфальтенов из низкомолекулярных фракций нефтяного битума вследствие нейтрализации полутонных оксидов как катализаторов старения в ходе их взаимодействия с фенолами.

Процессы избирательной фильтрации компонентов органического вяжущего при его взаимодействии с поверхностью минеральных материалов были изучены с использованием методов люминесцентного

анализа [6]. При исследовании разреза щебенки из тонкопористого известняка, обработанного нефтяным битумом, установлено фракционирование компонентов нефтяного битума. Вглубь минерального материала проникают масла, ближе к поверхности располагаются смолы. На поверхности адсорбируются асфальтены. Таким образом, пленки нефтяного битума, обеспечивающие связь между минеральными частицами асфальтобетонной смеси существенно обедняются низкомолекулярными фракциями, что приводит к повышению их хрупкости и, следовательно, к ускорению старения асфальтобетона.

Люминесценция щебенки из тонкопористого известняка, обработанного сланцевыми фусами показала, что сланцевая смола проникает в минеральный материал глубже, нежели нефтяной битум. Её компоненты люминесцируют менее ярко, цвета менее насыщены. Наблюдение щебенки из тонкопористого известняка, обработанного сначала сланцевыми фусами, а затем нефтяным битумом показало, что люминесценция при такой последовательности введения органических вяжущих схожа с люминесценцией щебенки, обработанной только сланцевыми фусами. Это свидетельствует об отсутствии фильтрации компонентов нефтяного битума в минеральный материал, поскольку его поры и капилляры уже заполнены компонентами сланцевой смолы.

Таким образом, исследования, проведенные с применением методов люминесцентной битумологии и ИК-спектроскопии показали, что введение в минеральные материалы сначала сланцевых фусов а затем нефтяного битума при производстве органоминеральных смесей позволяет создать условия, при которых не происходят изменения, ухудшающие структуру адсорбционно-сольватных оболочек битума – отсутствуют процессы избирательной фильтрации компонентов битума в поры и капилляры минеральных материалов и слои битума на поверхности минеральных материалов не обедняется низкомолекулярными фракциями. При этом повышается концентрация низкомолекулярных фракций в поверхностном слое битума, что даёт двойной эффект: во-первых – повышается эластичность слоя нефтяного битума, обеспечивающего связь между частицами минерального материала; во-вторых - снижается интенсивность преобразований смол в асфальтены, а масел – в смолы. Факт снижения интенсивности образования высокомолекулярных фракций в поверхностном слое битума при старении асфальтового вяжущего установлен методом ИК-спектроскопии. Указанные процессы приводят к снижению интенсивности старения конструктивных слоев дорожных одежд из органоминеральных смесей и, как результат, к увеличению срока их службы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребиндер П.А. О физико-механике битумных материалов. – Тр./Союздорнии, 1971, вып. 49. – С.5-12.
2. Давыдова А.Р., Гладырь С.А., Телкова Т.Н. Исследование изменений, протекающих в битумах при их глубоком окислении. - Тр./ Союздорнии, 1977, вып. 100. - С. 4-12.
3. Гезенцевей Л.Б. Применение активированного минерального порошка в дорожном строительстве. - Тр./Союздорнии, 1978, вып.107. - С.73-78.
4. Дорожный асфальтобетон /Л.Б. Гезенцевей, Н.В. Горельшев, А.М. Богуславский, И.В. Королев. Под ред. Л.Б. Гезенцевей. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1985. - 350 с.
5. Лукашевич В.Н. Совершенствование технологии асфальтобетонных смесей для увеличения срока службы дорожных покрытий.//Строительные материалы. – 1999. – N 11. – С.5-7.
6. Флоровская В.Н., Овчинникова Л.И. Люминесцентная микроскопия битуминозных веществ. - М.: Изд. Моск. ун-та, 1970. – 80 с.

**ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНОГО ИЗГИБАЕМОГО  
СТЕРЖНЯ С ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ В ВИДЕ ДВУТАВРА**

А.И. Григорьев, Л.Е. Путеева, Б.А. Тухфатуллин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Б.А. Тухфатуллин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, Соляная пл., 2, 634003

E-mail: [mag917@mail.ru](mailto:mag917@mail.ru)

**THE SEARCH OF OPTIMAL REINFORCED VARIANT STEEL BENDING ROD  
WITH I-BEAM CROSS-SECTION**

A. I. Grigoriev, L.E. Puteeva, B.A. Tukhfatullin

Scientific Supervisor: Associate Professor, PhD B.A. Tukhfatullin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [mag917@mail.ru](mailto:mag917@mail.ru)

***Abstract.** The questions of optimal reinforced steel bending rod with I-beam cross-section (by rolling or separate parts) has been considered. The algorithm for the search of the location and thicknesses of the sheets, reinforcing the upper and lower shelves of I-beam, based on the solution of the problems of integer programming, has been proposed. The algorithm is implemented in the form of a computer program, compiled in IDE Borland Delphi.*

В процессе эксплуатации существующих зданий и сооружений нередко возникает необходимость в усилении несущих элементов конструкций, что связано с изменением функционального назначения здания, накоплением данных о нагрузках (ветровых, снеговых и др.). Размеры и места расположения усиливающих элементов не всегда очевидны. Задача об определении размеров элементов усиления и места их расположения на конструкции может быть сформулирована как задача оптимального проектирования [1–3]. В предыдущих исследованиях [4, 5] были рассмотрены вопросы оптимального усиления центрально-сжатого стержня коробчатого поперечного сечения, решена задача поиска оптимальных мест расстановки связей [6].

Целью настоящего исследования является решение задачи оптимального усиления изгибаемого стержня. Рассматривается балка двутаврового поперечного сечения с двумя осями симметрии. Условия нагружения и закрепления считаются заданными и не варьируются. Материал конструкции и усиливающих элементов является изотропным и линейно-упругим. Усиливаемая система должна удовлетворять требованиям норм проектирования [7], среди которых:

– условие устойчивости плоской формы изгиба

$$\sigma = \frac{M_z}{\varphi_b W_z} \leq R_y \gamma_C; \quad (1)$$

– условие прочности по касательным напряжениям

$$\tau = \frac{Q_y S_z}{J_z t_w} \leq R_s \gamma_C; \quad (2)$$

– условие прочности, записанное для стенки балки при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы

$$\sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \leq 1,15R_s\gamma_C; \quad (3)$$

– условие жёсткости

$$v_{\max} \leq [v]. \quad (4)$$

Изгибающие моменты  $M_Z$ , поперечные силы  $Q_y$  и максимальный прогиб  $v_{\max}$  определяются методом перемещений [8]; геометрические характеристики  $W_Z$ ,  $J_Z$  и  $S_Z$  исходного и усиленного сечений вычисляются по известным формулам [9]. Коэффициент  $\varphi_b$  определяется согласно методике [7], как для шарнирно опертой по краям балки, находящейся под действием произвольной нагрузки и имеющей в пролёте два и более раскрепления из плоскости. Внутренние усилия для записи ограничений (1), (2) определяются от действия расчётной нагрузки, прогибы в условии (4) – от нормативной нагрузки.

В качестве целевой функции задачи оптимизации принимается объём материала элементов усиления, располагаемых симметрично по обеим полкам двутавра

$$V = 2b_f t'_f \sum_{i=1}^n \ell_i. \quad (5)$$

Предполагается, что ширина усиливающего элемента  $b_f$  совпадает с шириной полки двутавра, толщина  $t'_f$  назначается, исходя из сортамента листовой стали, а сумма длин элементов  $\sum_{i=1}^n \ell_i$  определяется при решении задачи минимизации функции цели (5) с соблюдением условий (1)–(4).

Предложенный ранее в работах [5, 6] алгоритм поиска, апробированный при оптимизации центрально сжатого стержня, использован для решения поставленной задачи оптимального усиления изгибаемого стержня (1)–(5). Алгоритм реализован в компьютерной программе, составленной в среде визуального программирования Borland Delphi на языке Object Pascal [10]. Окна программы представлены на рис. 1.

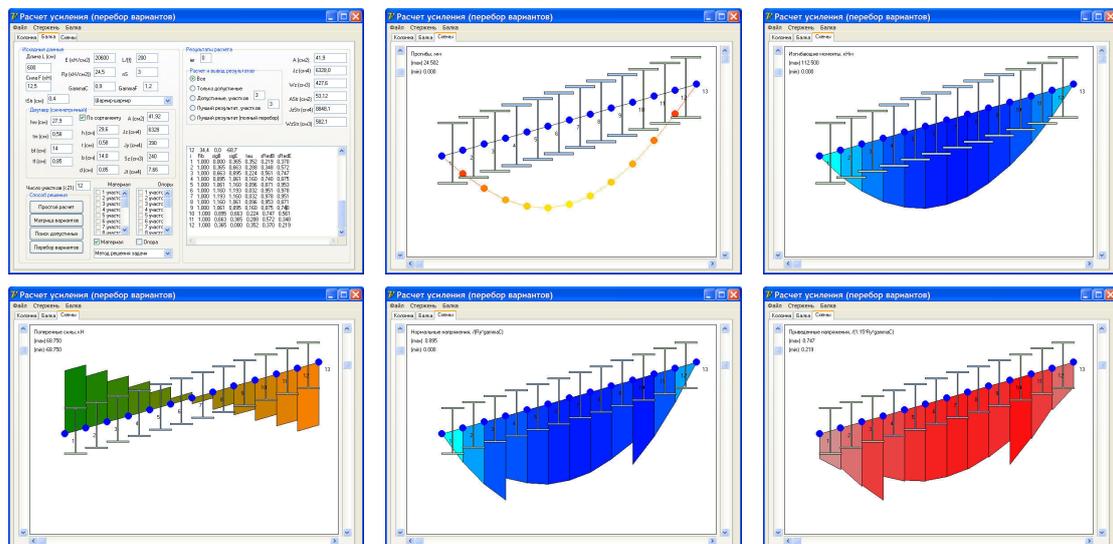


Рис. 1. Окна программы поиска оптимального усиления двутавровой балки

**Выводы:**

1. Задача поиска размеров и места расположения усиливающих элементов для изгибаемого стержня с поперечным сечением в виде составного либо прокатного двутавра с двумя осями симметрии сформулирована как задача оптимального проектирования.
2. Предложенный ранее поисковый алгоритм для центрально-сжатого стержня распространен на случай изгибаемой балки.
3. Решение задачи при несимметричном варианте усиления только одной полки (верхней или нижней) является целью для дальнейших исследований.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алексейцев А.В. Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2014. – № 2. – С. 37–46.
2. Ляхович Л.С., Тухфатуллин Б.А., Путеева Л.Е., Григорьев А.И. Использование методов оптимизации в задачах усиления конструкций // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 6. – С. 57–70.
3. Григорьев А.И., Тухфатуллин Б.А. Оптимизация усиления стальных колонн из гнутого сварного профиля // Инвестиции и недвижимое имущество как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики : материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 10-13 марта 2015 г. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – С. 284–288.
4. Григорьев А.И. Оптимальное усиление стальных колонн из прокатных профилей // Избранные доклады 61-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых : сборник трудов конференции [Электрон. текстовые дан.]. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – С. 78–83.
5. Григорьев А.И., Тухфатуллин Б.А. Поиск оптимального варианта усиления стального стержня // Молодежь, наука, технологии: идеи и перспективы (МНТ-2015) : Материалы II Международной научной конференции студентов и молодых ученых [Электрон. текстовые дан.]. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – С. 183–186.
6. Тухфатуллин Б.А., Путеева Л.Е., Григорьев А.И. Оптимальное усиление стального стержня за счет наращивания материала сечения и расстановки дополнительных связей // «Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства : материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного мелиоратора РФ И.С. Алексейко». – Благовещенск :Изд-во БГАУ, 2015. – С. 303–307.
7. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – М. : 2011. – 177 с.
8. Строительная механика. Статика упругих систем : учеб. пособие для вузов / Под ред. В.Д. Потапова. – М. : Высш. шк., 2007. – 511 с.
9. Феодосьев В.И. Соппротивление материалов : учеб. для вузов. – М. : Изд-во МТУ, 2001. – 592 с.
10. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 7. – М. : ООО «Бином-Пресс», 2003. – 1152 с.

**СИНТЕЗ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА ДИОКСИДА КРЕМНИЯ В ПЛАЗМЕННОМ  
РЕАКТОРЕ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ**

П.В. Космачев<sup>1</sup>, Н.К. Скрипникова<sup>1</sup>

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. В.А. Власов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [pvkosm@gmail.com](mailto:pvkosm@gmail.com)

**SILICA NANOPARTICLES SYNTHESIS IN ATMOSPHERIC PRESSURE PLASMA REACTOR**

P.V. Kosmachev<sup>1</sup>, N.K. Skripnikova<sup>1</sup>

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.A. Vlasov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

<sup>2</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [pvkosm@gmail.com](mailto:pvkosm@gmail.com)

***Abstract.** The research shows possibility to obtain silica nanoparticles from natural raw materials such as diatomite (Kamyshlovskoe deposit, Sverdlovsk region, Russia) in experimental atmospheric pressure plasma reactor on the basis of arc plasma generator. The process of synthesis based on processes of melting, evaporation and sublimation of raw material and next silica nanoparticles condensation from gaseous phase. Transmission Electron Microscopy (TEM) shows obtained nanopowder has a spherical shape with a primary diameter of 5-100 nm.*

В настоящее время значительное внимание уделяется исследованиям в области нанотехнологий и наноматериалов. Это обусловлено появлением уникальных свойств, которым обладают объекты в нанодиапазоне (не более 100 нм). Так, нанопорошки SiO<sub>2</sub> широко применяются в самых различных областях промышленности и науки. Наноразмерный диоксид кремния активно используют в качестве добавок в лакокрасочные изделия, антикоррозийные, антифрикционные и гидрофобные покрытия, резиновые изделия [1,2]. Широкое распространение нанодобавки SiO<sub>2</sub> получили в строительной области – их активно используют в качестве добавок для бетонов, сухих строительных смесей, термостойких и теплоизоляционных материалов [3,4].

Среди существующих методов получения нанодисперсного порошка диоксида кремния наибольшую популярность получили диспергационные методы, пиролиз, золь-гель метод, электронно-лучевые и др. [5-7].

Целью работы являлось получение нанодисперсного порошка диоксида кремния из высококремнеземистого природного сырья (диатомита) при помощи энергии низкотемпературной плазмы.

Для получения нанодисперсного SiO<sub>2</sub> использовалась экспериментальная установка (Рис 1.), которая состоит из генератора низкотемпературной плазмы электродугового разряда (плазмотрона) 1,

инициирующей плазменной дуги 2 внутри водоохлаждаемого реактора 3. На дне реактора расположен графитовый тигель 4. В боковую стенку реактора через отверстие вмонтировано устройство подачи, состоящее из шнекового дозатора 7 и электропривода 8. Сырьевой материал подается через воронку 6, а целевой продукт 5 осаждается на внутренних стенках реактора [8].

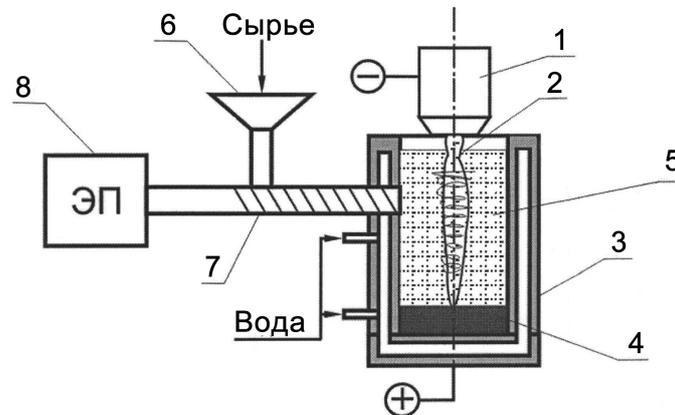


Рис. 1. Схема установки для получения нанодисперсных материалов:

1 – плазмотрон; 2 – плазменная дуга; 3 – водоохлаждаемый реактор;

4 – графитовый тигель; 5 – осажденный продукт (нанопорошок диоксида кремния);

6 – место подачи сырья; 7 – шнековый дозатор; 8 – электропривод.

Принцип действия установки основан на процессах плавления, испарения и сублимации сырьевого материала под действием плазменного потока (3000-5000°С) и последующей конденсации образуемых паров в виде наночастиц целевого продукта на охлаждаемой поверхности.

В качестве сырья в данной работе использовали диатомит Камышловского месторождения (Свердловская область, Россия) дисперсностью не более 2 мм. Химический состав сырья представлен в таблице 1.

Таблица 1

Сырьевой состав пробы диатомита Камышловского месторождения – содержание оксидов, % мас.

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ппп
80,4	7,27	4,41	1,27	1,64	1,21	0,32	3,48

Полученный в реакторе порошок исследовали на просвечивающем электронном микроскопе CM 12 (Philips, Нидерланды), 120 кВ. Результаты микроскопии (Рис. 2) показали, что итоговый продукт имеет сферическую форму, полидисперсный, а средний диаметр частиц лежит в диапазоне 5-100 нм. Энергодисперсионный анализ (Рис.3), проведенный при помощи системы рентгеновского энергодисперсионного микроанализа QUANTAX (Bruker Nano GmbH, Германия) показал, что полученный нанопорошок SiO<sub>2</sub> содержит незначительные примеси Fe, Na, Al, K (присутствовали в сырьевом материале), а так же небольшое количество С, что обусловлено наличием графита в реакторе (в качестве одного из электродов).

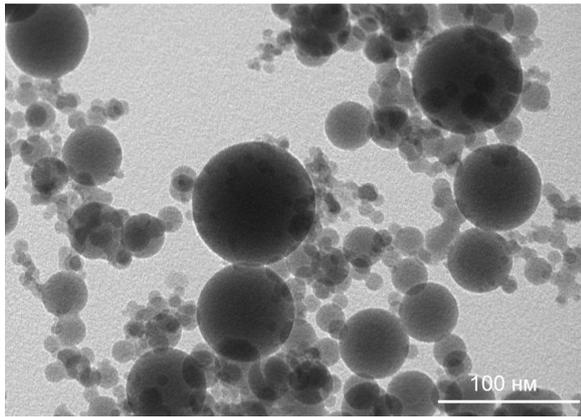


Рис. 2. ПЭМ-изображение полученного нанопорошка диоксида кремния

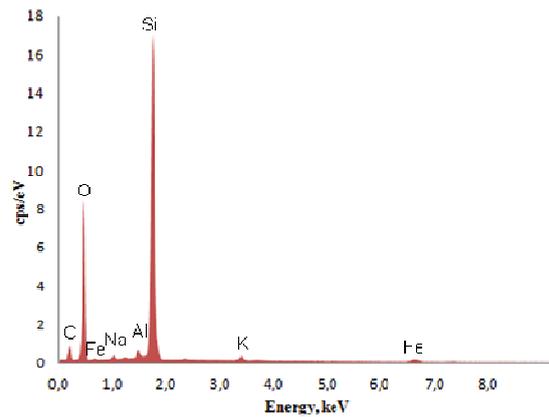


Рис. 3. ЭДА-данные полученного нанопорошка диоксида кремния

Таким образом, проведенные исследования показали, что использование природных высококремнеземистых материалов, таких как диатомит Камышловского месторождения, в качестве сырья для экспериментальной плазмохимической установки для синтеза наноматериалов позволяет получать наноразмерный полидисперсный порошок диоксида кремния с диаметрами частиц в диапазоне 5-100 нм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhai L., Cebeci F.C., Cohen R.E., Rubner M.F. Stable superhydrophobic coatings from polyelectrolyte multilayers // *Nano Letters* – 2004 – V. 4. – P. 1349–1353.
2. Sviridenok A.I., Krautsevich A.V., Lysenko V.I., Mikulich S.I., Ihnatouski M.I., Bardakhanov S.P. Friction Properties of Thin Coatings Based on Epilams Nanomodified by Silica // *Journal of Friction and Wear* – 2014. – V. 35 (3). – P. 225-235.
3. Lin K.L., Chang W.C., Lin D.F., Luo H.L. and Tsai M.C. Effects of nano-SiO<sub>2</sub> and different ash particle sizes on sludge ash–cement mortar // *Journal of Environmental Management* – 2008. – V. 88. – P. 708–714.
4. Quercia G., Brouwers H. Application of nano-silica (nS) in concrete mixtures // *The 8th fib internaional PhD symposium in civil engineering.* – Lyngby, 2010. – P.431-436.
5. Gröhn A. J., Pratsinis S.E., Sanchez-Ferrer A., Mezzenga R. and Wegner K. Scale-up of Nanoparticle Synthesis by Flame Spray Pyrolysis // *The High-Temperature Particle Residence Time, Industrial & Engineering Chemistry Research* – 2014. – V. 53.– P. 10734–10742.
6. Rahman I. A., Vejayakumaran P., Sipaut C.S. et al. Anoptimized sol-gel synthesis of stable primary equivalent silica particles // *Colloids and Surfaces.A* – 2007. – V. 294 (1–3). – P. 102–110.
7. Bardakhanov S.P., Volodin V.A., Efremov M.D. et al. High volume synthesis of silicon nanopowder by electron beam ablation of silicon ingot at atmospheric pressure // *Japanese Journal of Applied Physics* – 2008. – V. 47 (9). – P. 7019-7022.
8. Власов В.А., Космачев П.В., Скрипникова Н.К. Технологические аспекты получения наночастиц диоксида кремния // *Физико-технические проблемы в науке, промышленности и медицине: Сборник тезисов докладов VII Международной научно-практической конференции* – Томск, 2015.– С. 161.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ МИКРОКРЕМНЕЗЕМИСТЫХ  
ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ**

О.В. Демьяненко, М.Н.Ляшенко, Н.О. Копаница, Ю.С.Саркисов, Ю.А. Абзаев

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.О.Копаница,

профессор, д.т.н. Ю.С.Саркисов

Томский Государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [angel\\_n@sibmail.com](mailto:angel_n@sibmail.com)

**RESEARCH OF INFLUENCE OF HIGH-DISPERSE MICRO SILICIC ADDITIVES ON PROPERTIES  
OF A CEMENT STONE**

O.V. Dem'yanenko, M.N.Lyashenko, N.O. Kopanitsa, Y.S. Sarkisov, Y.A. Abzaev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.O. Kopanitsa,

Prof., Dr. Y.S. Sarkisov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq, 2, 634003

E-mail: [angel\\_n@sibmail.com](mailto:angel_n@sibmail.com)

***Abstract.** Nanotechnologies and nanotech industry are one of the most perspective directions of development of science, technologies and the industry now. In many countries including in Russia, new types of nanoproduction which or has already appeared in the market are developed, or will appear after a while. Presence at a construction segment of nanomaterials and nanotechnologies becomes more and more noticeable and perspective.*

Исследованиями российских и зарубежных ученых доказана эффективность применения композиционных строительных материалов, содержащих в своем составе нанообъекты различной природы. Наноструктурированные материалы отличаются не только повышенными технико-эксплуатационными свойствами, но и принципиально новыми характеристиками. Известно, что в наночастицах поверхностные свойства преобладают над объемными, поэтому при их огромной удельной поверхности их энергия в единице объема так же велика. В настоящее время актуальными исследованиями в России и за рубежом является получение различных форм нано-SiO<sub>2</sub> и обоснование областей его применения. Нанодисперсный микрокремнезём, полученный по золь-гель технологиям, содержит уже значительную долю аморфного SiO<sub>2</sub> [1]. Еще один способ получения нанодисперсного диоксида кремния (Таркосил), основанный на испарении вещества под действием электронного пучка, создаваемого электронным ускорителем - разработан в Институте теоретической и прикладной механики СО РАН и Институте Ядерной физики СО РАН (г. Новосибирск), в добавках «Таркосил» - доля аморфизации структуры достигает 97-99 % [2]. Специалистами из г. Новосибирск получена целая линейка Таркосил с разной удельной поверхностью и с разными характеристиками.

Цель работы заключалась в оценке рентгенофазового анализа характеристик Таркосила и оценке их влияния на свойства цементного камня. Для определения состава и структуры Таркосила проводился рентгенофазовый анализ добавки (рис.1).

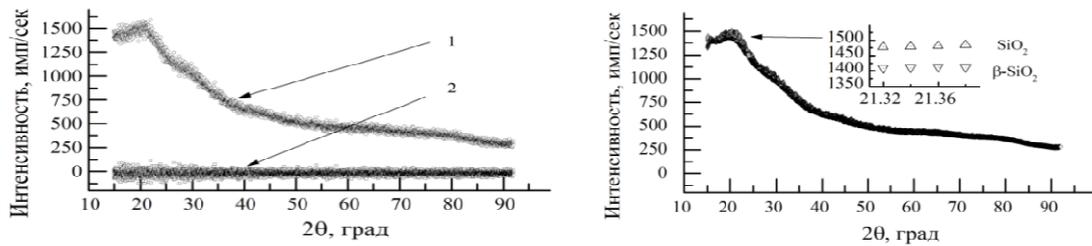


Рис.1 Дифрактограмма добавки Таркосил, 2002. а) Эксперимент (1), разность между экспериментальной и теоретической дифрактограммами (2). б) Расчетные дифрактограммы модельных фаз:  $SiO_2$  и  $\alpha-SiO_2$

Для реализации цели работы и возможности построения структуры цементного камня «снизу – вверх» была предложена модель структуры цементного камня (Рис.1), в которой компоненты отличаются удельной поверхностью (Табл.1)

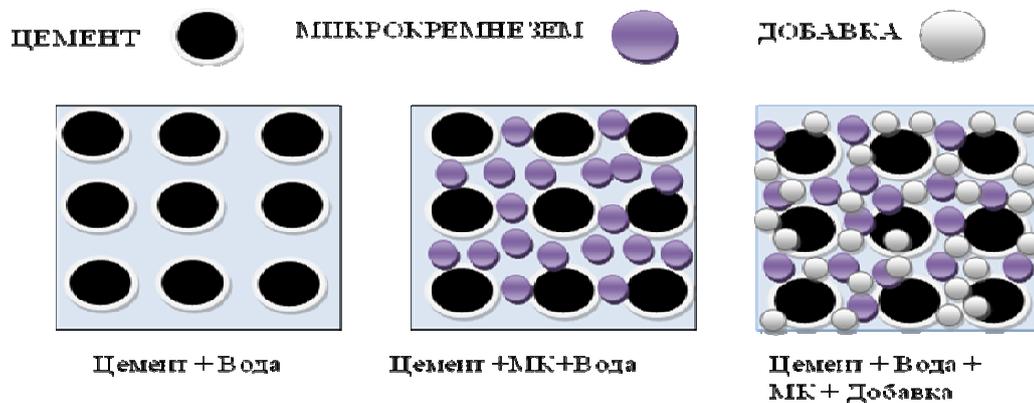


Рис.2. Модель структуры цементного камня

Таблица 1

Удельная поверхность компонентов

Показатель	Цемент	Микрокремнезем	Таркосил, 2002
Удельная поверхность, $кг/м^2$	380	2000	38000

Наличие аморфных  $\alpha$  и  $\beta$  фаз в  $nano-SiO_2$  (Табл.2) во многом должно определять его реакционную способность по отношению к оксиду кальция и другим компонентам цементных систем, что должно приводить к зарождению и накоплению в цементной системе низкоосновных гидросиликатов кальция, и как следствие, к повышению прочности цементного камня [3].

Таблица 2

Данные качественного фазового анализа добавки Таркосил 2002

Образец	Фазы	Интенсивность, %	Весовая доля, %
Таркосил, 2002	$\alpha-SiO_2$	87.28	93.90
	$\beta-SiO_2$	10.40	6.01

Для подтверждения данной гипотезы были проведены исследования по оценке влияния микро- и нано-SiO<sub>2</sub> на прочностные свойства цементного камня. Исследования проводились на портландцементе ПЦ 400 Д0 с добавкой микрокремнезема и Таркосил, 2002 с удельной поверхностью 38000 кг/м<sup>2</sup>. Содержание добавки микро- SiO<sub>2</sub> варьировалось от 3 до 5 % от массы цемента, нано-SiO<sub>2</sub> варьировалось от 0,01 до 0,03 % от массы цемента, добавка смешивались с водой затворения. Испытания проводились на образцах – кубиках размером 2\*2\*2 см, изготовленных из цементного теста нормальной густоты. Образцы после формования твердели в нормальных условиях. Прочность на сжатие образцов оценивалась через 7, 14, 28 суток. Проведенные исследования по влиянию добавок на свойства цементного камня показали, что совместное введение наномодификатора Таркосил, 2002 в количестве 0,03 % и микро-SiO<sub>2</sub> в количестве 5 % от массы цемента приводит к приросту прочности на сжатие на 70-75% (рис.3).

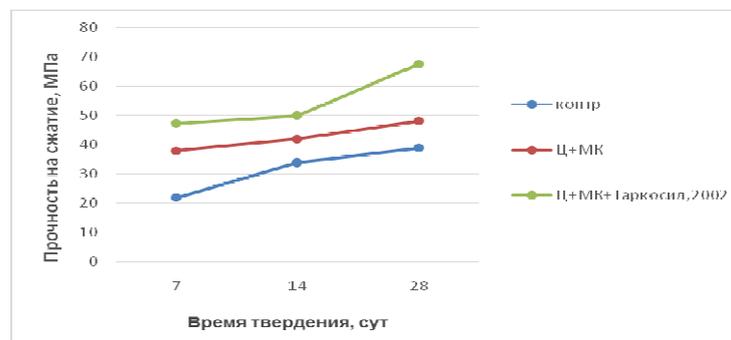


Рис.3. Прочность на сжатие образцов

При введении диоксида кремния в цементную систему формируется состав новообразований, обеспечивающий высокие физико-механические характеристики изделий [3].

Высокая технико-экономическая эффективность применения наноразмерных частиц для модификации строительных материалов не вызывает сомнения, т.к. сверхмалые дозы наночастиц, даже в случае их высокой стоимости, «перекрывают» последнюю положительными эффектами изменения технологических и эксплуатационно-технических свойств полученного нанокремнезема.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем [Электронный ресурс] / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов. — Эл. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 328 с.
2. Ю.А. Абзаев, Н.О. Копаница, В.А. Клименов [и др.] Моделирование структурного состояния аморфного Таркосила / Ю.А. Абзаев, Н.О. Копаница, В.А. Клименов [и др.] // Вестник ТГАСУ. — 2015. - № 3. — С. 121-133.
3. О.В. Демьяненко, Н.О. Копаница, Ю.С.Саркисов Влияние наноразмерного диоксида кремния на свойства цементного камня / О.В. Демьяненко, Н.О. Копаница, Ю.С.Саркисов // Материалы II Международной научной конференции «Молодёжь, наука, технологии: новые идеи и перспективы». - 2015. — С. 37-40

## ПОЭТАПНЫЙ ОТКОЛ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫМ МЕТОДОМ

Н.В. Войтенко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Г.Е. Ремнев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [voitenko.nik@gmail.com](mailto:voitenko.nik@gmail.com)

## A PHASED SPLITTING OFF FROM HIGH-STRENGTH CONCRETE BY ELECTRO-BLASTING METHOD

N.V. Voitenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. G.E. Remnev

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [voitenko.nik@gmail.com](mailto:voitenko.nik@gmail.com)

***Abstract.** Investigation of the phased splitting off from monolith concrete block via electro-blast technology have been described. The experiments were conducted using the high-current pulse generator with operating voltage up to 15 kV and maximum stored energy 126 kJ with initiation of the discharge in two boreholes (pair) at the same time. The electro-blasting were produced step by step three times. Each subsequent time was performed in the boreholes pair situated farther towards the free surface. Boreholes in a pair were drilled at a distance of 30-40 cm from each other, and of 25 cm apart from pairs, the depth of boreholes was 70 cm.*

### **Введение**

Разработка новых эффективных, экологически безопасных методов и технологий для разрушения конструкций из прочного и высокопрочного бетона, строительства и расширения тоннелей, разрушения массивных блоков из твердых горных пород – актуальная проблема [1]. Электроразрядная технология разрушения является перспективным развивающимся способом разрушения твердых материалов. Многочисленные эксперименты в лабораториях различных стран неоднократно подтверждали, что электроразрядная технология позволяет производить работы по разрушению в условия плотной городской застройки, вблизи коммуникаций, трубопроводов и гидротехнических сооружений, безопасным способом с точки зрения сохранения флоры и фауны [2-4].

### **Электроразрядное разрушение**

Технология электроразрядного разрушения основана на использовании энергии, выделяемой в плазменном канале электрического разряда при протекании через него мощного импульса тока. Применительно к разрушению горных пород и бетона электрический разряд создается в заполненных жидкостью шпурах. Инициирование канала разряда может осуществляться одновременно в нескольких шпурах, что позволяет производить раскол объекта в заданном направлении. Важной характеристикой электровзрыва является коэффициент преобразования электрической энергии в энергию ударно-волновых возмущений. Его величина зависит от энергии, запасенной в накопителе, длины канала разряда, передающей среды, а также свойств разрушаемого материала. В большинстве случаев коэффициент преобразования энергии не превышает 15% [5,6]. Для повышения коэффициента

преобразования энергии, на кафедре Высоковольтной электрофизики и силовоточной электроники Томского политехнического университета, было предложено использовать специальный картридж в качестве передающей среды. Картридж представляет собой цилиндр из пластичного материала, по оси которого натянут взрываеый проводник, инициирующий разряд [7,8]. Пластичный материал, предающий ударную волну, должен иметь акустическую жесткость близкую к акустической жесткости разрушаемого материала.

Исследования электроразрядного разрушения и откола горных пород и прочных бетонных конструкций осуществляются на высоковольтной мобильной установке. Основным оборудованием установки является генератор импульсных токов (ГИТ) с рабочим напряжением до 15 кВ, емкостью накопителя энергии 1120 мкФ и возможностью подключения до четырех электродных систем одновременно.

#### Эксперименты по поэтапному отколу

При разрушении крупногабаритных объектов электроразрядным методом, следует учитывать, что электровзрыв необходимо производить неоднократно, и для эффективного роста трещин, начинать разрушение необходимо вблизи свободной поверхности. Именно наличие свободной поверхности обеспечивает волновые процессы, которые создают растягивающие напряжения внутри твердого тела. Количество одновременно подключенных электродных систем следует выбирать так, чтобы при расположении шпуров на расстоянии  $\leq (0,6-0,8)$  их глубины, можно было бы осуществить откол по всей ширине блока, это позволит получить наилучший результат, при меньших временных и энергетических затратах.

Исследование поэтапного откола от монолитного бетонного блока, производилось на образце размером 3000x1500x1200 мм, расположенном в земле. Эксперименты проводились при одновременном инициировании канала разряда в двух шпурах. Всего было произведено три серии электровзрывов. Шпуры бурились на расстоянии 30-40 см друг от друга, глубина шпуров 70 см. ГИТ заряжался до 12 кВ при емкости батареи 1120 мкФ. Схема экспериментов представлена на рис.1.

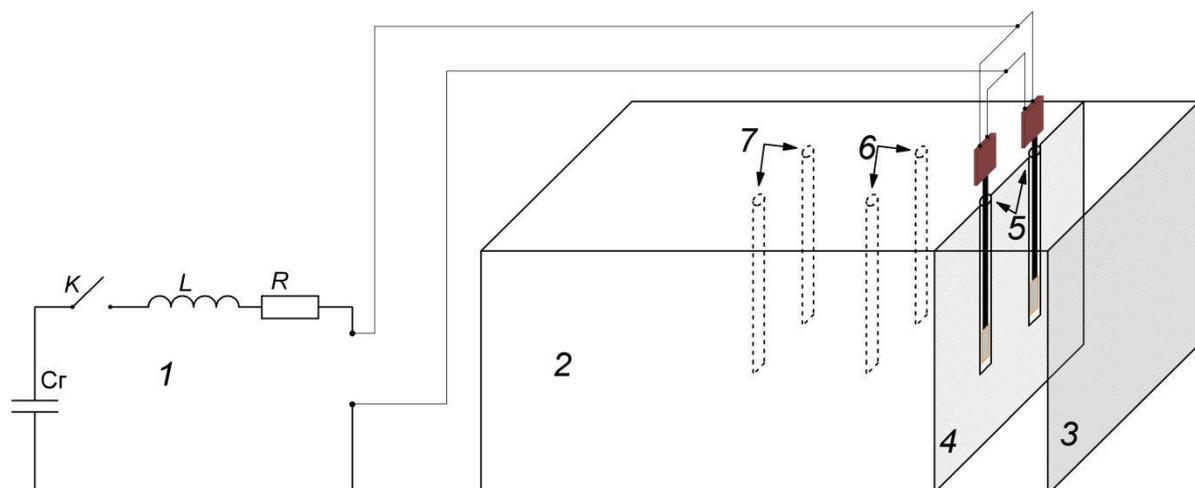


Рис. 1. Схема поэтапного электроразрядного откола,

1 – генератор импульсных токов, 2 – бетонный блок, 3 – свободная поверхность,  
4 – образующаяся после электровзрыва свободная поверхность, 5-7 – сетка шпуров.

Первый электровзрыв производился в шпурах под номером (5), расстояние до свободной поверхности (3) составляло 25 см. После инициирования канала разряда происходило распространение ударно-волновых возмущений внутри бетона, в следствии наложения прямых и отраженных волн создавались растягивающие напряжения в области шпура, что в итоге приводило к росту трещин. В результате электровзрыва на поверхности бетона сформировались магистральные трещины, свидетельствующие об отколе фрагмента блока и образовании новой свободной поверхности (4). Второй эксперимент производился при удалении шпуров на 50 см от края блока. После электровзрыва на поверхности бетона также образовались магистральные трещины и множественные растрескивания в области шпуров (6), по нашему мнению отражение волн происходило от поверхности (4), что способствовало созданию области растягивающих тангенсальных напряжений, приводящих к инициированию радиальных трещин в разрушаемом материале. Положительный результат электровзрыва способствовал образованию новой свободной поверхности. Третий эксперимент производился в шпурах расположенных в 75 см от края блока. После электровзрыва поверхность вблизи шпуров (7) также покрылась трещинами, что подтверждает механизм действия волновых процессов.

#### **Заключение**

Экспериментальное исследование возможностей электроразрядной технологии разрушения твердых непроводящих материалов, позволило составить методику производства работ по разрушению и отколу бетонных блоков. По результатам экспериментов поэтапного откола установлено, что ударно-волновые возмущения, распространяясь в твердом материале, создают область растягивающих тангенциальных напряжений. Формирование этой области приводит к образованию и развитию радиальных трещин, ориентированных от стенки шпура к поверхности разрушаемого материала.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород. М.: Изд. Московского государственного горного университета, 2001. – 453 с.
2. Silva C.C.M., Stellin A., Hennies W.T., Costa E.G. Electrohydraulic Rock Blasting: An Alternative for Mining in Urban Areas// INT. J. MINING ENG. – 2002 –Vol 16. P. – №4 – P. 261-269.
3. Bluhm H., Frey W., Giese H. et. al., Application of Pulsed HV Discharges to Material Fragmentation and Recycling // IEEE Transactions on Dielectric and Electrical Insulation. – 2000. – №5 – P. 625–636.
4. Hofmann J. and Th. Weise H.G.G. Pulsed Power Technologies for Commercial Material Reduction and Crushing Applications // Digest of 11<sup>th</sup> IEEE Pulsed Power Conf. – Baltimore, USA, – 1997. – P. 203-207.
5. Burkin V.V., Kuznetsova N.S., Lopatin V.V. Dynamics of electro burst in solids: II Characteristics of wave process // J. Phys. D: Appl. Phys. – 2009. – Vol. 42. – P. 235209.
6. Kuznetsova N S, Lopatin V V, et. al., 2011 Theoretical and experimental investigation of electro discharge destruction of non-conducting materials IEEE International Pulsed Power Conference: Digest of Technical Papers (Chicago, June 19-23, 2011) pp 267–271.
7. Пат. 2500889 С1 РФ. МПК E21C 37/18. Способ электроразрядного разрушения твердых материалов/ В.В. Лопатин, Н.А. Иванов, А.С. Юдин и др. Заявлено 15.05.2012; Оpubл. 10.12.2013, Бюл. № 34 – 8 с
8. Иванов Н.А., Пивоваров М.И., Войтенко Н.В., Юдин А.С. Шпуровое разрушение горных пород и бетона // Известия Томского политехнического университета. –2012. – Т. 321. – № 2.– С. 136–140.

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНА,  
ТВЕРДЕЮЩЕГО В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

К.С. Гаусс, К. Кириллова, Д.И. Мокшин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Гныря

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [gauss.ksyu@mail.ru](mailto:gauss.ksyu@mail.ru)

**COMPARATIVE ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE,  
HARDENING IN EXTREME CONDITIONS**

K.S. Gauss, K. Kirillova, D.I. Mokshin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.I. Gnyrya

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq, 2, 634003

E-mail: [gauss.ksyu@mail.ru](mailto:gauss.ksyu@mail.ru)

***Abstract.** The article presents the results of a study based on reducing the amount of water introduced into the concrete mixture while mixing with, by introducing a plasticizer. In the course of experiments in a single body of concrete structure model was created by the uneven temperature field, similar to the heat distribution in the frozen poured concrete foundation. There was a schedule of distribution of temperatures, humidity and designed concrete samples.*

Постоянный рост объемов монолитного строительства является одной из основных тенденций, характеризующих современный период российского строительного производства.

Поскольку в современном строительстве сроки возведения объектов имеют первостепенное значение, то без интенсификации твердения бетона обойтись невозможно [1]. Поэтому на практике стали применять различные методы ускорения твердения бетона до достижения им требуемых структурных характеристик. Более действенным из них является термообработка бетона [2]. Самыми известными методами которой являются:

1. Электродный метод;
2. Инфракрасный нагрев;
3. Индукционный прогрев;
4. Электроразогрев бетонной смеси;
5. Прогрев бетона греющими изолированными проводами.

При этом ни один из методов не исключает градиентов температуры по сечению выдерживаемых конструкций. Тепло- и массоперенос (внутренний и внешний) является причиной нарушения совместной работы составляющих бетона и арматуры. Внутренний тепло- и массоперенос возникает из-за появления термо-, влажно-бароградиентов при перегревах или охлаждениях, а при электродном прогреве вследствие большой разности электропроводности компонентов бетона. Внешний тепло- и

массоперенос обуславливается наличием этих же градиентов между бетоном и окружающей средой (граничные условия третьего рода) [3].

При охлаждении бетона температура крупного заполнителя и арматуры снижается быстрее, чем температура цементного теста в связи с более высокой их плотностью и теплопроводностью. В местах примыкания свежесуложенного бетона к непрогретой арматуре и быстро охладившемуся крупному заполнителю эффект от влагопереноса будет сильно выражен [4]. Сцепление арматуры и заполнителя с цементным тестом будет нарушено. Совместная их работа прекратится, в результате этого может возникнуть аварийная ситуация.

Эти процессы в нормативной документации мало учитываются или же не учитываются вовсе. В технологическом проектировании влажность считается равномерной.

Эксперименты, проводимые в лабораториях кафедры технологии строительного производства ТГАСУ [5], были основаны на сокращении количества воды, введенной в бетонную смесь при затворении. При снижении водоцементного отношения удобоукладываемость бетонной смеси сильно снизилась, поэтому уменьшение количества воды затворения достигалось применением пластифицирующей добавки «МС-ПауэрФлоу». Все эксперименты проводились на едином составе товарного бетона лаборатории ЗКПД ТДСК.

По ходу исследований в едином теле модели бетонной конструкции было создано неравномерное температурное поле схожее с распределением тепла по уложенному на промерзшее основание бетону.

Составлен график распределения температуры (рис. 1), показывающий изменение температуры каждого из отсеков модели во времени.

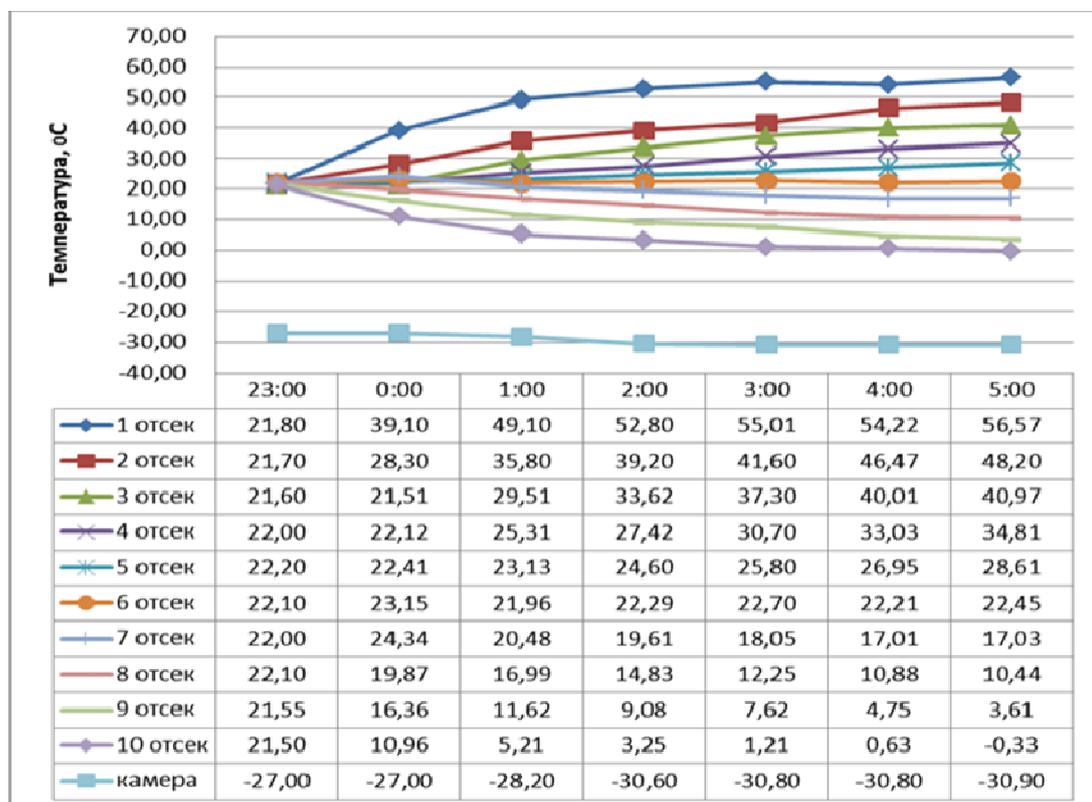


Рис. 1. График распределения температуры по 10 сечениям опалубки

По истечению времени эксперимента было проведено разопалубливание, и модель бетонной конструкции поделена на 10 одинаковых образцов-кубиков с длиной ребра 50 мм.

Влажность определялась отношением массы влаги к массе сухой пробы.

Таблица 1

*Влажность бетонных образцов с пластификатором*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
т, кг после разопалублики	0,310	0,315	0,320	0,320	0,325	0,315	0,310	0,320	0,320	0,315
т, кг после сушки	0,300	0,305	0,310	0,305	0,310	0,300	0,295	0,305	0,305	0,300
влажность, %	3,226	3,175	3,125	4,688	4,615	4,762	4,839	4,688	4,688	4,762

Положительное действие пластификатора проявилось в затруднении процессов миграции влаги, причем это характерно как при подъеме температуры в камере, так и при ее снижении. В обоих случаях градиент влажности уменьшается вследствие частичной гидрофобизации открытой поверхности изделия.

Немаловажное значение при этом имеет и однородность материала, что является следствием лучшей удобоукладываемости бетона с добавками. Важность этого фактора для процессов тепловлажностной обработки часто недооценивают. Между тем компактное, сближенное расположение зерен цемента и заполнителей, уменьшение сечения пор и капилляров, образование трудноиспаряющихся тонких слоев воды вокруг частиц – все это существенно ослабляет миграционные процессы внутри материала.

Далее планируется проведение экспериментов по электризации поверхности минерального вяжущего и перспективности его использования в технологии производства бетонных работ в зимних условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гньря А.И., Коробков С.В. Технология бетонных работ в зимних условиях. – Томск: Издательство ТГАСУ, 2013. – 280 с.
2. Заседателев И.Б., Петров-Денисов В.Г. Тепло- и массоперенос в бетоне специальных промышленных сооружений. – М.: Стройиздат, 1973. – 168 с.
3. Дмитриевич А.Д. Тепло- и массообмен при твердении бетона в паровой среде. –М.: Стройиздат, 1967. – 242 с.
4. Даужанов Н.Т., Аруова Л.Б. Тепло и массообмен при различных технологиях гелиотермообработки железобетона // Вестник МГСУ – 2011.– №4. – С.288–292.
5. Гаусс К.С. Комплексные экспериментальные исследования влияния градиента тепло- и массопереноса на физико-механические свойства бетона. (С применением пластифицирующих добавок) // Избранные доклады 61-й научно-практической конференции студентов и молодых ученых. – 2015. - С. 132-134.

**РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕНТРОВ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ  
КОМПОЗИЦИЙ С ГЛИОКСАЛЬСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ**

В.А. Ефремова, А.С. Симакова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Кудяков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [foxis1993@mail.ru](mailto:foxis1993@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF OPTIMUM MODIFICATION PARAMETERS CEMENT COMPOSITION  
CONTAINING ADDITIVES WITH GLYOXAL**

V.A. Efremova, A.S. Simakova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Yu.Yu. A.I. Kudyakov

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering,

Russia, Tomsk, pl. Salt, 2, 634003

E-mail: [foxis1993@mail.ru](mailto:foxis1993@mail.ru)

***Abstract.** The effect of glyoxal containing additives on the properties of the cement paste and stone. Established rational content glyoxal crystalline additive in the cement paste 0.01% by weight of cement. When this cement stone strength after 28 days is increased by 14%. This supplement is a product of local production, therefore has a scientific interest and potential prospects in the development of innovative technologies.*

В соответствии с требованиями для вновь разрабатываемых архитектурно-строительных каркасных систем предъявляются повышенные требования по технологии производства бетона, прочности и однородности структуры. В настоящее время в производстве строительных материалов и конструкций в основном используют модифицирующие добавки зарубежного производства [1,2]. Использование добавок импортного производства в составе цементных композиций приводит к существенному их удорожанию. Эта проблема может быть решена путем применения модификаторов российского производства. Актуальной задачей является разработка и применение российских модифицирующих добавок в технологии бетонов. Применяемые глиоксальсодержащие добавки являются продуктом томского производства ТД «Новохим-Трейддинг». Исследований добавок глиоксаля применительно к бетонам нет, что не позволяет разработать технологии высококачественных бетонов. Результаты исследований глиоксальсодержащих добавок и их влияния на структуру цементных композиций обладают потенциальной перспективностью при разработке инновационных технологий.

Исследования проводились с применением следующих материалов: бездобавочный портландцемент ЦЕМ I 42,5Н Топкинского завода (ГОСТ 31108-2003), водопроводная вода (ГОСТ 23732-2011), глиоксаль кристаллический - ТУ 2633-004-67017122-2011 и вещества, синтезированные на его основе такие как бисульфитный аддукт глиоксаля (БАД) и термомодифицированный гликоурил (ТМГУ) [3].

Влияние глиоксальсодержащих добавок на прочность цементного камня проводились на образцах-кубиках размером 2х2х2 см из цементного теста нормальной плотности (ГОСТ 310.3-76). При исследовании свойств цементного теста и камня с добавкой глиоксаля определялись нормальная плотность цементного теста, предел прочности при сжатии.

Формы с образцами после формирования хранились сутки в ванне с гидравлическим затвором. Далее образцы помещали в ванну с водой. Испытание образцов на сжатие проводилось через 3 и 28 суток. При проведении эксперимента формировались образцы: без добавок (контрольные), кристаллический глиоксаль 0,01 % от массы цемента (ГК 0,01); 0,5 % - (ГК 0,5); 1 % - (ГК 1).

При введении в цементное тесто добавок был установлен пластифицирующий эффект. Результаты исследования нормальной плотности цементного теста с различной дозировкой глиоксаля кристаллического приведены на рисунке 1.

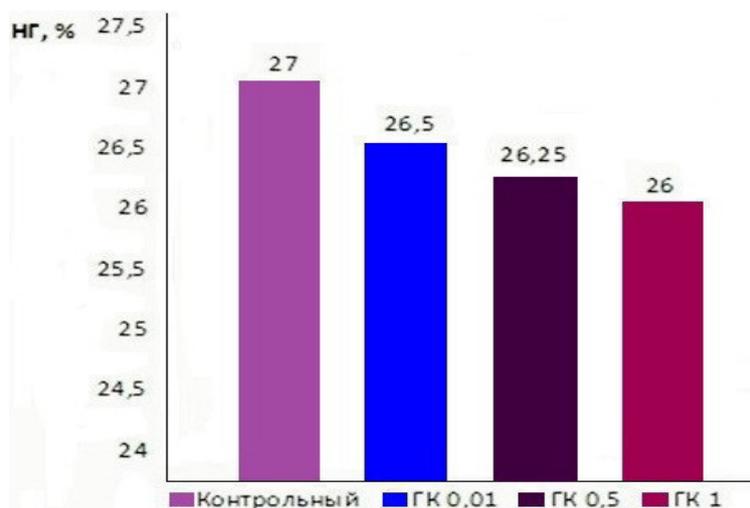


Рис. 1. Влияние добавки глиоксаля на нормальную плотность цементного теста

Вводимые добавки глиоксаля кристаллического нормальная плотность цементного теста обеспечивается при меньшем содержании воды затворения на 0,5 - 2 %.

Результаты испытаний цементного камня на прочность с добавкой глиоксаля кристаллического в возрасте 3 и 28 суток приведены на рис 2 и 3.

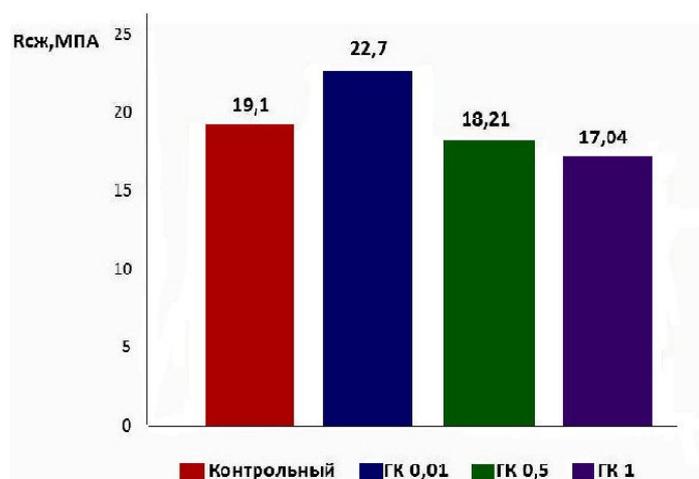


Рис.2. Влияние кристаллического глиоксаля на прочность цементного камня в возрасте 3 суток



Рис.3. Влияние кристаллического глиоксала на прочность цементного камня в возрасте 28 суток

Исследования влияния тонкодисперсных добавок БАД и ТМГУ на свойства цементного теста и камня показали, что данные вещества незначительно изменяют свойства цементного теста и камня: нормальная плотность снижается в диапазоне 2-3 %, предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток при введении добавки БАД в количестве 1 % от массы цемента остается на одном уровне с контрольным составом, при введении добавки ТМГУ в таком же количестве незначительно снижаются прочностные характеристики цементного камня. Результаты испытаний составов с данными добавками показали непригодность бисульфитного аддукта глиоксала и термомодифицированного гликоурила в качестве модификаторов бетонной смеси.

Представленный в работе комплекс исследований показывает возможность использования российских модифицирующих добавок для получения высококачественных цементных бетонов. Таким образом, на основании проведенных исследований можно заключить, что добавка положительно влияет на технологические свойства и прочность цементного камня. Максимальный эффект достигается при введении глиоксала кристаллического в количестве 0,01 от массы цемента. Установлено увеличение прочности на сжатие цементного камня в возрасте 3 суток на 18,8 %, а в возрасте 28 суток на 14 % по сравнению с контрольными без добавочными образцами.. По материалам выполненных экспериментальных работ ведутся дальнейшие исследования с добавками гликолиевой кислоты на основе глиоксала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кудяков, А.И. Тенденции в развитии технологии высокопрочных тяжелых цементных бетонов/ А.И. Кудяков и др. // Строительство энергоэффективного полносборного жилья экономического класса: сборник научных трудов под общ. ред. С.Н. Овсянникова. - Томск: Том.гос.архит.-строит.ун-та, 2014. - С. 125-131.
- 2 Несветаев Г.В., Виноградова Е.В. Перспективы получения сверхбыстротвердеющих бетонов. Бетон и железобетон в третьем тысячелетии. Третья международная научно-практическая конференция. Том 2. Ростов-на -Дону, 2004. - С. 445-451.
- 3 ТУ 2633-004-67017122-2011. Глиоксаль кристаллический [Электронный ресурс] <http://novochem.ru/products/crystalline%20glyoxal>. Дата обращения 26.06.2014.

Исследования проведены при финансовой поддержке Фонда содействия развития предприятий и малых форм бизнеса в научно-технической сфере по программе УМНИК по договору № 1843 ГУ1/2014.

**ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА УСИЛЕННОГО КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ НА ОСНОВЕ  
УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН**

А.В. Невский, И.А. Русаков, О.О. Русакова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.С. Плевков; доцент, к.т.н. И.В. Балдин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [lokop888@gmail.com](mailto:lokop888@gmail.com)

**THE STRENGTH OF CONCRETE WITH COMPOSITE MATERIALS STRENGTHENING BASED  
ON CARBON FIBER**

A.V. Nevsky, I.A. Rusakov, O.O. Rusakova

Scientific Supervisor: Prof., DSc. V.S. Plevkov; PhD. I.V. Baldin

Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya square, 2, 634003

E-mail: [lokop888@gmail.com](mailto:lokop888@gmail.com)

***Abstract.** This article presents the results of experimental research of concrete samples strength under static pressure load with and without external reinforcement system based on carbon fibers. The experimental data are compared with the results of analytical calculations.*

Традиционным методом усиления сжатых бетонных элементов является устройство обойм. Такая конструкция усиления является простым и надежным способом повышения несущей способности за счет сдерживания поперечных деформаций усиливаемого элемента. Однако используемые для конструирования обоймы типовые материалы имеют свои недостатки: при применении железобетонных обойм имеет место значительное увеличение размеров поперечного сечения усиливаемой конструкции, а металлические элементы стальной обоймы имеют низкую устойчивость к коррозии. Также к недостаткам устройства обоймы с применением данных материалов следует отнести трудоемкий процесс монтажа.

Указанные недостатки возможно преодолеть при помощи использования современных композитных материалов на основе высокопрочных волокон. Обойма данного типа состоит из волокнистой ткани и полимерного связующего. Особенности физико-механических характеристик предопределили использование углеродных волокон в качестве наиболее подходящего, с точки зрения обеспечения совместности работы под нагрузкой бетона с обоймой.

Практическое применение данного метода усиления получило распространение в начале XXI века как за рубежом, так и в России. Исследованиями работы сжатых элементов, усиленных композитными материалами, занимаются как зарубежные [1-4], так и российские ученые [5, 6]. В 2014 году в России введен в действие свод правил СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами», ставший правовым основанием для практического применения данного метода усиления строительных конструкций.

С целью определения влияния системы усиления композитными материалами на основе углеродных волокон на несущую способность бетонных сжатых элементов были проведены экспериментальные исследования. Программа экспериментальных исследований предполагала изготовление и испытание

статической сжимающей нагрузкой 6 бетонных элементов. Элементы представляли собой бетонные призмы квадратного сечения 100\*100 мм высотой 400 мм со скошенными по всей высоте боковыми гранями с радиусом закругления 10 мм (рис. 1). Опытные образцы изготавливались в лабораторных условиях из тяжелого бетона с крупным заполнителем по ГОСТ 31424-2010 из отсевов камнедробления фракции 5-10 мм и мелким заполнителем по ГОСТ 8736-93 из песка с модулем крупности 2,8 мм. Запроектированный состав бетонной смеси соответствовал ожидаемому проектному классу по прочности на сжатие В35. Бетонные призмы были разделены на две серии (рис. 2): серия №1 предполагала отсутствие системы усиления (ПБ), серия №2 предусматривала устройство системы усиления (ПБУ).



Рис. 1. Общий вид бетонных призм для проведения испытаний

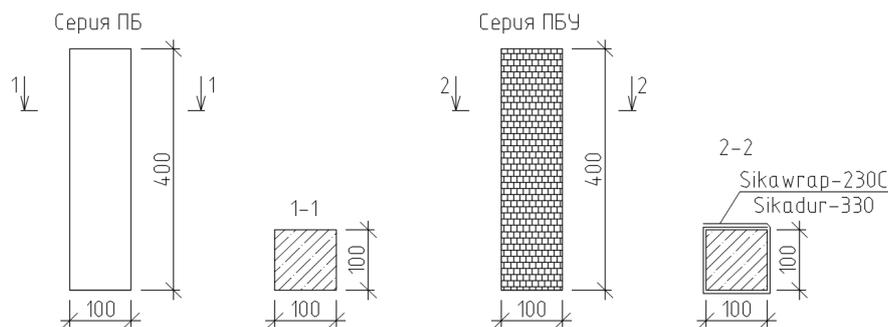


Рис. 2. Серии образцов для проведения испытания

В качестве системы внешнего армирования для серии ПБУ использовалась углеродная ткань Sikawrap-230C и связующий клеевой состав Sikadur-330. Способ устройства сплошной обоймы – по всей высоте образцов в один слой с нахлестом 100 мм. Метод нанесения армирующей ткани на опытные образцы – «сухой» (без предварительной пропитки). На рис. 3а представлен общий вид экспериментальных образцов серии ПБУ.

Результаты измерений сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты экспериментальных исследований

Марка образца	Значение предела прочности при статическом сжатии, МПа	Среднее предела прочности при статическом сжатии, МПа
ПБ-1	24,6	26,0
ПБ-2	26,6	
ПБ-3	26,8	
ПБУ-1	41,4	40,67
ПБУ-2	42,2	
ПБУ-3	38,4	

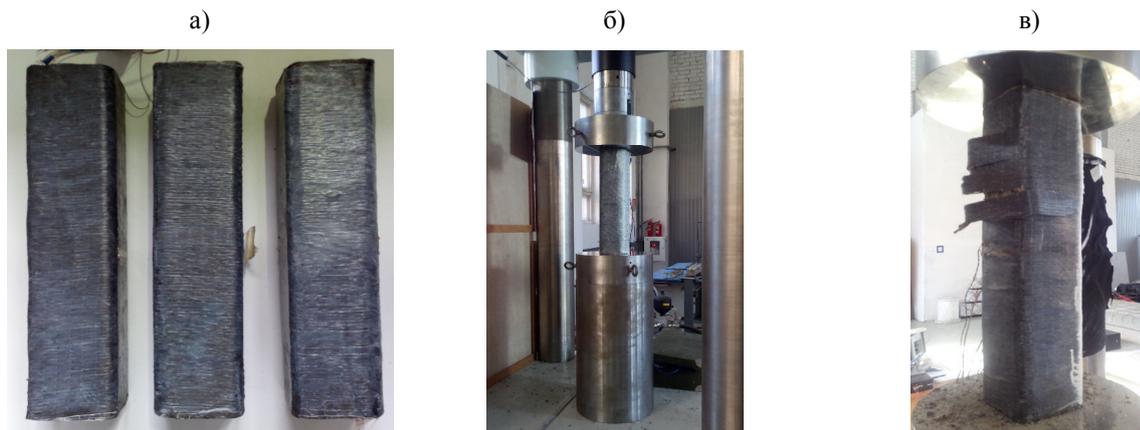


Рис. 3. Экспериментальные образцы: а) образцы серии ПБУ до испытания; б) общий вид испытания; в) общий вид разрушения образцов серии ПБУ

Проведённый сопоставительный анализ результатов инженерного расчета в соответствии с СП 164.1325800.2014 и результатов испытаний позволил сделать следующие выводы. При выполнении требований по обеспечению необходимого радиуса изгиба усиливаемого элемента и величины нахлёста (анкеровки) углеродной ткани разрушение усиленного бетонного элемента происходит в результате разрыва ткани и носит хрупкий характер. Усиление бетонных призм позволяет обеспечить увеличение предела прочности до 56,4%. Существующие методы инженерного расчета позволяют с удовлетворительной точностью вычислить предел прочности усиленных бетонных элементов. Причем расхождение экспериментальных данных с результатами инженерного расчета составляет 20% в сторону запаса по прочности.

Авторы выражают благодарность ООО «Зика» за предоставленные для исследования материалы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Omar Ahmed Farghal and Hesham Mohamed Ahmed Diab. Prediction of axial compressive strength of reinforced concrete circular short columns confined with carbon fiber reinforced polymer wrapping sheets. *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 32(19), 2013, pp. 1406–1418.
2. Olivová K., Bilčík J. Strengthening of concrete columns with CFRP. *Slovak journal of civil engineering* 1, 2009, pp. 1-9.
3. Turgay T., Polat Z., Koksal H.O., Doran B., Karakoc C. Compressive behavior of large-scale square reinforced concrete columns confined with carbon fiber reinforced polymer jackets. *Materials and Design* 31, 2010, pp. 357–364.
4. Turgay T., Koksal H.O., Polat Z., Karakoc C. Stress–strain model for concrete confined with CFRP jackets. *Materials and Design* 30, 2009, pp. 3243–3251.
5. Лесовик Р.В. Расчет усиления железобетонных колонн углеродной тканью / Р.В. Лесовик, С.В. Клюев // *Инновационные материалы и технологии*, 2010, С. 3-5.
6. Чернявский В. Л. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. – М.: ООО «ИнтерАква», 2006.

**РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ОПТИМАЛЬНОМУ ВЫБОРУ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ  
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА В УСЛОВИЯХ  
КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА**

Н.В. Гусакова, К.Э. Филюшина, О.И. Добрынина, Е.А. Жарова, Ю.А. Меркульева, А.С. Рунькова

Научный руководитель: профессор, д.э.н. Н.Н. Минаев

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [gusakovanata@mail.ru](mailto:gusakovanata@mail.ru)

**DEVELOPING AN APPROACH TO OPTIMAL CHOICE OF CONSTRUCTIVE SOLUTIONS  
LOW-RISE BUILDINGS TO BLOCK TYPE IN THE CONDITIONS OF CONTINENTAL  
CLIMATE**

Gusakova N.V., K.E. Filushina, O.I. Dobrynina, E.A. Zharova, J.A. Merkuleva, A.S. Runkova

Scientific Supervisor: Prof., DhD. N.N. Minaev

Tomsk State University of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [gusakovanata@mail.ru](mailto:gusakovanata@mail.ru)

***Abstract.** The article develops approaches to the optimal choice of the design solutions of low-rise buildings, blocked type in conditions of continental climate. An analysis of the use of this type of buildings and structures, justification of design decisions with requirements of efficiency, comfort and security of residence and economic efficiency as the design stage and during operation of buildings.*

Одной из главных причин неблагоприятной ситуации развития вновь осваиваемых территорий является низкий уровень комфортности проживания. В связи с этим, утверждён ряд программ [1-3], главная цель которых создать комфортные условия жизнедеятельности. В первую очередь планируется решить жилищную проблему для льготных категорий граждан и людей, нуждающихся в улучшении жилищных условий.

В строительной практике не учитывается жизненный цикл объекта и необходимость управления его эксплуатационными характеристиками, что вызывает удорожание строительства [5]. Следовательно, необходимо определить критерии для оптимального выбора конструктивных решений для малоэтажных зданий блокированного типа.

Предлагаемый вариант позволяет уйти от традиционных схем выбора ограждающих конструктивных решений и даёт возможность совершить оптимальный выбор с помощью трёх критериев (рис.1).

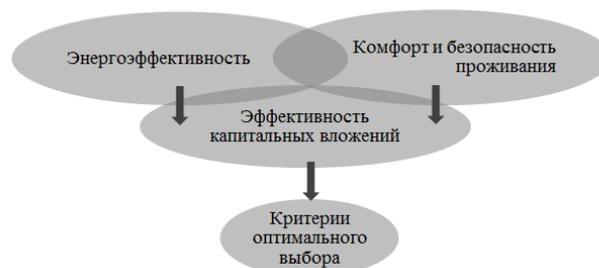


Рис.1. Критерии оптимального выбора конструктивных решений

На первой стадии определяем критерий энергоэффективности. Одной из важных задач энергосбережения является сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий [6], в основе которых заложена концепция конструктивного решения наружного ограждения, наилучшим образом обеспечивающая ресурсо- и энергосбережение.

Следующий критерий направлен на среду проживания: комфорт, уровень благоустройства и безопасность проживания в здании. Необходимо рациональное взаимное размещение энергоисточников и энергопотребителей, выбор и обоснование применения централизованных и децентрализованных систем инженерного оборудования. Критерий безопасности проживания, основные понятия которого, приведены в Федеральном законе устанавливает минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям [7].

Изначально, область наших исследований представляет территория континентального климата умеренного пояса, в которой наиболее востребованы малоэтажные здания блокированного типа с точки зрения социально-экономического развития.

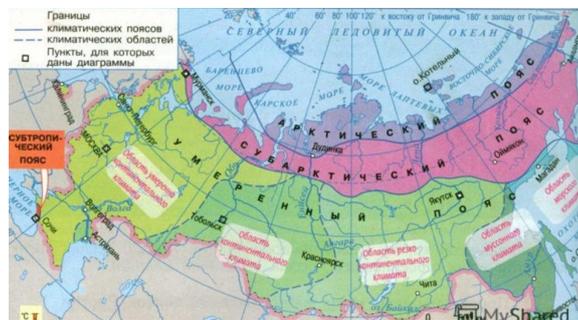


Рис. 2. Климатическое районирование РФ

Определение конкретной территории определяется путем совмещения карт климатического районирования (Рис.2), по зонам влажности (Рис.3) и по суммарной солнечной радиации (Рис.4) [9].

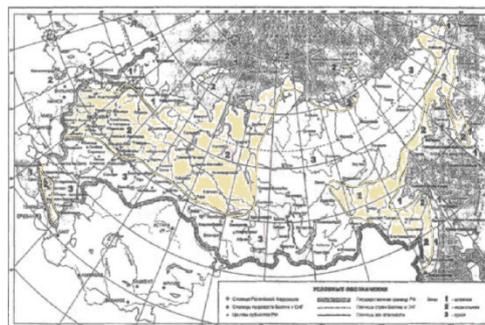


Рис. 3. Карта зон влажности РФ

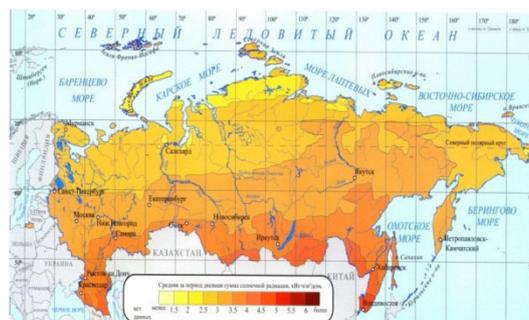


Рис. 4. Суммарная солнечная радиация на наклонную поверхность (год)

Заключительным этапом является критерий эффективности капитальных вложений. Сумма затрат на строительство и эксплуатацию здания, стоимость инженерных систем здания, позволит определить эффективность капитальных вложений в расчете на 1м<sup>2</sup>.

Комплексный подход к оптимальному выбору конструктивных решений позволит решить задачу формирования современного типа малоэтажного здания блокированного типа, отвечающего критериям энергоэффективности, комфорту и безопасности проживания, эффективности капитальных вложений, на основе всестороннего изучения вопросов, связанных с социальными, экономическими и природно-климатическими особенностями развития регионов.

**Статья выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации № МК-5341.2016.6 «Формирование концептуальной региональной модели управления интенсификацией процессов реализации проектов государственно-частного партнерства в малоэтажном строительстве с учетом требований энергетической эффективности»**

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 17.12.2010 N 1050 (ред. от 25.08.2015) «О федеральной целевой программе «Жилище» на 2015 - 2020 годы». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_155198/ca66285400958cfd50f3187b249b825e80ed335/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_155198/ca66285400958cfd50f3187b249b825e80ed335/) – 26.02.2016.
2. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 323 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_162177/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_162177/) – 26.02.2016.
3. Постановление Правительства РФ о федеральной целевой программе «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014 – 2017 годы и на период до 2020 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70319016/#review#ixzz3Wo5ssP1v> – 26.02.2016.
4. Гусакова Н.В., Морозова Л.А., Русакова О.О., Филюшина К.Э., Добрынина О.И. Исследование ценообразующих факторов в строительстве (в привязке к сибирскому федеральному округу) // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 1-1 (66-1). – С. 213-217.
5. Gusakova N.V. Feasibility study of building envelopes selection for low-rise construction / N.V. Gusakova, A.M. Gusakov // TSUAB2014 IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2015 – Vol. 71.
6. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) – 26.02.2016.
7. Попель О.С., Фрид С.Е., Коломиец Ю.Г., Кисилева С.В., Терехова Е.Н. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России. – ОИВТ РАН, 2010. – 54 с.

**ФАСАДНЫЕ СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ЭЛЕМЕНТАМИ АКТИВНОГО  
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, Ж.В. Ваганова

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.В. Петров

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: aleksei\_\_\_m@mail.ru

**FACADE TRANSLUCENT CONSTRUCTIONS WITH ELEMENTS OF ACTIVE POWER SAVING**

A.Y. Malinowsky, R.V. Budyansky, Zh.V. Vaganova

Scientific Supervisor: Associate Prof. Ph.D. E.V. Petrov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: aleksei\_\_\_m@mail.ru

***Abstract.** This article describes the different types of facade systems, carried out from the translucent walling, allowing for maximum insolation of premises of residential and public buildings. Also presents the advantages and disadvantages of facade glazing.*

Одним из основных направлений в нашей стране на современном этапе является снижение расхода тепловой энергии при эксплуатации жилых и общественных зданий. В настоящее время, по разным оценкам, до 50% вырабатываемой тепловой энергии в нашей стране расходуется именно на содержание гражданских и промышленных зданий [1–3], в то время как в зарубежных странах на энергопотребление зданий расходуется в 2–2,5 раза меньше тепловой энергии. Поэтому для снижения тепловых потерь необходимо применять различные способы по увеличению тепловой эффективности наружных ограждающих конструкций, в том числе и светопрозрачных конструкций, тепловые потери через которые составляют значительную долю от общих тепловых потерь здания [7–9].

В современном строительстве применяются следующие виды фасадных систем, выполняемых из светопрозрачных ограждающих конструкций [5, 6]. Одним из видов таких фасадов является стандартный фасад, выполненный по стоечно-ригельной системе, особенностью которого является то, что крепление основных конструкций осуществляется к каркасу, выполненному из стоек и ригелей, с помощью прижимного профиля с декоративными накладками различной формы. Прижимная планка крепится к стойке и ригелю, с установленным в ней эластичным полимерным уплотнителем. Прикрепляется она с помощью крепежных винтов, вкручиваемых в отведенные посадочные места с шагом 250–300 мм. В «теплых» фасадах крепежные винты проходят через вставку из термоизоляционного элемента, обычно изготавливаемого из полиамида. Данный элемент играет главную роль разрыва между внутренним теплом зоны фасада и наружным климатическим холодом. Ширина данного элемента зависит от ширины встраиваемого стеклопакета. Данный термоизоляционный элемент не будет устанавливаться в «холодных» фасадах. Сверху прижимных планок методом обычного защелкивания, крепятся декоративные накладки стоек и ригелей, форма которых может быть различной.

Структурный фасад представлен конструкциями, выполненными по принципу создания сплошной гладкой поверхности, разделение на части которых будет минимальным. При этом все элементы остекления данного фасада будут крепиться к несущей конструкции при помощи клея. Эти элементы навесных стоечно-ригельных систем полностью находятся за вертикальной плоскостью остекления. Конструкция структурного фасада должна быть такой, чтобы ее каркас был готов под монтаж фасада. Это значит, что зазоры между элементами остекления делаются минимальными и предназначены только для компенсации температурных колебаний соседних стеклопакетов или других фасадных элементов.

Псевдоструктурный фасад. В данных фасадах для крепления всех стеклопакетов установка дополнительных рамных конструкций не требуется. Здесь будет изменен сам принцип крепления стеклопакета: он крепится с помощью специальных поворотных зажимных клипс к стойкам и ригелям. При этом такой стеклопакет изготавливают особым способом: в его торцы по периметру монтируются специальные контурные рамки, являющиеся для поворотных зажимных клипс посадочными местами. Стыки между краями стеклопакетов герметизируются герметиком или герметизирующими профилями из резины, как и в структурных фасадах.

Полуструктурный фасад. Сочетает в себе как конструктивные, так и архитектурные черты структурного и стандартного фасада. Способ удерживания стекла в данных конструкциях такой же, как и в стандартном фасаде. Разница будет состоять в том, что прижимная планка специальной формы будет находиться внутри, а наружу будут выходить лишь, почти незаметные глазу, прижимные лапки, которые и будут поддерживать стекло и одновременно обеспечивать защиту краевых участков стеклопакетов. Высота лапок прижимной планки над плоскостью остекления лежит в пределах 3–5 мм.

Важно понимать, что светопрозрачные конструкции выполняют не только функцию ограждения, но и поглощения (либо отражения) светового тепла. В различных районах Российской Федерации такие конструкции являются средством сбережения электрической энергии, к тому же увеличивается визуальный контакт с окружающей средой не только отдельной части, но и всего здания в целом. Тогда возникает следующий вопрос, касающийся загрязнения остекленной поверхности фасада. Для защиты от частого загрязнения стеклопакета его покрывают специальным химическим составом, с помощью которого грязь на солнце распадается, а атмосферные осадки легко смывают остатки распавшихся частиц. Также, вес светопрозрачных фасадов будет напрямую зависеть от того, из какого материала будет изготовлен стеклопакет. Это может быть либо стекло, либо различные виды легкого и сверхлегкого пластика.

Таким образом, фасадное остекление и другие виды светопрозрачных конструкций имеют такие важные преимущества, как низкая теплопроводность и высокая звукоизоляция. Благодаря этим преимуществам, светопрозрачные конструкции будут обеспечивать такой эффект, как видимая прозрачность и «воздушность», прекрасно сочетаемая с прочностью конструкций. Использование таких материалов, как алюминий и стекло, хорошо противостоящих коррозии, воздействию кислот, не боящихся резких перепадов температуры и прямого солнечного света, гарантирует долговечность данных конструкций. К достоинствам стеклопрозрачных конструкций можно отнести пожаробезопасность, защита от атмосферных осадков, многообразие типов и форм, высокая светопропускная способность и многое другое. К недостаткам изделий из стекла относятся некоторые особенности материалов, которые могут быть использованы в их производстве. Например, алюминиевый

профиль недостаточно прочный и надежный для массивных светопрозрачных конструкций, поэтому, как правило, он включает стальные ребра жесткости. Деревянный профиль может деформироваться под воздействием осадков и прямых солнечных лучей, однако его своевременная пропитка специальными средствами поможет избежать таких изменений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев И.А., Степанова Т.А., Петров Е.В. Исследование теплотехнических характеристик светопрозрачных ограждающих конструкций // Избранные доклады 60-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Электронные текстовые данные]. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. – С. 111 – 115.
2. Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А. Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений // Научный вестник. – 2014. – № 1 (1). – С. 99 – 105.
3. Петров Е.В. Исследование теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. Приложение № 12. Проблемы строительства и архитектуры. Часть 1. – Новочеркасск. – 2006. – С. 122 – 125.
4. Петров Е.В., Терехов В.И., Низовцев М.И. Исследование обогрева межстекольного пространства при тройном остеклении // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2000. – № 1. – С. 221–227.
5. Городова М.С., Мурзин Д.В., Петров Е.В. Применение современных светопрозрачных ограждающих конструкций при строительстве зданий // Избранные доклады 61-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Электронные текстовые данные]. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. – С. 139 – 142.
6. Гныря А.И., Низовцев М.И., Петров Е.В., Терехов В.И. Использование обогрева межстекольного пространства для повышения теплотехнических характеристик окон с тройным остеклением // Строительные материалы. – 2000. – № 11. – С. 10 – 12.
7. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2000. – 22 с.
8. Петров Е.В. Исследование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Инновационные технологии и экономика в машиностроении: сборник трудов V Международной научно-практической конференции: в 2-х томах / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – Т.2. – С. 227 – 230.
9. Полезная модель 24495 РФ, МКИ Е 06 В 3/66. Оконный блок / А.И. Гныря, Е.В. Петров, В.И. Терехов, М.И. Низовцев (РФ). – 2002101784/20; Заявлено 21.01.2002; Опубл. 10.08.2002; Приоритет 21.01.2002, Бюл. № 22 // Изобретения. Полезные модели. – 2002. – № 22. – С. 647.
10. Качаева С.Г., Петров Е.В. Особенности выбора и применения штукатурных смесей для производства работ при устройстве примыканий оконных конструкций // Перспективные материалы в технике и строительстве: Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием (ПМТС–2015) [Электронные текстовые данные]. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2015. – С. 450 – 453.

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОГО ТЕЧЕНИЯ ВБЛИЗИ ДВУХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ  
МОДЕЛЕЙ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ОДНОЙ ЛИНИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ВОЗДУШНОГО  
ПОТОКА**

Ж.В. Ваганова, С.В. Коробков, А.А. Кошин

Научный руководитель: старший преподаватель А.А. Кошин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [zhanna.vaganova@mail.ru](mailto:zhanna.vaganova@mail.ru)

***VISUALIZATION OF THE AIR CURRENT NEAR TWO EXPERIMENTAL MODELS, LOCATED ON  
THE SAME LINE APPARENT TO THE WIND FLOW***

Zh.V. Vaganova, S.V. Korobkov, A.A. Koshin

Scientific Supervisor: Senior Lecturer A.A. Koshin

Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [zhanna.vaganova@mail.ru](mailto:zhanna.vaganova@mail.ru)

**Abstract.** *This article provides an overview of completed visualization, produced by experimental with sage and oil mixture for a detailed study of aerodynamic characteristics of the wind flow. A square prism made of Plexiglas were used as an experimental patterns. These studies summarize the behavior of the air flow in buildings tandem, which are arranged linearly.*

В последние десятилетия нашего времени особое внимание уделяют строительству не только большепролетных, но и высотных зданий и сооружений. В связи с этим возникает множество вопросов в проектировании геометрии здания, фасада, кровли, вентиляции и т.д. Одним из немаловажных пунктов является действие ветрового потока на фасады зданий и характер его распределения. Поэтому был выполнен ряд экспериментальных исследований с тандемом моделей зданий, расположенных линейно.

Этапом на пути исследования аэродинамических характеристик воздушного потока вблизи тандема призм послужило проведение сажемасляной визуализации. Модели для выполнения данной части экспериментов были выполнены из органического стекла, толщиной 3 мм. Призмы были установлены на восьмигранную подложку из того же материала. Минимальный размер подложки составляет 350 мм, что позволяет избежать значительных возмущений в воздушном потоке вблизи модели и исключить наличие дополнительных стабилизаторов потока. Тандемы квадратных призм выполнялись высотой  $H = 300$  мм и размерами поперечного сечения  $a = 50$  мм. Калибром  $D$  является отношение  $L_i/a$ , где  $L_i$  является расстоянием между левыми крайними гранями испытуемых призм, а  $a$  – шириной квадратного сечения модели. Для данного эксперимента возьмем калибры  $D=1; 1,5; 2; 2,5; 3$  (рис. 1), где, соответственно,  $L_i/a=50/50; 75/50; 100/50; 125/50; 150/50$ .

Для сажемаслянной визуализации использовалась высокоподвижная смесь керосина и типографской краски. Нанесение смеси на поверхность производилось кистью. Затем исследуемая модель помещалась в рабочую камеру аэродинамической трубы. В трубе устанавливался необходимый аэродинамический

режим воздушного потока. Эксперимент продолжался до тех пор, пока не появлялась четко видимая характерная картина обтекания модели потоком воздуха.

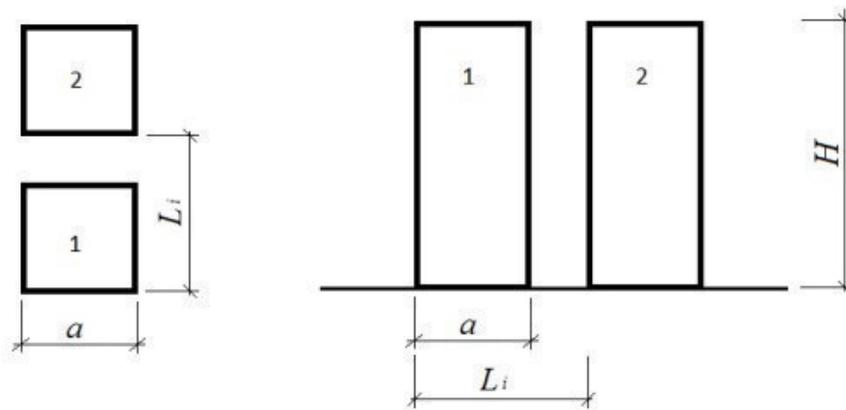


Рис.1. Расположение моделей для сажемасляной визуализации на подложке: угол атаки воздушного потока  $90^\circ$

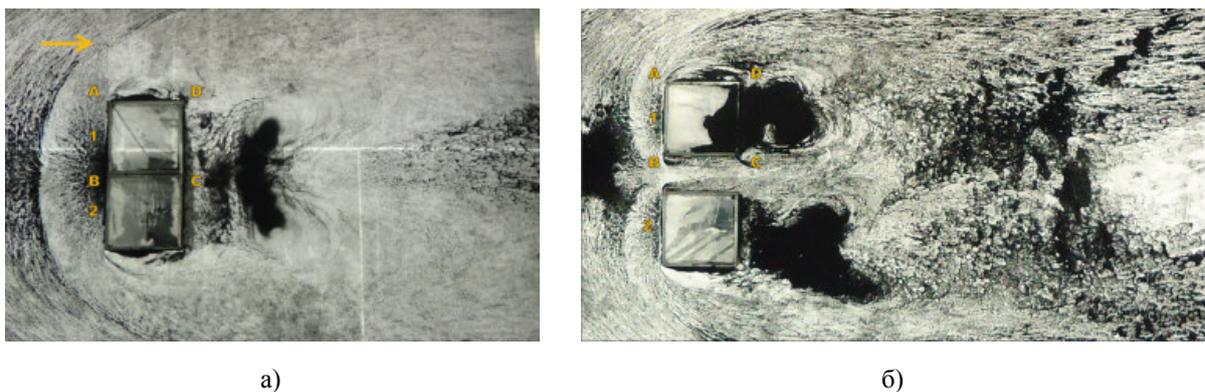


Рис. 2. Визуализация течения воздуха вблизи тандема моделей зданий при поперечном смещении: а)  $D=1$ , б)  $D=1,5$  и угле атаки воздушного потока  $90^\circ$

При смещении  $D = 1$  (рис.2, а) хорошо заметно, что поток воздуха захватывает незначительную часть кармовых граней двух экспериментальных моделей и начинает завихряться на крайне большом расстоянии от них. Это связано с наличием отрывной струи и поджатием воздуха. Так же максимальная отрывная струя наблюдается в тандеме моделей при положении  $D=2,5$ , но при этом, расстояние значительно меньше. При калибре  $D=1,5$  (рис.2, б) ярко выражены следы вихревых потоков, в результате незначительного ускорения ветра, здесь же почти не наблюдается граница воздушных потоков между моделями.

При смещениях  $D=2$  и  $2,5$  (рис. 3,а и 3,б) явно наблюдается разделение потока – появление отрывной струи вдоль боковых граней, что нельзя сказать о смещении  $D=3$ , так как при данных калибрах (рис.3, в) ускорение воздушного течения ветрового потока достигает максимальных отметок.

Смещение калибром  $D=3$  (рис.3, в) приводит к формированию воздушного течения вокруг моделей подобно подковообразному вихрю. Зона рециркуляции за моделями имеет характерные особенности, присущие отдельно стоящей модели. Отметим то, что при положении  $D=2$  и  $1,5$  две модели имеют два

следа, накладываемых друг на друга, что не характерно для положений  $D=2,5$  и 3. По мере увеличения расстояния, модели перестают друг от друга зависеть, а точнее, перестают влиять на ветровую нагрузку близ стоящих моделей.



а)

б)

в)

*Рис. 3. Визуализация течения воздуха вблизи тандема моделей зданий при поперечном смещении:  
а)  $D=2$ , б)  $D=2,5$  в)  $D=3$  и угле атаки воздушного потока  $90^\circ$*

Итак, сделаем вывод выполненных экспериментов: чем меньше смещение двух моделей зданий, тем больше образуется поджатие воздушного потока обеих моделей, также, по мере увеличения расстояния между призмами начинает ярко выражаться отрывная струя ветрового течения, что характеризует увеличение скорости ветрового потока. Как только расстояние между моделями начнет достигать максимальных размеров, так постепенно скорость ветрового потока начинает уменьшаться, и каждая исследуемая модель начинает вести себя как отдельно стоящая.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meinders, E.R., K. Hanjalic Vortex structure and heat transfer in turbulent flow over a wall-mounted matrix of cubes // Int. J Heat Mass Transfer. – 1999. – P. 255–267.
2. Мокшин, Д.И., Коробков С.В. Структура течения воздушного потока ряда квадратных призм при нелинейном их расположении // Наука третьего тысячелетия: сб. статей Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 34–38.
3. Терехов, В.И., Гныря А.И., Коробков С.В. Структура течения и теплообмен от одиночного куба, расположенного на поверхности при различных углах атаки // Теплофизика и аэромеханика. – 2010. – Т. 17. – № 4. – С. 521–533.
4. Дорошенко С.А., Дорошенко А.В., Орехов Г.В. Определение ветровой нагрузки на трехмерные конструкции с помощью моделирования в аэродинамической трубе // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 69–74.
5. Гныря А.И., Коробков С.В., Мокшин Д.И., Кошин А.А., Терехов В.И. Ветровое давление в тандеме моделей зданий при их нелинейном расположении // Энерго-и ресурсоэффективность малоэтажных жилых зданий: Матер. науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 24-26 марта 2015 г. – Новосибирск: Изд-во Института теплофизики СО РАН. 2015. С. 71–74.

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ СЕЧЕНИЯ  
ДВУТАВРОВОЙ БАЛКИ, ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ ИЗ СТАЛЬНОГО ЛИСТА**

Н.В. Софиенко, Н.Н. Пелярчук, Л.Е. Пугеева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Б.А. Тухфатуллин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, Соляная пл., 2, 634003

E-mail: [nata.sofienko@yandex.ru](mailto:nata.sofienko@yandex.ru)

**THE PROBLEM OF OPTIMAL LAYOUT SECTION  
I-BEAMS, MANUFACTURED FROM STEEL SHEET**

N.V. Sofienko, N.N. Pelyarchuk, L.E. Puteeva

Scientific Supervisor: Associate Professor, PhD B.A. Tukhfatullin

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [nata.sofienko@yandex.ru](mailto:nata.sofienko@yandex.ru)

***Abstract.** The problem of optimum layout of a beam cross section in the form of composite I-beams from a steel sheet of given width and thickness has been considered. The problem is solved in three variants. The width upper shelve are set and does not variable, searches for the optimal height of the wall and the width of the bottom shelf. Walls vary both the height and width of the shelves, provided that the upper shelf is made of a double sheet. Width of the upper flange of doubles thickness and varies not specified, searches for the optimal height of the wall and the width of the bottom shelf. The analysis of the results has been fulfilled.*

В настоящее время при возведении зданий и сооружений различного назначения в качестве несущих элементов все чаще используются стальные каркасы. Наиболее распространенной формой поперечного сечения является прокатный, либо составной двутавр. Многие интересные факты зарождения и эволюции «конструктивной формы номер один» изложены в работе [1]. Вопросам оптимизации конструкций из стальных двутавров посвящено большое количество работ, например [2–6]. Задача оптимизации двутаврового составного сечения балки, изготавливаемой из листа стали заданной ширины и толщины, решена в работе [7]. Авторами [7] определены оптимальные соотношения между шириной полки и высотой стенки сечения наибольшей прочности при одинаковой толщине всех его элементов. Из литературы по проектированию стальных конструкций [8] известно, что при оптимальном распределении материала по сечению толщина стенки существенно меньше толщин полок. В связи с этим в [7] также решена задача, в которой верхняя и нижняя полки изготавливаются из удвоенного листа при соблюдении условия симметрии сечения относительно обеих осей.

Для подкрановых балок промышленных зданий размеры верхнего и нижнего пояса могут различаться. В мостовых конструкциях с цельнометаллическими и сталежелезобетонными пролётными строениями поперечные двутавровые сечения с двумя осями симметрии, как правило, не применяются. В сталежелезобетонных мостах размеры верхней полки задаются из условия сопряжения стальной балки с железобетонной плитой, размеры нижней полки варьируются; она может состоять из пакета

горизонтальных листов. Целью настоящего исследования является решение задачи оптимального «раскрой» стального листа заданной ширины и толщины в трёх вариантах:

- 1) ширина верхней полки задана и не варьируется, отыскивается оптимальная высота стенки и ширина нижней полки;
- 2) варьируются высота стенки и ширина обеих полок, при условии, что верхняя полка изготавливается из двойного листа;
- 3) ширина верхней полки удвоенной толщины задана и не варьируется, отыскивается оптимальная высота стенки и ширина нижней полки.

Под оптимальным понимается сечение, имеющее максимальный момент сопротивления.

При решении поставленной задачи нами были записаны формулы для вычисления геометрических характеристик [9] составного двутаврового сечения: площади, статического момента площади, координаты центра тяжести, осевых моментов инерции, радиусов инерции и момента сопротивления. Все формулы записывались в функции от размеров листов, составляющих сечение. Для каждого варианта компоновки назначалась высота стенки двутавра, варьируемые размеры определялись из постановки задачи. Затем высота стенки изменялась с заранее заданным шагом до максимально возможного значения. Алгоритм поиска размеров оптимального сечения реализован в компьютерной программе, составленной на языке Object Pascal в среде визуального программирования Borland Delphi [10]. Окна программы представлены на рис. 1.

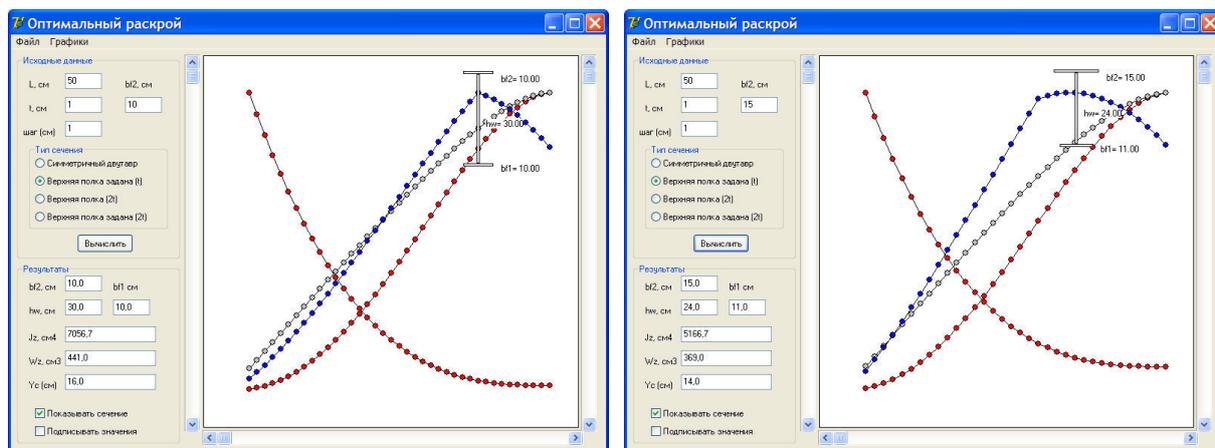


Рис. 1. Окна программы поиска оптимальных размеров двутаврового сечения

После выбора типа решаемой задачи в программе строятся графики изменения координаты центра тяжести сечения  $Y_C$ ; моментов инерции в плоскости и из плоскости сечения  $J_Z$ ,  $J_Y$ ; радиусов инерции  $i_Z$  и  $i_Y$ , момента сопротивления  $W_Z$ . Предусмотрена возможность построения графика функции  $\frac{S_Z}{J_Z \cdot t}$ , отражающей способность сечения сопротивляться деформациям сдвига. Реализованный алгоритм позволяет назначать размеры поперечного сечения исходя из обеспечения какого-либо одного из условий: максимальной прочности по нормальным напряжениям, максимальной жёсткости, максимальной прочности на срез, равноустойчивости стержня в обеих плоскостях.

**Анализ полученных результатов показал:**

1. Во всех вариантах постановки задачи удаётся отыскать сечение, обладающее максимальным моментом сопротивления; при этом сечение не вырождается в тавр или в лист.
2. При поиске сечения максимальной жёсткости, либо максимальной прочности на срез, ширина варьруемой полки стремится к нулю, сечение вырождается в тавр. При варьировании шириной обеих полок сечение вырождается в лист.
3. В первом варианте постановки задачи оптимальное по прочности решение реализуется на одинаковой ширине полок, при условии, что заданная ширина полки составляет четверть или менее заданной ширины листа. При нарушении этого условия оптимальное решение не симметрично. Таким образом, равенство расходуемого на стенку и обе полки материала является условием, разделяющим симметричное и несимметричное решения.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Перельмутер А.В. Конструктивная форма номер один // Металлические конструкции. – 2012. – № 1. – С. 27–39.
2. Гордеев В.Н. Элементарные задачи оптимизации двутавра // Сборник научных трудов УкрНИИпроектстальконструкции. – 2009. – выпуск 3. – С. 27–48.
3. Юрченков И.А. Программа для расчета оптимальной формы сварного составного двутавра // Сборник трудов аспирантов и магистрантов ННГАСУ – Нижний Новгород : Изд-во ННГАСУ, 2010. – С. 121–124.
4. Серпик И.Н., Алексейцев А.В., Швыряев М.В. Параметрическая оптимизация стальных балочных клеток // Безопасность зданий и сооружений. – 2013. – № 4 (48). – С. 43–50.
5. Гребенюк Г.И., Гаврилов А.А., Яньков Е.В. Расчет и оптимизация неразрезной балки тонкостенного профиля // Известия вузов. Строительство. – 2013. – № 7. – С. 3–11.
6. Путеева Л.Е., Тухфатуллин Б.А., Рыльский Д.С. Оптимальное проектирование сжато-изгибаемого стержня с сечением в виде составного двутавра // «Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства : материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного мелиоратора РФ И.С. Алексейко». – Благовещенск : Изд-во БГАУ, 2015. – С. 308–311.
7. Люлевич Я.С., Жумакулов М.Н., Ляхович Л.С. Оптимизация двутаврового составного сечения балки, изготавливаемого из листа стали заданной ширины и толщины // Материалы 60-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых учёных [Электрон. текстовые дан.]. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – С. 121–125.
8. Металлические конструкции : учебник для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Ю.И. Кудишина. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 688 с.
9. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов : учеб. для вузов. – М. : Изд-во МТУ, 2001. – 592 с.
10. Архангельский А.Я. Программирование в Delphi 7. – М. : ООО «Бином-Пресс», 2003. – 1152 с.

**СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ШАНХАЙСКОЙ БАШНИ**

Е.Ю. Есин,

Научный руководитель: доцент, к.э.н. И. Р. Салагор  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, Соляная пл., 2, 634003  
E-mail: esineugene777@gmail.com

**SYSTEMATIC MONITORING OF STRUCTURAL PERFORMANCE FOR THE SHANGHAI TOWER**

E.Yu. Esin,

Scientific Supervisor: PhD, A/ Professor I.R. Salagor  
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia, Solyanaya Sq., 2, 634003  
E-mail: esineugene777@gmail.com

***Abstract.** This paper discusses a sophisticated structural performance monitoring system designed for the Shanghai Tower, the tallest skyscraper in China. Preliminary monitoring data, including vertical settlement, levelness, horizontal displacement, and strain/stress, are presented and discussed. The one-year monitoring exercise during the construction stage shows the satisfactory performance of the strain sensors and the data acquisition system. The long-term monitoring system provides an opportunity for the comprehensive investigation of the structural performance of supertall buildings during actual construction and service conditions.*

В последние десятилетия во всем мире возведено большое количество сверхвысоких зданий и сооружений, при этом большинство из них построено в Азии. Новое поколение сверхвысоких зданий являются более гибкими и эффектными по внешнему виду, форме и конструкции, что создает особые проблемы для их безопасности и производительности.

Для исследования эксплуатационных характеристик сверхвысоких зданий при различных условиях нагружения в настоящее время принято использовать численный анализ и масштабные лабораторные эксперименты. Тем не менее, действительные эксплуатационные характеристики сверхвысоких зданий в реальных условиях являются ключевым вопросом, который не был подробно исследован из-за недостаточного опыта проектирования сверхвысоких зданий. Таким образом, эксплуатационные характеристики должны контролироваться в режиме реального времени, чтобы обеспечить безопасность и удобство обслуживания во время строительства и эксплуатации.

Этап возведения здания имеет решающее значение, так как недостатки в ходе строительства приводят к дополнительным напряжениям и остаточным деформациям в период эксплуатации. Численный анализ широко используется для прогнозирования механического поведения конструкций в процессе строительства, систематический мониторинг при строительстве сверхвысоких зданий по-прежнему ограничен.

Рассмотрим основные этапы систематического мониторинга напряженно-деформированного состояния конструкций на примере Шанхайской башни (г. Шанхай, Китай) – сверхвысокого небоскреба

высотой 632 м, строительство которого было завершено в 2015 г. Здание является первым по высоте в Китае и третьим в мире свободно стоящим сооружением, после башни «Небесное дерево» в Токио (634 м) и «Бурдж Халифа» (828 м) в Дубае [1].

Конструкция башни состоит из ядра, мега-каркаса и шести уровней аутригеров, которые соединяют ядро и мега-каркас башни. Большая высота и сложная конструктивная конфигурация башни обусловила необходимость всесторонних полномасштабных исследований эксплуатационных характеристик при воздействии статических нагрузок, сильных ветров, землетрясений и температурных воздействий.

Ключевыми особенностями системы мониторинга являются следующие:

- 1) одновременная установка датчиков и систем сбора данных с конструкциями башни для записи начальных значений;
- 2) измерение осадок и перемещения конструкций на различных этапах строительства;
- 3) постоянное измерение ветровых нагрузок на конструкцию фасада через 27 датчиков давления ветра;
- 4) измерение наклона конструкций и определение колебаний (покачиваний) конструкций на разных высотах с использованием 40 инклинометров.

Сенсорная система отвечает за сбор исходных данных от различных датчиков и состоит из более чем 400 датчиков 11 различных типов, предназначенных для сбора данных в режиме реального времени (таблица 1).

Таблица 1

Список датчиков в системе мониторинга

№ п./п	Тип датчика	Предмет мониторинга	Кол-во датчиков
1	Сейсмограф	Землетрясение	2
2	Анемометр	Скорость и направление ветра	1
3	Датчик давления ветра	Давление ветра	27
4	Акселерометр	Ускорение	71
5	Инклинометр (датчики положения)	Элементы конструкций	40
6	Термометр	Температура воздуха и конструкций	75
7	Тензометр	Напряженно-деформированное состояние конструкции	209
8	Глобальная система позиционирования на местности	Перемещение; сдвиг; смещение	3
9	Общее местоположение	Перемещения, уровень и осадка	2
10	Цифровой уровень	Уровень пола	1
11	Цифровая видео камера	Перемещение	1
<b>Всего:</b>			<b>432</b>

Данные датчики мониторинга предназначены для контроля трех основных параметров:

- 1) нагрузки (температурные, ветровые, сейсмические);
- 2) изменение состояния конструкций и их критические напряжения (наклона, смещения, деформации, ускорение, а также расчетные нагрузки);
- 3) воздействия на окружающую среду.

Главный конструктор Шанхайской башни Торнтон Томасетти (Thornton Tomasetti) разработал простую, безопасную и экономичную конструктивную систему, которая позволила создать

инновационную архитектурную форму здания с двойным фасадом. Здание было разделено на 9 отдельных зон по высоте, которые разделены на 8 упрочняющих этажей между ними. Структурная система Шанхайской башни содержит ядро, внешние мегаколонны и шесть уровней связевых ферм (аутригеров) на зонах 2, 4, 5, 6, 7 и 8 между ядром и мегаколонной. Компоновка датчиков показана на рис. 1.

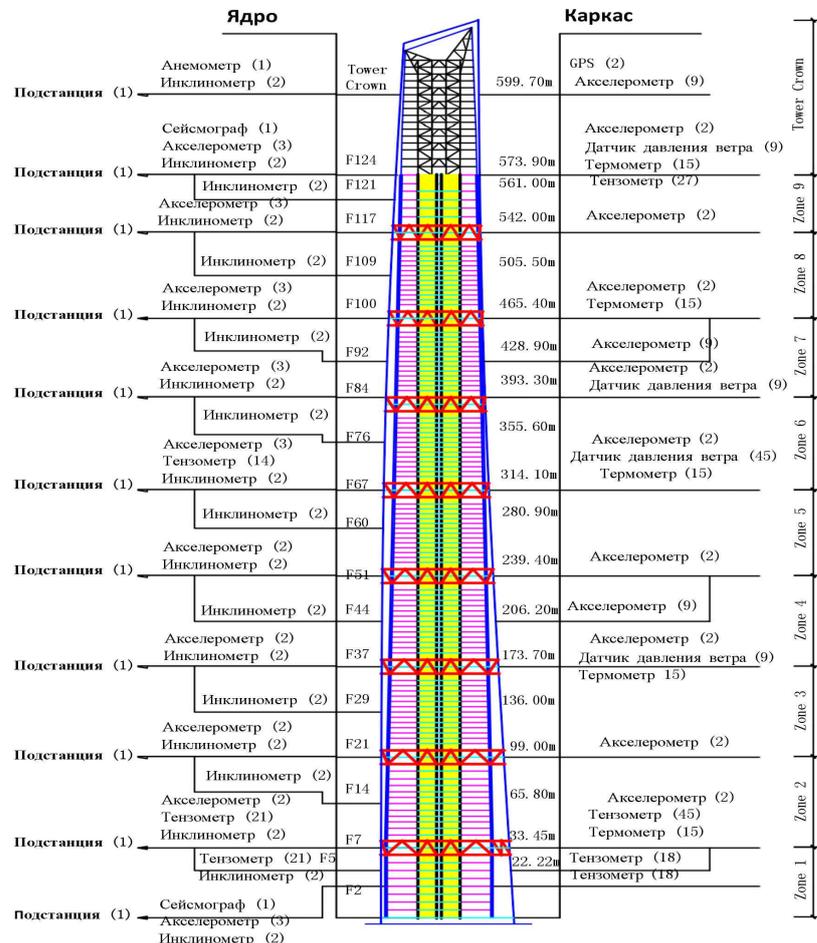


Рис. 1. Схема компоновки датчиков (рис. с сайта: <http://ira.lib.polyu.edu.hk/>)

Система мониторинга в долгосрочной перспективе дает возможность для всестороннего исследования структурной производительности сверхвысоких зданий во время строительства и эксплуатации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Небоскребы Шанхая: Шанхайская башня (Shanghai Tower) : [Электронный ресурс] : URL: <http://infoglaz.ru/?p=67504> (дата обращения: 01.03.16).
2. Zhaoa, X., Dingl, J. M., Suna, H.H. Structural Design of Shanghai Tower for Wind Loads / X. Zhaoa, J.M. Dingl, H.H. Suna // The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. – Published by Elsevier Ltd, 2011. : [Электронный ресурс]: URL: <http://ira.lib.polyu.edu.hk/> (дата обращения: 10.03.16).

**ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
СО СМЕШАННЫМ АРМИРОВАНИЕМ**

И. А. Зайцев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Д.Г. Уткин

Томский государственный архитектурно-строительный университет

634003, Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: [west\\_mclaren\\_mercedes@mail.ru](mailto:west_mclaren_mercedes@mail.ru)

**STRENGTH AND DEFORMABILITY OF BEND FERROCONCRETE ELEMENTS WITH MIXED  
REINFORCEMENT**

I.A.Zaytsev

Scientific Supervisor: Assistant Professor, Cand. D.G. Utkin

Tomsk State University of Architecture and Building

634003, Russian Federation, Tomsk, Solyanaya sq., 2

E-mail: [west\\_mclaren\\_mercedes@mail.ru](mailto:west_mclaren_mercedes@mail.ru)

***Abstract.** Calculation of bearing capacity of reinforced concrete bent elements with the use of steel fibers in the compressed section area and free of tension high reinforcement in the tension zone section under static and short dynamic uploading, revealing the features of the work of such elements.*

В последние годы все чаще возникает необходимость учитывать при расчете и проектировании несущих строительных конструкций возможность воздействия на них кратковременных динамических нагрузок аварийного характера. Такие нагрузки могут вызвать значительные деформации конструкций, их разрушение, что может привести к значительным материальным потерям, травмам и гибели людей.

Одним из новых и эффективных строительных материалов, деформативные и прочностные свойства которого были исследованы и проанализированы различными российскими и зарубежными учеными[1,2], является сталефибробетон.

Метод расчёта сталефиброжелезобетонных элементов по двум группам предельных состояний, представленный в СП 52-104-2009 «Сталефибробетонные конструкции» [3] подразумевает расчёт статически нагруженных элементов. Таким образом, задача изучения влияния смешанного армирования на работу изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов при кратковременном динамическом нагружении остаётся достаточно актуальной при расчете и проектировании экономически выгодных и надежных несущих конструкций.

В рамках теоретических исследований авторами статьи были рассчитаны изгибаемые железобетонные элементы с зонным сталефибровым армированием сжатой зоны сечения. В качестве растянутых рабочих стержней была применена высокопрочная арматура классов А800 и Вр1200 без предварительного напряжения и арматура класса А400. Модель балки с использованием комбинированного армирования представлена на рис. 1.

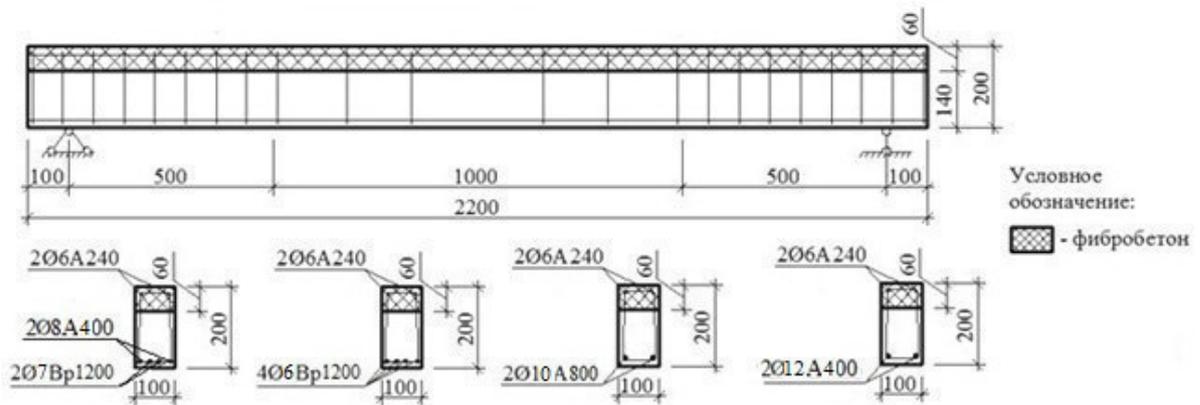


Рис. 1. Программа теоретических исследований и конструкции экспериментальных образцов

Полученные значения несущего момента и высоты сжатой зоны представлены на рис. 2 и 3:

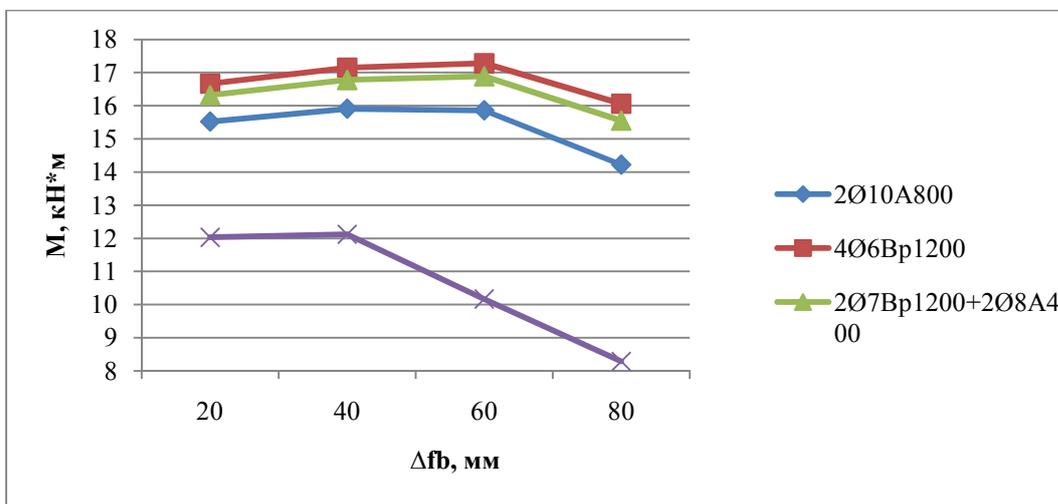


Рис. 2. Результаты расчёта балки при статическом нагружении

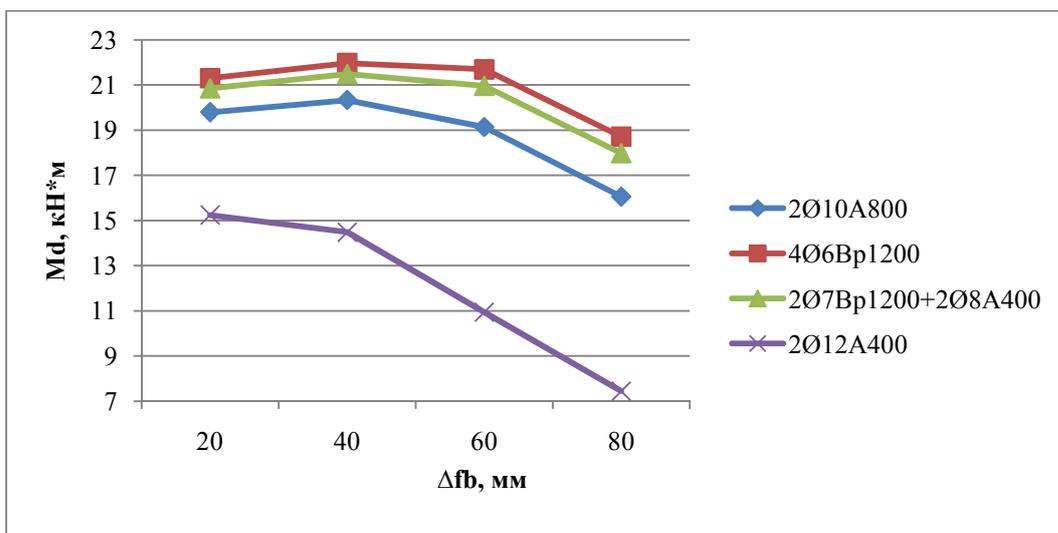


Рис. 3. Результаты расчёта балки при динамическом нагружении

В целях исследования деформативности железобетонных балок со смешанным армированием была рассчитана модель балки с использованием зонного фибрового армирования, равного 20 мм, в сжатой зоне сечения и высокопрочной арматуры класса А800 в растянутой зоне сечения при статическом нагружении. Полученные в результате расчёта в ПК SCAD представленные выше модели балки перемещения представлены на рис.4:

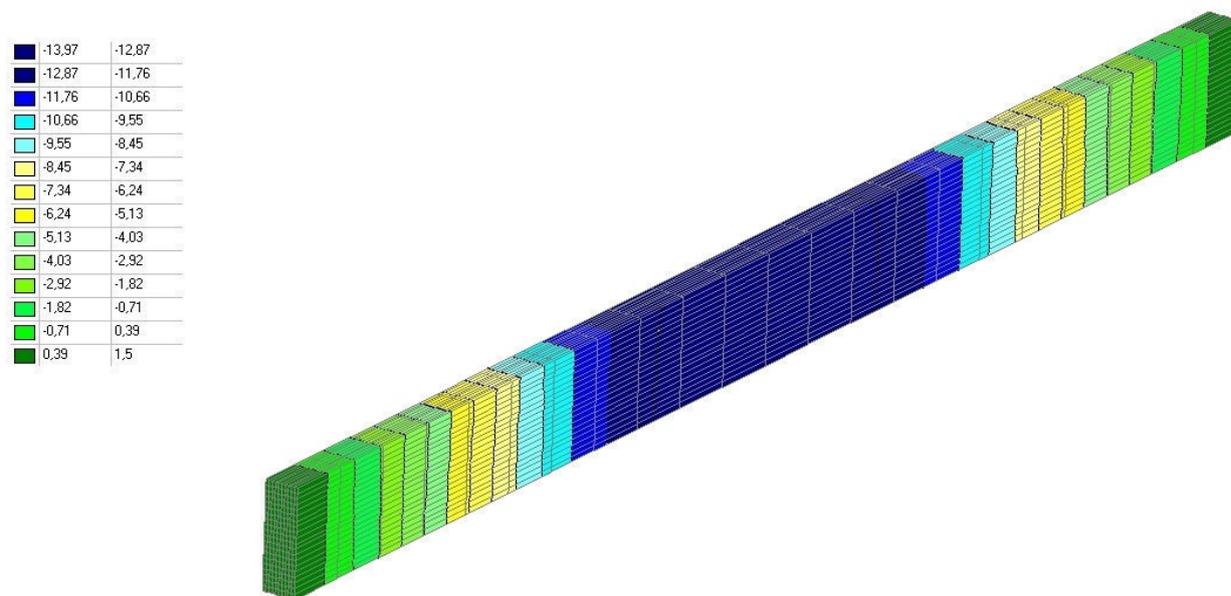


Рис. 4. Отображение изополей и изолиний перемещений балки

По итогам, полученным в результате расчёта железобетонной балки с комбинированным армированием следует вывод, что при увеличении зоны фибрового армирования с 20 мм до 80 мм максимальный показатель несущей способности данного элемента при статическом нагружении достигается при величине зонного фибрового армирования, равного 60 мм, а при кратковременном динамическом нагружении - 40 мм.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции / Ф.Н. Рабинович // М.: Изд-во АСВ, Москва – 2004. - 560 с.
2. Уткин Д.Г. Деформирование изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов со смешанным армированием при кратковременном динамическом нагружении / Д.Г. Уткин // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета №5-2015. Научно-технический журнал. Томск 2015. с. 80-89.
3. СП 52-104-2009 Сталефибробетонные конструкции. М., НИИЖБ – филиал ФГУП «НИЦ Строительство» Росстроя России, 2010г., 89с

**МИП ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВОК**

А.С. Петрусёв

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Б.В. Лукутин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [science-alex@mail.ru](mailto:science-alex@mail.ru)

**ABSTRACT TITLE: TIMES NEW ROMAN, 10 PT, BOLD**

I.I. Ivanov, P.P. Petrov, M.A. Kuleshov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. Yu.Yu. Mikhailov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: [ivanov@tpu.ru](mailto:ivanov@tpu.ru)

***Abstract.** Currently, a significant part of our country's area is not covered by centralized power supply. In these areas diesel electric power plants are mainly used. They are characterized by relatively high cost of electricity generated. Taking into account the sufficient solar energy potential of energy isolated regions, the use of solar energy for electric power supply becomes very important. It is necessary to use devices to reduce the cost of solar installations and increase their efficiency - solar tracker and acrylic concentrator.*

**Введение**

На данный момент на 70% территории России отсутствует централизованное электроснабжение. В данных районах проживает порядка 20 млн. человек, которые пользуются в основном дизельными генераторами. Стоимость вырабатываемой дизельными установками электроэнергии может быть крайне высокой и достигать свыше 50 руб. за кВт·ч, что связано в основном с трудоёмкостью доставки топлива в некоторые районы. Это говорит о необходимости использования в таких областях альтернативных источников энергии, в частности солнечной. Данный вид энергии имеет весомые перспективы в нашей стране, но на данный момент солнечные установки имеют два значительных минуса – относительно невысокую эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую в течение дня и довольно высокую стоимость солнечных элементов.

**Акриловый концентратор**

Единственным способом значительно снизить себестоимость энергии, вырабатываемой солнечными элементами, является установка концентратора. Концентратор представляет собой устройство, осуществляющее сбор солнечного потока с большей площади и направляя его на солнечные элементы с меньшей площадью. Основные типы концентраторов, представленные в данный момент на рынке это зеркала с формой тел вращения (параболические зеркала), фокусирующие линзы (линзы Френеля) и системы зеркал.

Но данные концентраторы имеют ряд весомых недостатков, которые ограничивают их массовое распространение. Для параболических концентраторов это, в первую очередь, крайняя массивность и громоздкость, а также проблемы с эксплуатацией – из-за чашеобразной формы концентратора в нём скапливаются атмосферные осадки, а конденсат внутри резко снижает эффективность работы.

Для решения первой проблемы предложено использовать акриловый концентратор, который описан в [1]. Он представляет собой оптическую систему, выполненную преимущественно из акрила.

Концентратор выполнен таким образом, что лучи, падающие на его поверхность, в результате серий преломления и полного внутреннего отражения перенаправляются в торцы, на которых расположены небольшие фотоэлементы.

Данный концентратор имеет ряд преимуществ в сравнении со своими аналогами:

- Низкие массогабаритные характеристики
- Отсутствия скопления конденсата на поверхности
- Широкая диаграмма направленности на солнце
- Отсутствие необходимости в мощных системах охлаждения

Он позволит снизить приблизительно в 5 раз объём необходимых фотоэлементов при той же выходной мощности, что значительно снизит стоимость системы в целом. Но для работы данного концентратора необходим солнечный трекер.

#### **Солнечный трекер**

Солнечный трекер – устройство, периодически ориентирующая солнечные панели или концентратор на солнце, в результате чего большее количество солнечных лучей достигают поверхности и вырабатывается больше электроэнергии.

При использовании солнечного трекера вырабатываемая в течение дня солнечными панелями мощность повышается примерно на 30% [2]. Особенно заметен прирост в утренние и вечерние часы, которые как раз приходятся на пик электропотребления. Поэтому солнечный трекер эффективен не только для концентраторов, но и для стандартных солнечных панелей.

В работе предложена реализация солнечного трекера, имеющего преимущества в сравнении со своими аналогами.

Благодаря разработанной управляющей плате без использования микроконтроллеров в качестве электропривода можно использовать коллекторный двигатель постоянного тока, поэтому питание электропривода осуществляется напрямую от аккумуляторной батареи, которая заряжается от солнечных панелей. Отсутствие инвертора для питания трекера делает систему проще и дешевле. На управляющей плате также реализован способ регулировки времени между включениями и ручной настройки панелей в определённом направлении. Предлагаемые для трекера концевые выключатели обеспечивают большой угол поворота, позволяя эффективнее работать в утренние и вечерние часы. При этом простота конструкции и отсутствие программируемых частей задаёт высокий срок службы с низкой стоимостью сервисного обслуживания.

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований с помощью экспериментальной модели солнечной установки [2], создана полноразмерная установка номинальной мощностью 190 Вт.

Для выбора электропривода поворотного механизма произведён расчёт максимального момента вращения используемой солнечной батареи. Получено, что выходной вал электропривода должен выдерживать максимальный момент вращения не менее 14,56 Н·м [3].

Собранный электропривод размещается в центре корпуса солнечного трекера. Ведомый вал червячного редуктора закрепляется в верхней части корпуса и соединяется с радиально упорным подшипником, воспринимающим основную нагрузку размещённых сверху солнечных панелей.

Предлагаемый солнечный трекер имеет автоматическую ориентацию солнечных панелей на солнце по азимуту с углом поворота до 200 градусов и ручную установку солнечных панелей на угол наклона по высоте, а также собственную новую плату управления в сравнении с платой, описанной в [2].

Также для установки разработан датчик света. Его принцип действия основан на том, что если свет попадает на фотодиод, то датчик открывает транзистор, который управляет питанием микросхемы. При отсутствии источника света цепь размыкается, что убирает возможность бессмысленного энергопотребления.

В связи с этим, можно считать, что установка трекера является экономически и энергетически обоснованным решением, которое позволит сэкономить деньги и более равномерно генерировать солнечную энергию в течение дня.

#### **Выводы**

Разработанные технические средства обеспечивают точность регулирования и запас прочности с учетом возможного климатического влияния.

На данный момент имеются опытные образцы как трекера, так и концентратора. Создан полномасштабный образец солнечного трекера. Имеются первые заказы на продукцию, собран солнечный трекер для установки в Алтайском крае. Получен патент на концентратор и трекер. Проект поддержан грантами фонда развития содействию малых форм инновационных предприятий в научно-технической сфере и организацией «РосМолодёжь».

Даже при наиболее эффективной стационарной установке солнечной батареи, использование систем ориентирования на солнце позволяет достигнуть выигрыша в вырабатываемой мощности более чем в 30%, с учётом расхода энергии на работу электродвигателя. Использование же концентратора с трекером позволит в 2-5 раз снизить стоимость солнечных установок. Использование таких систем актуально на солнечных станциях, так как они будут не только дешевле используемых сейчас, но и позволят отказаться от излишнего сервисного обслуживания. К тому же такие системы по своим размерам и пропорциям будут приближены к стандартным солнечным панелям, что даёт им широкий спрос и для частного пользования в небольших масштабах на крышах и участках, позволяя минимизировать основные проблемы солнечных установок.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Петрусёв А.С. , Сарсикеев Е.Ж. , Ляпунов Д.Ю. Энергоэффективная фотоустановка// Журнал Международных научных публикаций. - 2014 - №. 8. - стр. 399-404. – Режим доступа: <http://www.scientific-publications.net/ru/article/1000188/>.
2. Петрусёв А. С. , Юрченко А. В. Эффективный способ увеличения мощности солнечных установок // Физика. - 2014 - №. 2 (960). - С. 4-8
3. Петрусёв А. С. , Сарсикеев Е. Ж. , Ляпунов Д. Ю. Разработка технических средств повышения эффективности солнечных установок [Электронный ресурс] // Вестник науки Сибири. - 2015 - №. Спецвыпуск (15). - С. 77-82. - Режим доступа: <http://sjs.tpu.ru/journal/article/view/1201>

**РАСЧЕТ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ЗОННЫМ АРМИРОВАНИЕМ  
ИЗ СТАЛЬНОЙ ФИБРЫ В ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Д.Г.Григорьев

Научный руководитель: к.т.н., доцент Д.Г.Уткин

Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет

Россия, г.Томск, пл.Соляная, 2, 634003

E-mail: [killer.hammer@mail.ru](mailto:killer.hammer@mail.ru)

**CALCULATION OF BENDING REINFORCED CONCRETE BLOCKS WITH ZONE  
REINFORCEMENT OF STEEL FIBER BY ELECTRONIC AND COMPUTING SYSTEMS**

D. V.Grigoryev

Scientific Supervisor: c.t.s., docent D.G. Utkin

Tomsk State University of Architecture and Building

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [killer.hammer@mail.ru](mailto:killer.hammer@mail.ru)

***Abstract.** This article was produced by calculation of compressed-bent steel fiber concrete elements using finite element method using electronic computing complexes «SCAD». It analyzes the work of beams reinforced with steel fiber in bearings with different cross sections in height.*

Одним из главных посылов развития строительной индустрии является разработка и внедрение конструкций из высокопрочных материалов. Применение различных современных добавок в бетоне является не только ядром для модификации старых и зарождения новых строительных технологий.

Комплекс «SCAD» выводит деформированную схему элемента, строят изополя деформаций и напряжений, позволяют получить деформации и напряжения, в рассчитываемом на статическую и динамическую нагрузку элементе, при множестве форм колебаний. Единая графическая среда синтеза расчетной схемы и анализа результатов расчетного комплекса «SCAD» обеспечивает информацией сравнительно быстрее по сравнению с трудоемкими ручными расчетами.

В данной статье представлены результаты расчета железобетонной балки в ЭВК «SCAD» с зонным армированием в приопорных частях на действие поперечной силы.

Расчетная модель была выполнена с применением объемных конечных элементов. Каждый образец разбивался на конечные элементы размерами 100x10x10 мм. Армирование задавалось также объемными элементами, площадь поперечного сечения которых приравнивалась к площади стержней арматуры. Жесткость бетонных элементов соответствовала бетону класса В20, модуль упругости 30000 МПа, коэффициент Пуассона 0,2; объемный вес 2500 кг/м<sup>3</sup>. Жесткость фибробетонных элементов соответствовала бетону класса В30, модуль упругости 34500 МПа, коэффициент Пуассона 0,25; объемный вес 2500 кг/м<sup>3</sup>. Жесткость стальных элементов задавалась, как для растянутой арматуры класса АIII диаметром 12 мм, модуль упругости 200000 МПа, коэффициент Пуассона 0,3; объемный вес 7850 кг/м<sup>3</sup>. Для сжатой арматуры жесткость задавалась как для арматуры класса А-I диаметром 6 мм,

модуль упругости 210000 МПа, коэффициент Пуассона 0,3; объемный вес 7850 кг/м<sup>3</sup>. Условия опирания балки задавались на расстоянии 100 мм от краев. Силы прикладывались к узлам конечных элементов в четвертях пролета расчетной балки. Поперечная нагрузка бралась из теоретического расчета прочности наклонного сечения балки на поперечную силу. На рис.1 показаны балка и поперечные сечения, используемые в расчете ЭВК «SCAD».

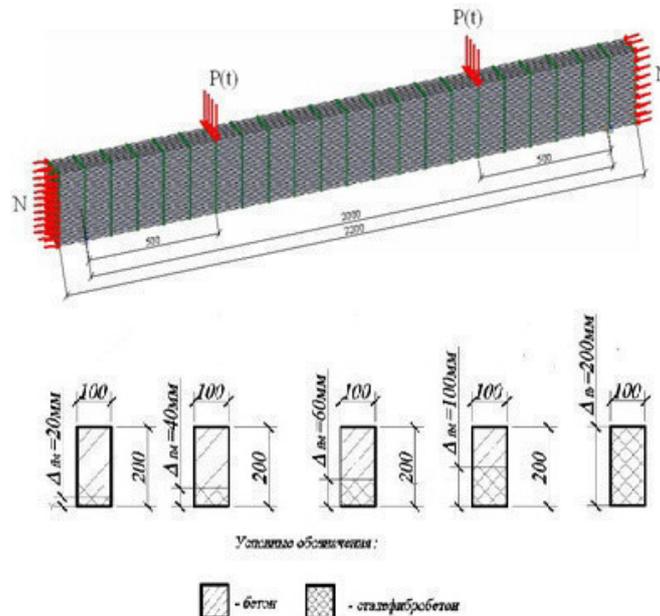


Рис. 1. Общий вид и поперечные сечения рассчитываемого сталефибробетонного элемента

В общем, охарактеризовать расчетную модель можно следующим образом: количество элементов – 4400, количество узлов – 5313, количество типов жесткости – 4. Результаты расчета представлены на рис.2.

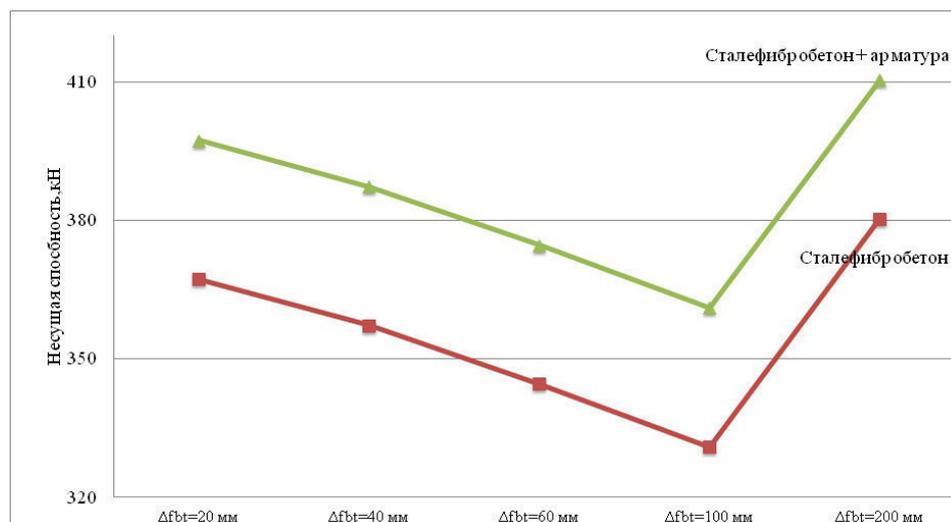


Рис.2. График изменения несущей способности сталефибробетонного элемента за счет увеличения зонного армирования в его приопорных частях

В результате проведенного расчета были получены деформированная схема балки (рис. 3) и изополю напряжений (рис. 4) для рассчитываемых образцов.



Рис. 3. Деформированная схема балки

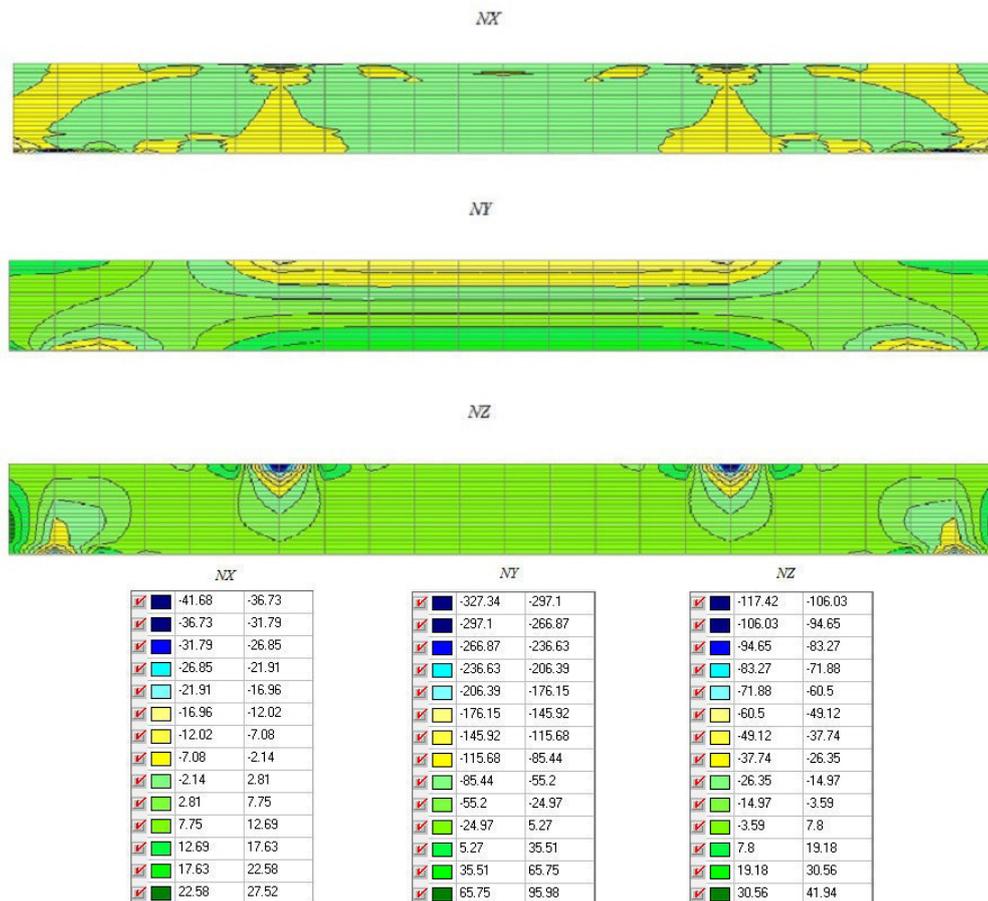


Рис. 4. Характерные изополя напряжений балки по осям X, Y, Z

Таким образом, можно сделать вывод, что из всех поперечных сечений, рассчитанных в ЭВК «SCAD» наименее напряженным оказался элемент, имеющий толщину зонного армирования по всей высоте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Родевич В.В., Галяутдинов З.Р. Расчет наклонных сечений железобетонных элементов при действии кратковременной динамической нагрузки // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та. – Томск. - 2000. - №2. – С.126-131.
2. СП – 52 – 104 – 2009\* Сталефибробетонные конструкции. – М., 2009 – 89 с.
3. СНиП 52 – 01 – 2003 Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 2003 – 161 с.
4. Родевич В.В. Расчет прочности железобетонных элементов по наклонному сечению при действии кратковременной динамической нагрузки. // Известия ВУЗов. Строительство. - 2001. - №8. – С. 144-146.

**ПРОГРЕВБЕТОНА ГРЕЮЩИМИ ИЗОЛИРОВАННЫМИ ПРОВОДАМИ (СУЩНОСТЬ  
МЕТОДА, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ).**

И. А. Бибиков

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Гныря  
Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет,  
Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [ivan-bibikov@mail.ru](mailto:ivan-bibikov@mail.ru)

**CONCRETE HEATING HEATING INSULATED WIRES (THE ESSENCE OF THE METHOD,  
SCOPE AND TECHNOLOGY OF WORK PRODUCTION).**

A. I. Bibikov

Scientific adviser: Professor, doctor of technical Sciences A. I. Gnyrya  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq, 2, 634003  
E-mail: [ivan-bibikov@mail.ru](mailto:ivan-bibikov@mail.ru)

***Abstract:** Analysis of factors allowing to create optimal conditions for proper temperature conditions during warm-up of concrete with the heating wire.*

При выборе температурного режима и назначение технологических параметров необходимо учесть факторы, влияющие на процесс термообработки бетона греющим изолированным проводом.

Бетонирование осуществляемое при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 5°C и минимальной суточной температуре наружного воздуха ниже 0°C, должно производиться с обеспечением твердеющему бетону оптимальных температурно-влажностных условий. С этой целью предусматриваются специальные мероприятия, направленные на сохранение тепла, содержащегося в уложенном бетоне. СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», более эффективных является метод электротермообработки бетона с использованием греющих изолированных проводов [1].

Сущность метода обогрева бетона греющими металлическими проводами заключается в обогреве бетона с помощью проводов, находящихся внутри бетонируемой конструкции. Способ применяется для сквозного прогрева конструкций с большим процентом армирования, а также для обогрева конструкций с арматурой в периферийных зонах и при замоноличивании стыков каркасных конструкций.

Тепловая мощность имеет очевидную важность, требуемой для правильной термообработки конструкции с использованием греющих проводов. Физико-механические свойства греющего изолированного провода, а также факторы (тепловая мощность, массоперенос, температурное поле, конструктивные, технологические, материаловедческие, электротермообработка бетона, удельная теплоемкость, модуль поверхности конструкции), влияющие на термообработку бетона и их учет, позволяет назначить оптимальный температурный режим прогрева конструкции с наименьшими затратами тепловой энергии и получить необходимую прочность во всей конструкции за короткий промежуток времени.

Тепловая обработка, включая предварительный обогрев, продолжается в среднем 25...30 часов. Допустимое напряжение для прогрева – 10...40 В, температура изотермического прогрева должна быть не выше 80°C.

Максимальна температура ( $t$ ) нагрева в бетоне нагревательного провода в зависимости от погонной нагрузки ( $p$ ) приближенно может быть определена по табл. 1. Данные в табл. 1 получены экспериментальным путём в НИИЖБе.

Таблица 1

Максимальная установившаяся температура нагрева провода в бетоне

Максимальная установившаяся температура, °С	Погонная нагрузка на провод, Вт/м
50	10
65	15
75	20
85	25
92	30
98	35
103	40
112	50
123	60

Длина провода имеющего стальную оцинкованную жилу с сопротивлением, соответствующим значениям, может быть определена по номограмме (рисунок).

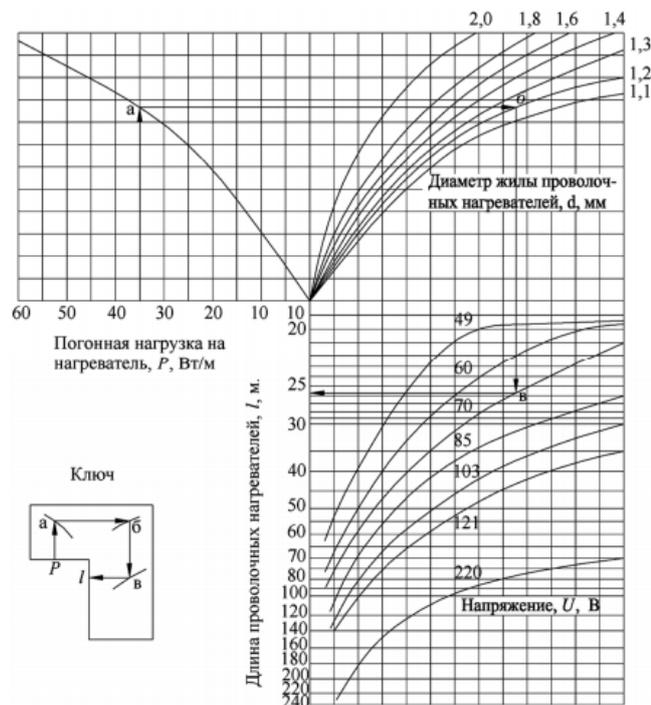


Рис.1. Номограмма для определения длины проволочных электронагревателей со стальной токонесящей жилой.

Длина проволочных электронагревателей

$$l = \sqrt{\frac{U^2 \cdot S}{p \cdot p_t}} \quad (1)$$

где  $U$  – рабочее напряжение питания, В;  $S$  – площадь сечения токонесущей жилы, мм<sup>2</sup>;  $p$  – оптимальная погонная нагрузка на провод, Вт/м;  $p_t$  – удельное сопротивление жилы при рабочей температуре, Ом·мм<sup>2</sup>/м.

$$P_{y\partial} = \frac{P}{F} \quad (2)$$

где  $P$  – суммарная электрическая мощность нагревателей, Вт;  $F$  – площадь обогрева, м<sup>2</sup>.

Шаг греющего изолированного провода можно определить по формуле:

$$b = \frac{1}{\frac{P_{y\partial}}{p} + 1} \quad (3)$$

где  $P_{y\partial}$  – удельная мощность, Вт/м<sup>2</sup>;  $p$  – погонная нагрузка на провод, Вт/м.

Имитируя внешний обогрев бетона, изолированный провод размещают, в монолитных конструкциях в периферийных слоях, в уровне арматурных сеток и каркасов. Теплота экзотермии цемента и периферийных зон позволяет поднять температуру внутренних слоёв.

Перед установкой в конструкции провод режут на пряди расчетной длины.

Шаг греющих проводов в монолитных железобетонных конструкциях должен находиться в пределах 100-150 мм. Шаг проводов в стыках сборных железобетонных элементов и заделках принимается равным 50-100 мм. Максимальная погонная нагрузка на провод не должна превышать 30-35 Вт/м. Это учитывается при элетрическом расчете греющих проводов. Недопустима большая нагрузка, так как возможен местный перегрев, что и приведет к деструктивным процессам в зоне контакта провода и цементного камня.

Вертикальную установку прядей путем навивки на каркасы или размещением в виде параллельных струн на высоту бетонируемой части конструкции применяют в монолитных колоннах и стенах.

В монолитных перекрытиях толщиной до 15 см греющий провод устанавливается на нижнюю арматурную сетку. При большей толщине перекрытия провод (25-30 см) устанавливается по нижней и верхней сеткам. Направления расположения прикрепляемых к арматурным сеткам прядей может быть разное.

Крепление проволочного нагревателя к арматуре производится (с усилением до 3-5 кг) мягкой вязальной проволокой диаметром не менее 1,2 мм, отрезками изолированного провода, полипропиленовым шпагатом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. - М., 1989.-85 с.
2. Лысов В.П. Проектирование технологии термообработки бетона с использованием методов контактного электрообогрева: Учебно-метод. пособие для студ. спец. 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / В.П.Лысов, Р.А.Минеев, Д.М.Пикус и др. – Мн.: БНТУ, 2004. – 59 с.
3. Гныря, А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях / А.И. Гныря С.В. Короб- ков. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. – 412 с.

**К ВОПРОСУ ОБ УСИЛЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.С.Санжарбеков, А.М.Устинов, А.А.Клопотов

Научные руководители: профессор, д.т.н. Д.Г.Копаница, доцент, к.т.н. Г.И.Таюкин

Томский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, г.Томск, пл.Соляная 2, 634003

E-mail:[sanzharbekov93@mail.ru](mailto:sanzharbekov93@mail.ru)

**ON THE STRENGTHENING CONCRETE ELEMENTS BRIDGE STRUCTURES USING POLYMER  
COMPOSITE MATERIALS**

A.S.Sanzharbekov, A.M.Ustinov, A.A.Klopotov

Scientific Supervisors: Prof., Dr. D.G.Kopanitsa, associate, Dr. G.I.Tayukin

Tomsk state University of Architecture and Building, Tomsk, 2 Solyanaya Sq., Russia

E-mail:[sanzharbekov93@mail.ru](mailto:sanzharbekov93@mail.ru)

***Abstract.** The results of investigations of stress-strain states of the sample of composite carbon fiber / adhesive / steel with a simulated crack. The experiment was carried out with the help conduct research on the distribution of carbon fiber surface deformation fields at deformation impact.*

В процессе эксплуатации мостовых сооружений по разным причинам возникает широкий спектр повреждений. Приведем наиболее часто встречаемые причины: ошибки при проектировании, низкое качество используемых строительных материалов и нарушение технологии при строительстве, а также ненадлежащая их эксплуатация и несвоевременное проведение ремонтных работ. Все это может приводить к образованию трещин. В литературе выделяют трещины по способу их образования: усадочные, силовые, коррозионные и другие [1,2]. Усадочные трещины, как правило, появляются уже в процессе усадки самого бетона. Силовые трещины образуются в результате не правильной эксплуатации (за счёт сверхнормативных нагрузок на конструкции). Коррозионные повреждения образуются вследствие неорганизованного или неправильно организованного водоотвода: происходит выщелачивание бетона, что впоследствии приводит к нарушению щелочной среды и образованию коррозии арматуры (рис. 1 а, б). Для своевременного выявления повреждений и дефектов конструкций, должны организовываться систематические обследования и проводиться ремонтные работы. Поэтому проблема, связанная с ремонтом мостовых сооружений является актуальной [1-3].

Целью данной работы является показать какие типичные трещины существуют в железобетонных элементах мостовых конструкциях и рассмотреть возможности реконструкции участков мостовых сооружений с трещинами при помощи композита на основе углепластик/клей. Для изучения способности композита на основе углепластик/клей провести исследования распределения на поверхности углепластика полей деформаций при деформационном воздействии.

## **2 . Материал и методика**

Образцы для испытаний были изготовлены в виде двух состыкованных торцами стальных пластин 120x40x4 мм и двух накладок из углеродных ламелей FibARM Lamel размером 120x40x1,2 мм соединенными с помощью клея «FibARM Resin Laminate+». Использование оптической цифровой системы VIC3D добавило в процесс подготовки образцов этап создания спекл-картины на исследуемой поверхности.

В этот этап включены работы по нанесению белой основы, на которую после высыхания наносились хаотично черные точки [4-6].



Рис.1. Фотографии участков балок пролета моста: а – место, где начинают образовываться трещины  
 указаны стрелкой; б - участок с уже сформировавшейся трещиной

Испытание образцов на растяжение осуществлялось на испытательной машине «INSTRON 3386» с максимальным растягивающим усилием 100 кН (10,19 тс). Деформирование проведено с постоянной скоростью 0.3 мм в минуту. Конструкция захватов испытательной машины обеспечивала надежное фиксирование и центрирование образцов. Оптической измерительной системой VIC-3D использована для определения эволюции распределения деформаций в приповерхностных слоях образца [2].

### 3. Результаты и обсуждение

Применение оптической измерительной системой VIC-3D в процессе испытаний позволило выявить изменение распределения деформаций в приповерхностных слоях образца. Эти результаты представлены в виде картины распределения изополей относительных деформаций при различных деформационных воздействиях (рис. 2). Видно, что с ростом приложенной нагрузки увеличивается значения деформаций[5].

Распределение на картинах продеформированных образцов представляет собой хаотически распределённые пространственные структурные элементы, ограниченные изополями внутри которых деформация имеет одинаковое значение. Видно, что по мере роста приложенных напряжений величина деформации возрастает до максимальных значений в области состыкованных двух металлических пластин, которые моделируют трещину в середине образца (рис.2. б).

Увеличение степени нагружения до значения 36 кН, приводит к тому, что зона максимальных деформаций делится на две со значение 0.27% (рис.2. в). Последующее нагружение до значения 50 кН, приводит к тому, что зоны максимальных деформаций растут по площади вдоль стыка стальных пластин. Также наблюдается рост значения максимальных деформаций до 0.354 (рис. 2. г).

Расположение зон максимальных деформаций у правого края, характеризуется действием изгибающего момента в плоскости образца, возникшего вследствие неточности сборки образца. Задача исследования состояла в том, чтобы определить форму распределения вертикальных деформаций. Присутствие изгибающего момента искажает картину горизонтальных деформаций, что не сильно отражается на решении задачи[6].

Значения вертикальных относительных деформаций в зоне самой трещины ниже соседних областей.

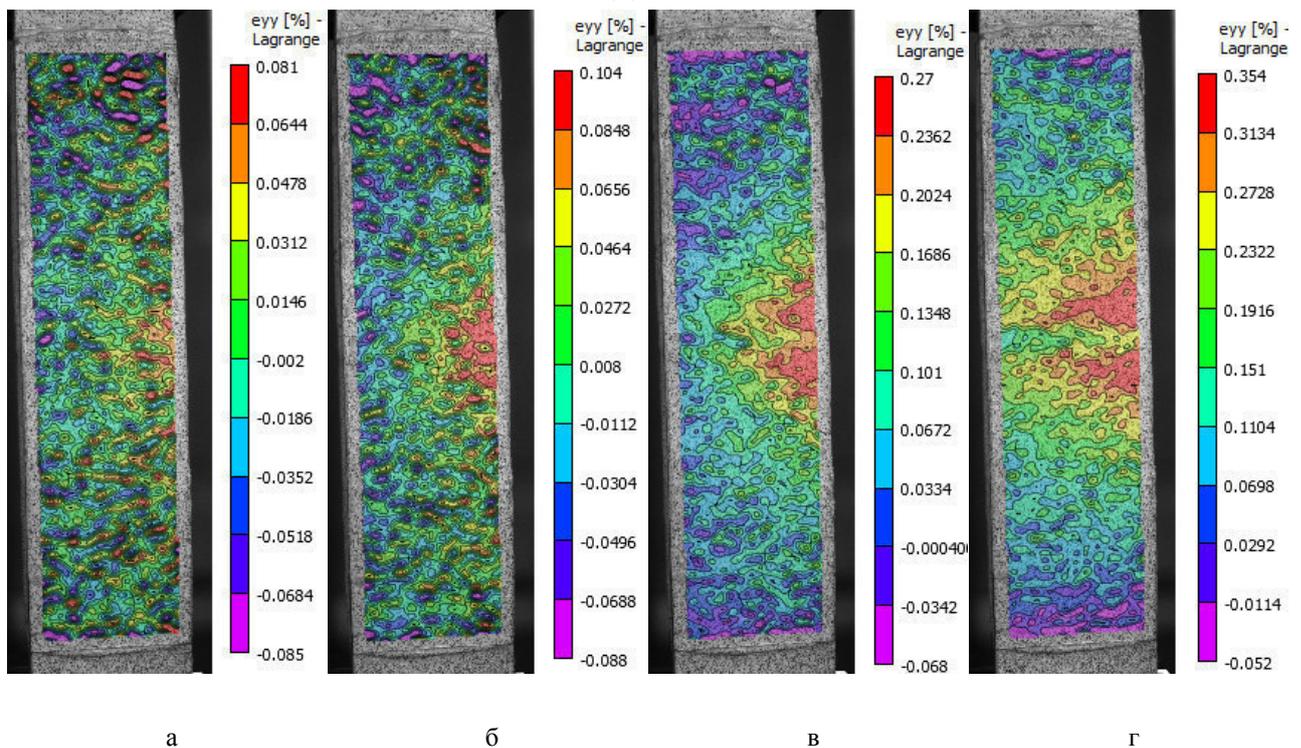


Рис.2. Картины вертикальных относительных деформаций боковой поверхности наклейки при нагрузке и соответствующей общей деформации:

а – 6663 Н, 0.0018%; б – 12 150 Н, 0.0098%; в – 36 396 Н, 0.0885%; г – 51 328 Н, 0.1857%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федотов, Г.А. Изыскания и проектирование мостовых переходов: учеб. Пособие для студентов ВШ/Г.А. Федотов. – 2005.
2. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. - М.:Транспорт. 1987. - Ч.1.-1987. 246 с.
3. Усиление и реконструкция мостов на автомобильных дорогах [Текст]: учеб. пособие / В.А. Дементьев, В.П. Волокитин, Н.А. Анисимова; под общ. ред. проф. В.А. Дементьева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2006. - 116 с.
4. Kopanica D.G., Ustinov A.M., Potekaeв A.I., Klopotov A.A.//Advanced materials in technology and construction (TSUAB, Tomsk, 2015), pp. 40-43.3. с.
5. Бокарев С.А.,Кобелев К.В., Слепец В.А. Усиление железобетонных элементов мостов полимерными композиционными материалами без остановки движения// Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Выпуск 5 (24), сентябрь – октябрь 2014
6. А.М. Устинов, Д. Г. Копаница, Б.О. Кошко, А.А. Клопотов Закономерности развития и локализации пластической деформаций на поверхности металлических образцов в слоистом композите металл / клей / углеволокно //Сборник трудов международной конференции с 9 – 11 ноября 2015 г

**РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВЕННЫХ  
ХАРАКТЕРИСТИК МОТОРНОГО МАСЛА**

А. В. Кожаев, А. В. Зубрицкий, Н.И. Иманалиев

Научный руководитель: доцент, профессор кафедры «Автомобили и тракторы», д.т.н. В.А. Аметов

Томский государственный архитектурно-строительный университет

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: 3822977@bk.ru

**DEVELOPMENT OF SENSORS FOR AUTOMATED MONITORING OF QUALITY CHARACTERISTICS  
OF MOTOR OIL**

A. V. Kozhayev, A. V. Zubritsky, N. I. Imanaliev

Scientific supervisor: docent, Professor of the Department "Cars and tractors", Ph. D. V. A. Ametov

Tomsk state University of architecture and building

634003, Tomsk, PL. Salt, 2

E-mail: 3822977@bk.ru

***Abstract.** Today there are various methods of control of quality characteristics of engine oil by using various equipment and devices. But there's no equipment that was able to monitor the condition of engine oil during operation. The report presents the development of sensor-aided control of qualitative characteristics of the engine oil. The problem of this issue, and the goal is to solve this problem. And above comparison with their mass-produced analogues.*

**Введение**

На сегодняшний день существуют различные методы контроля качественных характеристик моторного масла с помощью различных устройств и оборудования. Но нет такого оборудования, которое было бы способно производить контроль состояния моторного масла во время эксплуатации, в частности, говоря о карьерных автосамосвалах. В связи с этим возникают проблемы связанные:

- с неадекватностью представления о нынешнем состоянии масла в период эксплуатации;
- с заменой моторного масла, еще не утратившего способность выполнять свои функции, по пробегу автомобиля. Что вызывает дополнительные эксплуатационные затраты.

Выявленная проблема позволяет сформулировать задачи, которые требуют решения, а именно изучить существующие разработки по данному направлению, рассмотреть их преимущества и недостатки и, отталкиваясь от их недостатков, непосредственно, разработать датчик автоматизированного контроля качественных характеристик моторного масла.

В связи с вышеизложенной информацией возникает актуальность данной работы, которая заключается в потребности создания датчика, который позволит мониторить состояния масла в период эксплуатации.

**Принцип действия**

Датчик автоматизированного контроля состояния масла предназначен для мониторинга его качественных характеристик (вязкости, механических примесей, температуры, диэлектрической проницаемости), подачи сигнала на приборную панель с целью оперативного прекращения водителем эксплуатацию в момент

прекращения свойств моторного масла выполнять свои функции, а также для сокращения эксплуатационных затрат, связанных с неполной выработкой моторного масла своих свойств и подлежащего замене, в связи с окончанием срока годности, который определяется пробегом автомобиля.

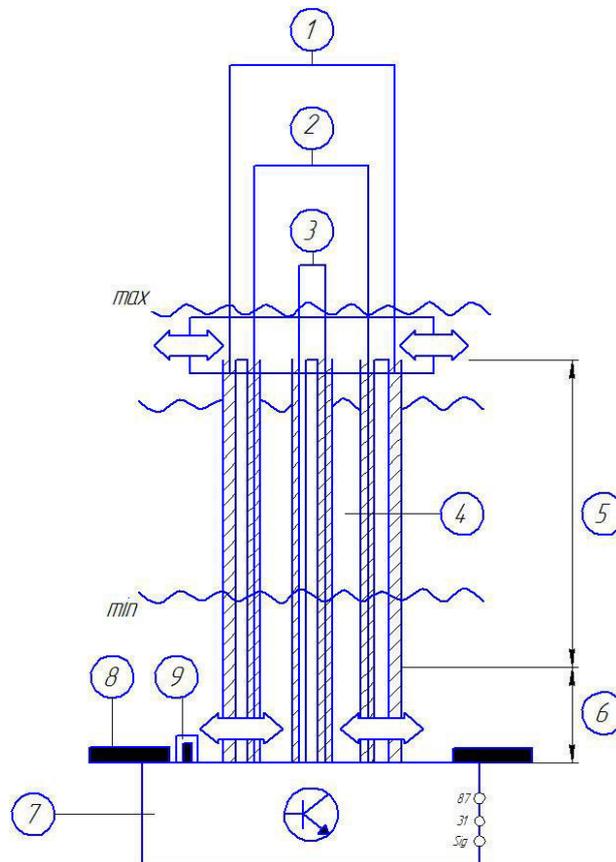


Рис.1. Конструкция датчика состояния масла

Обозначение	Пояснение	Обозначение	Пояснение
1	Корпус	2	Внешняя трубка
3	Внутренняя трубка	4	Масло
5	Диапазон измерения уровня масла	6	Диапазон измерения состояния моторного масла
7	Электронный блок обработки	8	Масляный картер
9	Датчик температуры		

Датчик уровня масла состоит из двух расположенных по вертикали цилиндрических конденсаторов. Качество масла определяется с помощью нижнего, меньшего конденсатора.

В качестве электродов конденсатора используются две вставленные друг в друга металлические трубки. Между электродами в качестве непроводника (диэлектрика) находится масло. Электрические свойства масла изменяются в процессе его работы и по мере выгорания топливных добавок. В результате изменения электрических свойств масла изменяется емкость конденсатора. Данное значение емкости преобразуется встроенным электронным блоком обработки в цифровой сигнал. Цифровой сигнал датчика как результат оценки качества масла передается в цифровую электронную систему управления двигателем. Данное фактическое значение обрабатывается электронной системой управления двигателем для расчета следующего ТО.

### **Аналоги и прототипы**

#### *1. Маслотестер, анализатор нефтепродуктов*

Прибор предназначен для экспресс-диагностики чистоты топлива и масел машин, автомобилей путем измерения процентного содержания воды и механических примесей в нем.

Преимущества:

- Простота использования, не требует специальной подготовки персонала.
- Быстрота проведения диэлькометрического метода анализа нефтепродуктов.

Недостатки:

- Необходимость вручную отбирать пробу с помощью пробоотборника.
- Трудоемкость очистки прибора после завершения работы.
- Не предназначен для мониторинга состояния моторного масла в эксплуатации.

#### *2. Маслотестер для экспресс диагностики автомобиля по анализу работающего масла*

Прибор предназначен для мониторинга текущего состояния смазочного масла и поддержания на должном уровне рабочего состояния машины.

Маслотестер – диагностическое устройство, позволяющее определить по изменению вязкости, плотности, наличию продуктов износа, коррозионному воздействию, вязкостно-температурному показателю работоспособность работающего смазочного материала и оценить целесообразность его замены, а также установить наличие неисправностей в двигателе автомобиля и других механизмах.

Преимущества:

- Простота использования, не требует специальной подготовки персонала.
- Исключает необходимость вручную отбирать пробу с помощью пробоотборника.
- Многообразие определяемых экспресс-показателей качества масла.

Недостатки:

- Невысокая точность измерения некоторых показателей.
- Трудоемкость очистки прибора после завершения работы.
- Не предназначен для мониторинга состояния моторного масла в эксплуатации.

### **Заключение**

Разработка датчик автоматизированного контроля качественных характеристик моторного масла позволит мониторить свойство масла выполнять свои функциональные способности в период эксплуатации автотранспортных средств, вовремя донести информацию до водителя о необходимости прекращения эксплуатации автомобиля, вызванного с потерей необходимых свойств моторного масла, тем самым увеличив ресурс двигателя автомобиля, а также позволит моторному маслу полностью вырабатывать свой рабочий ресурс, тем самым сократив эксплуатационные затраты.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Пушкарев М. И. Популярныe контактные технологии термометрии // Компоненты и технологии. 2006. № 1-2.
2. Сысоева С. И. Взгляды на современный рынок автомобильных датчиков. Основы тенденции и важнейшие рыночные фигуры // Компоненты и технологии. 2006. № 7.
3. [http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2006\\_8\\_22.php](http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2006_8_22.php)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО ДАВЛЕНИЯ В ТАНДЕМЕ ДВУХ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ  
НЕЛИНЕЙНОМ РАСПОЛОЖЕНИИ.**

Д.Н. Абдымомунов

Научный руководитель: старший преподаватель каф. ТСП А.А. Кошин

Научный консультант: профессор, д.т.н. А.И. Гныря

Томский Государственный Архитектурно-Строительный Университет

Россия, г.Томск, пл.Соляная д.2, 634003

E-mail: danchosa@mail.ru

**SIMULATION OF WIND PRESSURE IN TWO BUILDING TANDEM OVER HIS NONLINEAR  
POSITION.**

D.N. Abdymomunov

Scientific Supervisor: Senior lecturer TSP A.A. Koshin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.I. Gnyria

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: danchosa@mail.ru

***Abstract.** This article provides a brief report on the work, devoted to a comprehensive experimental research of aerodynamics and heat transfer models of high-rise buildings. Considered: sumalinog method of visualization air currents in the tandem of two square prisms with the increase caliber between them, located each other, method of measurement static pressure fields using a multi-differential pressure gauge, a method of obtaining distribution of the heat transfer coefficient on the height of the building model. The method of numerical modeling provided in the program ANSYS FLUENT, ways how to build the geometry. The establishment of boundary conditions and computational domain.*

Аэродинамика зданий и сооружений детально исследовалась в большом числе работ, но в силу сложности структуры трехмерных отрывных потоков в данной проблеме остается много слабо изученных вопросов. Эта проблема актуальна в связи с интенсивным строительством высотных сооружений, для которых ветровые нагрузки являются одним из определяющих факторов в процессе их эксплуатации.

Близкое расположение зданий по отношению друг к другу оказывает значительное влияние на ветровую нагрузку, передаваемую на их ограждающие конструкции. Нормы проектирования [2, 3] не в полной мере позволяют определить воздействие ветра на здание повышенной этажности. Кроме того, практически не учитывается наличие поблизости других зданий и сооружений.

Ряд экспериментов физического моделирования, методика которых описана в [4-6], показал некоторые особенности взаимного влияния двух одинаковых по конфигурации моделей на распределение ветрового давления по их граням. В частности в работе [6] описаны особенности изменения ветрового давления на подветренную модель в тандеме при продольном увеличении расстояния между ними.

Дальнейшим шагом стало исследование изменения ветровой нагрузки при поперечном выходе подветренной модели из следа впередистоящей.

Экспериментальная модель состояла из призмы с геометрическими размерами 50x50 мм и высотой 300 мм. Перед моделью устанавливалось препятствие с аналогичной геометрической конфигурацией (рис. 1). Все эксперименты проводились при  $Re = 4,25 \cdot 10^4$  и угле атаки воздушного потока  $\varphi = 0^\circ$ .

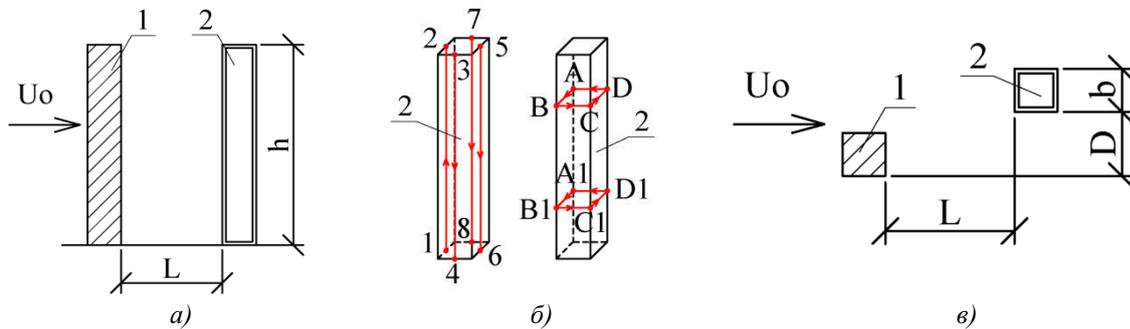


Рис. 1 Схема расположения исследуемой модели 2 относительно модели 1: а – общий вид экспериментальной модели; б – вертикальные и горизонтальные сечения; в – схема расположения моделей при продольном ( $L$ ) и поперечном ( $D$ ) смещении.

Визуализация воздушного течения (рис. 2) отражающая движение воздуха вблизи основания моделей, может быть применена для анализа вихреобразования и в средней их части.

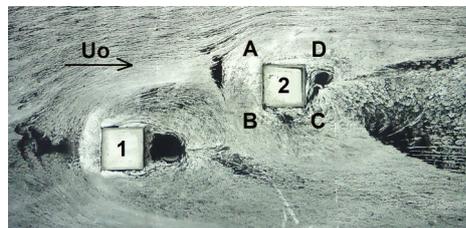


Рис.2 Визуализация течения воздуха вблизи тандема моделей зданий при поперечном смещении  $D/b=1,5; L/b=3,0; \varphi = 0^\circ$ .

На грани  $B-C$  формируется вихревое течение, провоцируемое вихревой дорожкой за моделью 1 и срывом потока от ребра  $B$ .

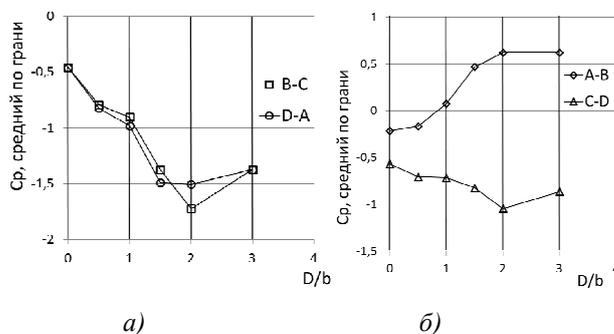


Рис. 3. Средний коэффициент давления по граням модели здания 2,  $Re = 4,25 \cdot 10^4; \varphi = 0^\circ$

Далее, анализируя график (рис. 3, а) можно сделать вывод, что боковые грани модели 2, выходящей из следа модели 1 подвержены неравновесному воздействию ветра. Коэффициент бокового сопротивления ( $C_y$ ) при  $D/b=0,5$  до 1,5 равен от 0,1 до 0,2 в сторону грани  $D-A$ . При  $D/b=2$  и выше направление воздействия меняется на противоположное с величиной  $C_y=0,25$ .

Это говорит о том, что, несмотря на наличие искусственного препятствия, коэффициент лобового сопротивления ( $C_x$ ) остается равным по величине отдельно стоящей модели [5, 6] и изменяется от -0,45 до 1,7 (рис. 3, б). Вместе с тем добавляется поперечное ветровое воздействие, повышающее суммарную нагрузку на модель здания 2.

Исходя из экспериментальных данных, для точности вычисления нужно сделать численное моделирование в программном комплексе ANSYS FLUENT.

Расчетной областью в данном вычислении станет нижеприведенная схема.

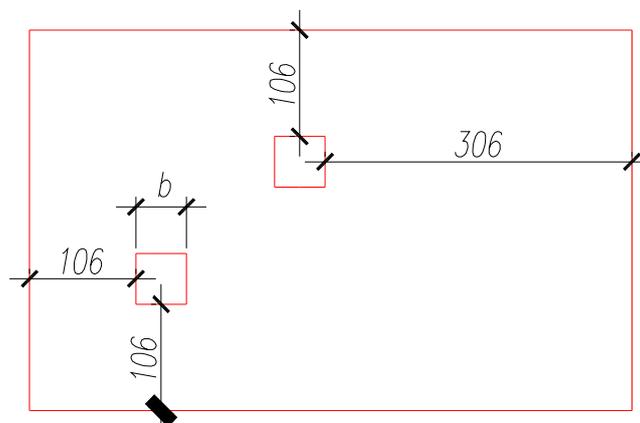


Рис. 4. Расчетная схема моделируемого пространства

Главным недостатком программы ANSYS/FLUENT как и любой другой расчетно-вычислительной программы является тот фактор, что ее результаты нельзя полностью применять на практике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2004, - 186 с.
2. Свод правил 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия [Текст]: нормативно-технический материал. – Москва: [б.и.], 2011, - 85 с.
3. Кошин А.А. Аэродинамическая структура обтекания моделей зданий. Сажемастная визуализация и поля давлений [Текст] / А.А. Кошин, А.И. Гныря, В.И. Терехов и др. // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: сб.трудов междунард. научн. конф. в 2 т. Т.1./ ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит. ун-т». – М.: МГСУ, 2011. С.
4. Кошин А.А. Комплексные экспериментальные исследования аэродинамики и теплообмена моделей зданий и сооружений [Текст] / А.А. Кошин, А.И. Гныря, В.И. Терехов // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2011, №4. С. 113-126.
5. Кошин А.А. Анализ динамического воздействия воздушного потока на тандем моделей высотных зданий [Текст] / А.А. Кошин // Вестник ТГАСУ. – Томск, 2014, №2. С. 134-141.

**ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА НАСЫЩЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА  
ПЛАВЛЕНОГО В УСЛОВИЯХ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ  
ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА**

Н.А. Сазонова, Н.К. Скрипникова, А.В. Луценко  
Ангарский государственный технический университет,  
Россия, г. Ангарск, ул. Чайковского, 60, 665835  
E-mail: [n.a.sazonova@mail.ru](mailto:n.a.sazonova@mail.ru)

**INFLUENCE SATURATION COEFFICIENT  
RAW MIX ON THE PROPERTIES OF MELTING UNDER LOW TEMPERATURE PLASMA  
CEMENT CLINKER**

N.A. Sazonova, N.K. Skripnikova, A.V. Lucenko  
Angarsk State Technical University, Russia, Angarsk, Tchaykovsky St., 60, 665835,  
E-mail: [n.a.sazonova@mail.ru](mailto:n.a.sazonova@mail.ru)

***Abstract.** Carried out physico-chemical studies processed in a low-temperature plasma cement clinkers based on raw mixes characterized by saturation coefficient (SC) 0.8–1.05; silicate module – 2.4; Alumina module – 2,23–2,37. It is established that SC change affects the mineralogical composition of the cement clinker and morphology of alite, which has a plate shape and length to width ratio 2.1–45. These samples have the strength corresponding the class CEM I 52,5N. High activity of samples with low SC settles more elongated lamellar morphology alite, which is less stable during hydration.*

Плазмохимический синтез цементного клинкера является одним из интенсивных, эффективных способов получения неорганического вяжущего вещества – цемента, обладающего высокими эксплуатационными характеристиками [1–3]. Это обусловлено в первую очередь технологическими условиями образования клинкерных минералов в условиях высококонцентрированных тепловых потоков (3000 °С): протеканием жидкофазовых реакций, которые характеризуются неравновесностью и способствуют изменению состояния системы, являющейся термодинамически активной, агрегативно неустойчивой, чувствительной к внешнему воздействию и способной к саморегулированию своих свойств [4]. Образующийся в микрокапиллярах расплав при воздействии низкотемпературной плазмы (НТП) стремится к уменьшению свободной энергии за счет утолщения и в связи с этим развивает значительные расклинивающие усилия, которые вызывают расщепление зерна по наименее прочным плоскостям. Наряду с этим, высококонцентрированные тепловые потоки создают оптимальные условия для уменьшения продолжительности процесса диспергации: снижение поверхностного натяжения жидкой фазы, вязкости расплава, прочности сцепления микрочастиц на макрочастице, площади поверхности реагирующих частиц. Как следствие, это способствует уменьшению энергии Гиббса. Таким образом, при использовании плазмохимического способа синтеза цементного клинкера на первый план выступают параметры технологических режимов плавления и охлаждения [5]. Однако полностью исключить влияние химического состава сырьевых смесей на качество синтезируемых образцов

невозможно. В исследованиях Л.Я. Гольдштейна, Л.С. Когана, С.Д. Огорокова [6, 7] установлено, что повышение активности цементов на основе клинкеров, полученных в условиях высоких температур (2000 °С), осуществляется при увеличении коэффициента насыщения (КН) смеси до 1,01–1,02, в то время как для традиционных технологий оптимальным является КН, равный 0,94. Дальнейшее повышение КН приводит к падению прочности образцов. В связи с этим, целью представленной работы являлся анализ влияния одной из основных характеристик химического состава сырьевой смеси – коэффициента насыщения, на свойства плавленного в условиях высококонцентрированных тепловых потоков цементного клинкера.

В исследованиях использовались сырьевые смеси, химический состав и модульные характеристики которых приставлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики сырьевых смесей

№ п/п	Химический состав, мас. %							Модульные характеристики		
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	п.п.п.	Сумма	Коэффициент насыщения (КН)	Силикатный модуль (п)	Глиноземный модуль (р)
1	12,77	3,74	1,58	44,27	0,81	36,84	100	1.05	2.4	2,37
2	13,85	4,03	1,74	43,31	0,85	36,23	100	0.93	2.4	2.32
3	15,24	4,40	1,95	42,07	0,90	35,45	100	0.80	2.4	2.26

В работе рассматривался диапазон значений коэффициента насыщения от 0,80 до 1,05. С целью исключения влияния силикатного и глиноземного модулей, использовались смеси имеющие фиксированное значение п, равное 2,4 и р – 2,23–2,37. Плавление шихт осуществлялось в плазмохимическом реакторе [5] при температуре 3000 °С в течении 4 минут. Скорость охлаждения цементного клинкера составляла 1,6 °С/с. Цемент, полученный в результате помола плавленного цементного клинкера, подвергался ряду физико-химических исследований, включающих химический, петрографический, рентгенофазовый анализы.

В результате эксперимента установлено, что синтезируемые плавленные цементные клинкеры являются алитовыми: содержание C<sub>3</sub>S изменяется от 68 до 74,8 %. Полученный цемент содержит свободный оксид кальция в количестве от 1,8 до 6,4 % и при этом при гидратации вяжущего не наблюдается нежелательных деформаций, приводящих к резкому снижению прочности и разрушению цементного камня. Наряду с этим, цементы на основе плавленных клинкеров с низким КН – 0,80 характеризуются достаточно высокими прочностными показателями, соответствующими классу ЦЕМ I 52,5Н.

Интерес представляет изменение морфологии клинкерных минералов в зависимости от коэффициента насыщения: в результате статистической обработки данных установлено, что в клинкере №1 отношение длины минералов к их ширине (l/b) варьируется от 2,9 до 45; в образце №2 – 11,4–27,7; №3 – 2,1–36,1. При этом форма минералов алита является пластинчатой, белита – мелкой, округлой. Таким образом, расширение диапазона коэффициента насыщения при использовании низкотемпературной плазмы позволяет увеличить одну из основных характеристик трехкальциевого силиката: l/b, которая, согласно данным исследователей [7, 8], в плавленных клинкерах изменяется от 2 до 12,5 и является показателем высокой активности минералов [9, 10]. Это объясняет высокую активность образцов, полученных на основе шихты с пониженным КН: уменьшение содержания минералов компенсируется более вытянутой пластинчатой морфологией алита, являющейся менее устойчивой при гидратации. Это дополнительно

свидетельствует об оптимально подобранных технологических режимах плазмохимической технологии и ее эффективности.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что плазмохимическая технология позволяет нивелировать непостоянство химического состава применяемых сырьевых материалов и свойства смесей на их основе, повысить их реакционную способность, расширить диапазон используемых модульных характеристик шихты до 0,8–1,05 и, как следствие, синтезировать цементные клинкеры, обладающие постоянными высокими прочностными характеристиками, которые соответствуют классу ЦЕМ I 52,5Н. Увеличение коэффициента насыщения шихты до 1,05 способствует росту количества  $C_3S$  (до 74,8 %), минералы которого имеют повышенное значение  $l/b$ , равное 2,6–45. Высокая активность образцов, полученных на основе шихты с пониженным КН обусловлена более вытянутой пластинчатой морфологией алита, являющейся менее устойчивой при гидратации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sazonova N.A., Skripnikova N.K., Novikova L.E., Lucenko A.V. Cement clinker structure during plasma-chemical synthesis and its influence on cement properties // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 71 (2015) 012018.
2. Sazonova N.A., Skripnikova N.K. Physico-mechanical and physico-chemical properties of synthesized cement based on plasma- and wet technologies // AIP Conference Proceedings 1698, 070018 (2016).
3. Сазонова Н.А., Скрипникова Н.К. Прочность цементного камня на основе наноструктурированного вяжущего вещества // Строительные материалы. – 2014. – №6. – С. 38–40.
4. Тимашев В.В., Альбац Б.С., Сулименко Л.М. Физико-химические основы агломерации в процессах клинкерообразования / В кн.: Краткие тезисы докладов на VI Всесоюзном научно-техническом совещании по химии и технологии цемента. – М.: ВНИИЭСМ, 1982. – 204 с.
5. Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Позднякова Н.А., Никифоров А.А., Волокитин О.Г., Луценко А.В. Высокотемпературные способы производства цементного клинкера с использованием низкотемпературной плазмы и электродугового прогрева (Джоулев нагрев) // Вестник ТГАСУ. – 2008. – № 4 (21). – С. 106–112.
6. Гольдштейн Л.Я. Коган Л.С., Окороков С.Д. Некоторые вопросы технологии плавящихся портландцементов // Технологические свойства специальных цементов. НИИЦемент. – М.: Изд-во лит-ры по строительству, 1967. – С. 52–90.
7. Гольдштейн Л.Я. Комплексные способы производства цемента – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1985. – 160 с.
8. Лугинина И.Г. Химия и химическая технология неорганических вяжущих материалов: в 2 ч. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – Ч. I. – 204 с.
9. Гжимек Е. Комплексные методы производства цемента / В кн.: Краткие тезисы докладов на VI Всесоюзном научно-техническом совещании по химии и технологии цемента. – М.: ВНИИЭСМ, 1982. – 204 с.
10. Волконский Б.В., Макашев С.Д., Штейерт Н.П. Технологические, физико-механические и физико-химические исследования цементных материалов – Л.: Стройиздат, 1972. – 345с.

**КЛАССИФИКАЦИЯ ИСПРАВИТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ.  
ЗАРУБЕЖНЫЙ И ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ОПЫТ**

**П.Е. Битук**

Научный руководитель: Худяков С.Ю., доцент

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г.Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [P.Bituk@mail.ru](mailto:P.Bituk@mail.ru)

**CLASSIFICATION OF PRISONS. FOREIGN AND DOMESTIC EXPERIENCE**

Scientific Supervisor: PhD, Associate Professor Khudyakov S.Yu.

Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: [P.Bituk@mail.ru](mailto:P.Bituk@mail.ru)

***Abstract.** The article shows the classification of correctional institutions. Also presented some experience designing correctional facilities in Russia and other countries.*

Функция исполнения наказаний является объективно необходимой для любого государства. В зависимости от особенностей политики государства в сфере исполнения наказаний, сложившихся традиций в различных странах данную систему определяют пенитенциарную. В соответствии с действующим в РФ настоящее время законодательством в уголовно-исполнительную систему входят следующие учреждения и органы: уголовно-исполнительные инспекции; арестные дома; исправительные учреждения; следственные изоляторы; ведомственные предприятия, учреждения и организации, специально созданные для обеспечения деятельности уголовно-исполнительной системы.

Уголовно-исполнительные инспекции исполняют наказания в виде обязательных и исправительных работ, лишение права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью, осуществляют контроль над условно осужденными. Арестные дома предназначены для исполнения наказания в виде ареста на условия содержания в арестных аналогичных тюрьмах общего режима. Исправительные учреждения подразделяются на исправительные, лечебно-исправительные (лечебно-профилактические) и воспитательные колонии и предназначены для исполнения наказаний в виде лишения свободы и смертной казни. Исправительные колонии предназначены для содержания совершеннолетних осужденных, лишенных свободы, и подразделяются на учреждения открытого (колонии-поселения), полуоткрытого (исправительные колонии общего и строгого режима) и закрытого (исправительные колонии особого режима) типов. Воспитательные колонии предназначены для содержания несовершеннолетних осужденных и относятся к учреждениям полуоткрытого типа и на виды режима не подразделяются. Лечебные исправительные учреждения относятся к заведениям полуоткрытого типа и предназначены для содержания, амбулаторного лечения и медицинского обслуживания осужденных, больных открытой формой туберкулеза, алкоголизмом и наркоманией. Следственные изоляторы предназначены для содержания подозреваемых и обвиняемых, в отношении которых в качестве меры пресечения применено заключение под стражу. Ниже представлены некоторые исправительные учреждения России и зарубежья [1-6].

Следственный изолятор на 1800 мест «Кресты», г. Санкт-Петербург, Россия (Рис. 1).

Центральная пересыльная тюрьма в этом месте появилась в 1868 году, современному же ее зданию более 120 лет. В стенах следственного изолятора насчитывается 960 камер, в которых содержится 1700-1800 человек. Автор проекта – архитектор А. Томишко [2].



*Рис. 1. Общие виды следственного изолятора «Кресты»*

**Следственный изолятор на 4000 мест «Кресты-2», пос. Колпино, Россия (Рис. 2).**

Проект данного следственного изолятора был разработан в 2007 году специализированным проектно-изыскательским институтом ("СПИИ", ОАО). Впервые в практике проектирования изоляторов в России были запроектированы режимные корпуса повышенной этажности (до 8 этажей), что позволило существенно уменьшить площадь застройки и увеличить ее плотность. Завершение строительства ожидается в 2016 г [3].



*Рис. 2. Общие виды следственного изолятора «Кресты-2»*

**Исправительное учреждение «Justiz Zentrum Leoben», г. Леобен, Австрия (Рис. 3).**

Центр правосудия в городе Леобен — это единый комплекс, объединяющий суд и тюрьму. Автор проекта: Joseph Hohensinn. Год завершения строительства: 2004 [4].



*Рис. 3. Общие виды исправительного учреждения «Justiz Zentrum Leoben»*

**Исправительное учреждение «Vestre Fængsel», г. Копенгаген, Дания (Рис. 4).**

Мужская закрытая тюрьма на 530 мест для осужденных со сроком более 5 лет, функционирует с 1895 г [5].



*Рис. 4. Общие виды исправительного учреждения «Vestre Fængsel»*

Об уровне развития общества можно судить по тому, как оно обращается с преступниками. Следуя этой логике, наиболее развитыми в этом отношении странами являются скандинавские, а наименее – США и Россия. Сознание граждан сверхмощных государств требует, чтобы преступник был не просто заключен, но и унижен. В других странах (например, в Норвегии и в Дании) социальное осознание направлено несколько иначе: единственным наказанием в цивилизованном обществе может быть лишь само по себе лишение свободы. Статистика свидетельствует в пользу последних: в тюрьмы США возвращаются около 50–60% отсидевших, в тюрьмы Норвегии — менее 20%.

В январе 2006 г. В России были приняты Европейские пенитенциарные правила. Их новая редакция базируется на решениях Европейского Суда по правам человека, применяющего Европейскую конвенцию по защите прав человека для защиты основных прав заключенных и использования международных стандартов обращения с заключенными, которые содержатся в рекомендациях Европейского комитета по предупреждению пыток и бесчеловечного или унижающего достоинство обращения или наказания. В рамках данной концепции предусмотрено переустройство старых и строительство новых исправительных учреждений, соответствующих современным требованиям и нормам. [6]

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. СП 17-02-2012 ФСИН России. Нормы проектирования исправительных учреждений уголовно-исправительной системы федеральной службы исполнения наказаний.
2. «Тюрьма «Кресты»» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rutraveller.ru/place/42631.html>. – 12.03.2016.
3. «СИЗО на 4000 мест, город Колпино (Кресты – 2)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.gskholding.ru/projects/realestate/realestate\\_18.html](http://www.gskholding.ru/projects/realestate/realestate_18.html). – 12.03.2016.
4. «Австрия: тюрьма непохожая на тюрьму» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.onk-ru.info/avstriya-tyurma-neroxozhaya-na-tyurmu.html>. – 12.03.2016.
5. «Тюрьма Vestre Fængsel (Копенгаген, Дания)» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibigdan.livejournal.com/7944896.html>. – 12.03.2016.
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 5 сентября 2006 г. N 540 г. Москва. «О федеральной целевой программе «Развитие уголовно-исполнительной системы (2007-2016 гг.)»

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КАФЕ МОРОЖЕНОГО «КРИВОЙ ШКАФ»**

А.А. Алексеева

Научный руководитель: доцент, канд. арх. И.И Колосова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [likosha92@gmail.com](mailto:likosha92@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT "ICE CREAM PARLORS "CURVE CASE"**

A.A. Alekseeva

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. I.I Kolosova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003.  
E-mail: [likosha92@gmail.com](mailto:likosha92@gmail.com)

***Abstract.** Design of ice cream café interior is based on Timothy Burton's film "Alice in Wonderland." Cafe is designed for families. Café space is functionally divided into basic (dining rooms) and auxiliary facilities. A room for games is resolved as a separate space; two VIP rooms and auxiliary rooms (separate toilets, rest room for staff with a small kitchen, bathroom and wardrobe) are designed. According to the type of services cafe is focused on self-service (with the exception for VIP lounges). Special menu has been developed: various kinds of ice cream, pastries, hot and cold drinks (tea, coffee, juice and etc.) The sale of souvenirs is proposed in the project. That is why stand showcases are included in the interior.*

Интерьер – это архитектурное и художественное оформление внутреннего пространства здания, которое обеспечивает человеку благоприятные условия для жизнедеятельности и эстетического восприятия; создаваемое пространство или отдельные помещения, архитектурные решения которого определяются его функциональным назначением [1].

В основе дизайна интерьера лежит синтез прагматических и художественных идей и решений, направленных на улучшение условий существования человека в целостной эстетически завершенной форме.

Интерьер складывается из трёх составляющих:

- строительное наполнение – пол, стены, потолок;
- предметное наполнение (оборудование, мебель);
- функциональные процессы, формирующие и пространство, и эмоционально-психологическую атмосферу [2].

Современный дизайн интерьера характеризуется различными, внешне даже противоречивыми тенденциями: стремлением максимально насытить пространство интерьера техническими устройствами, специальным оборудованием (системы кондиционирования, компьютерная техника и т. п.), с другой – «приближением» к природе, включением в интерьер естественно-природных компонентов (зелень, бассейны, фрагменты рельефа, прозрачные покрытия и стены, открывающие интерьер в природное окружение) [2].

Цели предлагаемого проекта:

- разработка интерьера кафе мороженого;
- создание комфортного интерьерного пространства для семейного отдыха.

Основой для проектного и образного решения кафе мороженого «Кривой шкаф» стал фильм Тима Бартана «Алиса в стране чудес».

Цветовое решение интерьера выполнено в соответствии с цветовой палитрой фильма.

Функциональное зонирование представляет собой деление пространства кафе на основные (обеденные залы) и вспомогательные помещения.

Главный обеденный зал включает несколько зон:

- «Зал Сумасшедшего Шляпника», где столы выполнены в форме чашек с индивидуальными стойками ТВ (каждый посетитель этой зоны имеет возможность смотреть фильм или мультфильм);
- «Лабиринт Королевы Червей», оборудованный барной стойкой и предназначенный для кратковременного нахождения посетителей;
- «Зал Королевы Червей», оборудованный мягкими удобными диванами (предназначен для длительного пребывания).

Кроме того, запроектированы два VIP-зала: большой «Зал Алисы» (Party-зал) и «Покои Королевы Червей» (Love-зал). Оба зала оборудованы отдельным гардеробом и шкафами для хранения посуды.

Самостоятельным, отдельным пространством решена игровая комната «Зал Чеширского Кота». Это позволяет во время ожидания заказа присутствующим детям принять участие в проводимых здесь различных конкурсах, поиграть с другими детьми в подвижные игры, в отдельных случаях заняться рисованием, лепкой или иными видами творческой деятельности под присмотром аниматоров. Игровая комната незаменима в тех случаях, когда в кафе отмечается какое-либо продолжительное по времени событие с большим числом детей разного возраста.

К вспомогательным помещениям относятся:

- отдельные санузлы;
- комната отдыха для персонала, оборудованная небольшой кухней, санузлом и гардеробом.

По типу обслуживания кафе ориентировано на самообслуживание (исключение составляют VIP-залы). В состав особого меню входят: мороженое различных видов, кондитерские изделия, холодные и горячие напитки (чай, кофе, сок и т.п.). Проектом предусмотрена продажа сувенирной продукции, для чего в интерьер включены стенды-витрины.

Для отделки стен применяются текстильные обои с различным рисунком; краска водно-дисперсионная (RAL 6033, 9016). В игровой комнате и в обеденных залах живые изгороди имитируются при помощи ковролина с крупным ворсом «Валентино 40». Диваны и некоторые участки стен обиты кожей «Novabuk №3», стеганной и гладкой, красного цвета.

Для отделки полов применяются наливные полы Flowpol (RAL 3026, 9016, 6016) со вставками из плитки с матовой поверхностью из керамогранита (СНА05RT Banco Rettificato, СНА99RT Smoke Rettificato). В игровой комнате оборудован деревянный подиум обитый ковролином с крупным ворсом «Валентино 40» зеленого цвета.

Для отделки потолка использованы натяжные потолки Lacfolie (Германия) RAL 3024, 1013, 6017 и потолочный плинтус П-290 Антарес (Россия) белого цвета. Для обеденных залов «Королевы Червей»,

«Сумасшедшего Шляпника», «Алисы» и игровой комнаты «Зал Чеширского Кота» – натяжные потолки Lacfolie с рисунком.

Мебель и оборудование – деревянные, покрытые краской водно-дисперсионной (RAL 6033, 9016).  
Люстры «Шляпка» и «Чаепитие» – пластиковые.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Библиофонд. Электронная библиотека студента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=813402> – 30.03.16.
2. Идеи для интерьера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bkremont.ru/idei-dlya-interera> – 30.03.16

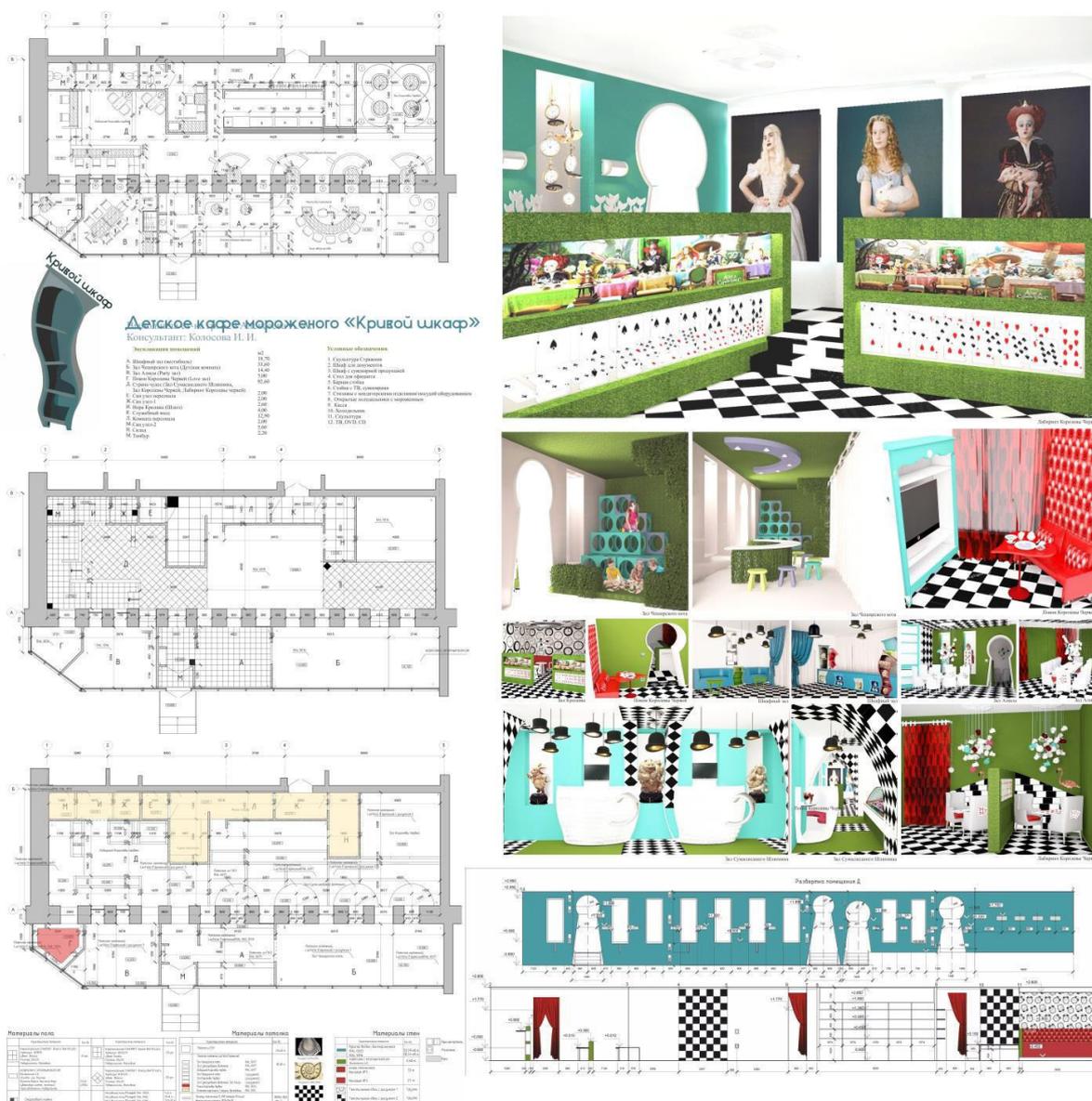


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Кафе мороженого «Кривой шкаф», автор проекта А.А Алексеева, руководитель доцент, канд. арх. И.И Колосова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КУЛИНАРНОЙ СТУДИИ В Г. ТОМСКЕ»**

А.С. Бавыкина

Научный руководитель: доцент, канд. арх. И.И. Колосова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [fedor4enok@mail.ru](mailto:fedor4enok@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “INTERIOR CULINARY STUDIO IN TOMSK”**

A.S. Bavykina

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. I.I. Kolosova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [fedor4enok@mail.ru](mailto:fedor4enok@mail.ru)

***Abstract.** This project is carried out at the 5<sup>th</sup> course curriculum of Design of Architectural Environment specialty. Its theme is "The interior of a public building". The interior is designed for the real customer. The studio is located on the first floor of a three-storied brick building, which is located in the central part of the city. The total area of the culinary studio is 196.09 m<sup>2</sup>. A special role has been given to the practicality of the materials and their durability. The main condition of the customer was that there should be mostly free and open spaces created in the studio, retaining sense of home comfort. Author's task was to create maximum free space in the studio without losing connection of certain elements of the interior. It was solved by a radical redevelopment of areas, loft-style furnishing (quite minimalistic and transformable), and lack of decor. But despite minimal presence of furniture and glossy surfaces, the interior does not lose the feeling of comfort due to the harmonious color solutions. Loft style emphasizes the European approach to kitchen design. Due to the non-standard openings of doors and windows and podium added there is an opportunity for "playing" with space that allows changing the room for its intended purpose (serving area, workshop watching area and dining area).*

Проект выполнен на 5 курсе в рамках учебного плана специальности 270300 «Дизайн Архитектурной Среды» (тема «Интерьер общественного помещения»).

Интерьер проектируется для реального заказчика. Общая площадь кулинарной студии составляет 196,09 м<sup>2</sup>. Студия располагается на первом этаже трехэтажного кирпичного здания, которое находится в центральной части города. В кулинарной студии «Spaghetti» учат готовить блюда итальянской кухни. Приглашённый шеф-повар и консультант проводят мастер-классы ежедневно. Для того чтобы создать этот проект, автору пришлось подробно ознакомиться со спецификой работы учреждений подобного формата, а также детально изучить зарубежный опыт. Особая роль была придана практичности материалов и их износостойкости. Фактически была реализована сложная задача, в которой автору проекта удалось совместить два «формата»: съемочная студия и площадка для кулинарных мастер-классов. Проектное задание состояло в том, чтобы создать непринужденную и домашнюю атмосферу, но с современным исполнением.

Главное условие заказчика – создать в студии максимально свободное и открытое пространство, сохранив при этом ощущение комфорта и домашнего уюта. Студия «Spaghetti» создавалась как платформа для кулинарной фото- и телестудии, поэтому в помещении нужны были фасадные окна и четкое разделение по зонам. Цветовые предпочтения – белый цвет в сочетании с теплыми оттенками. Также одним из основных требований заказчика являлось обязательное создание восьми функциональных рабочих мест для посетителей студии на кухне, рабочего места для шеф-повара студии, комнаты отдыха для персонала студии, кабинета директора. Кроме того, особым пожеланием было создание обеденной зоны для удобного просмотра фильмов с мастер-классами известных шеф-поваров мира и хранения коллекции.

Ознакомившись с условиями заказчика, автором проекта был проведен функциональный анализ помещения, разработано концептуальное решение, предполагающее объединение всех элементов интерьера в единую целостную систему. В число основных задач входило создание максимально свободного пространства в студии при условии сохранения взаимосвязей отдельных элементов интерьера. Это было решено с помощью кардинальной перепланировки помещения, достаточно минималистичной и трансформируемой мебели в стиле «лофт», и практическому отсутствию декора. Но, не смотря на лаконичную мебель и наличие глянцевых поверхностей, интерьер не теряет ощущение уюта за счет гармоничного цветового решения. Стиль «лофт» подчеркивает европейский подход к кухне. За счет отказа от стандартных проемов окон и дверей, добавления подиума, появляется возможность игры с пространством, благодаря чему можно изменять помещение по назначению (зона сервировки, зона просмотра фильмов с мастер-классами, обеденная зона).

Декоративные отделочные материалы использовались разные – от старых древесных пород и штукатурки до современной нержавеющей стали и известкового раствора. Открытая кухня позволяет гостям чувствовать себя комфортно, светлые стены не создают ощущения закрытого «кафельного» пространства, как часто бывает на кухнях ресторанов. Посетителей встречает наполненное светом помещение, где теплые деревянные полы гармонично сочетаются с фактурными полками и сланцевыми панелями, выкрашенными в оттенки белого и серого цветов.

Панорамный декор окон позволяет наполнить пространство студии естественным солнечным светом и природным теплом, формирующим гостеприимную и теплую атмосферу, которая располагает к спокойному отдыху, наслаждению вкусом и изумительным внешним видом приготовленных блюд. У каждого сотрудника есть обустроенное рабочее место – с плитой, разделочной доской и необходимой посудой. Тем не менее, всё распределено так, чтобы гости во время мастер-классов могли общаться. Под каждым столом есть продуктовая корзина. Сверху все рабочие места связывают общие подвесные полочки со специями, итальянскими травами. Основная техника на кухне – Bosch. Персональными плитами для студии стали VES Electric. Посуда в студии подобрана дизайнерская: Silit, Jamie Oliver, Green Pan. Также на кухне есть Sodastream – прибор, который используется для газирования воды.

Одной из главных задач было «обыграть» мощную вытяжку над рабочими кухонными поверхностями, которая располагалась в центре главного помещения и занимала большую часть потолка. Эта проблема была решена с помощью объединяющей конструкции, которая образует систему вытяжной вентиляции. Данная конструкция была декорирована ультрасовременными светильниками в стиле «лофт». Также воздушности и легкости потолку придала ячеистая конструкция Грильято.

Состав проекта:

1. Обмерный план М 1:50;
2. Демонтажный план М 1:50;
3. Монтажный план М 1:50;
4. План с расстановкой мебели М 1:50;
5. План пола М 1:50;
6. План Потолка М 1:50;
7. План с расстановкой электротехнических изделий М 1:50;
8. План освещения М 1:50;
9. Развертки стен М 1:50;
10. Визуализации комнат;
11. Разработка фирменного логотипа.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Интерьер кулинарной студии в г. Томске», автор проекта А.С. Бавыкина, руководитель канд. арх., доцент И.И. Колосова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СЕМЕЙНОЕ КАФЕ-МОРОЖЕНОЕ»**

В.В. Бахарева

Научный руководитель: старший преподаватель Л.А. Киселёва  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [vikamash.90@mail.ru](mailto:vikamash.90@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT "ICE-CREAM PARLOR FOR FAMILIES"**

V.V. Bakhareva

Scientific Supervisor: Senior lecturer L.A. Kiseleva  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [vikamash.90@mail.ru](mailto:vikamash.90@mail.ru)

***Abstract.** The facility will be located in the residential area of the city, close to the school and the park area. The target audience includes parents and their children, kids of 3 to 6 years old. The cafe is of self-service type, and there will be ice-cream stalls and a counter. The design provides for the following zones: the first room for 25 seats, the second room for 15 seats, and the kids' play zone. The first room for 25 seats makes it possible to host different events for children, festivities, and birthday parties for 10 people and more. The room has a big and comfy coach in it, which can change its size, and is enough to seat a large group of people. There are also some tables, for 4 persons each. The room for 15 seats has tables for 2 and 3 persons. The kids' play zone is available in two rooms. It is designed as a single unit made of soft and plastic material, and is divided into two parts, both separated through a wall hole in two rooms. There is a swing hanging above the kids' zone, which can be used by kids and adults. The main idea of the project is cheese ice-cream. That is why the basic color range is white and yellow. There is also a 'cheese' type wall which divides the building into two rooms and has holes resembling cheese. The wall is made of plaster wallboard, inside the wall there is a yellow half-transparent fiberglass plastic that fills in the wall holes and is LED-light illuminated.*

Кафе – предприятие общественного питания, предназначенное для организации отдыха потребителей.

Ассортимент реализуемой продукции по сравнению с рестораном ограниченный. В данном проекте представлено кафе стандартного обслуживания, работающее по принципу самообслуживания.

Целью проекта было создание детского кафе-мороженое для целевой аудитории родителей с детьми и детей дошкольного возраста с 3 до 6 лет.

Требованиями проекта являлось:

- предусмотреть барную стойку, витрины, кассы;
- провести зонирование и создать:
  - обеденную зону (столики на 2-4-6 мест);
  - обеденную зону для компаний (столики и зоны для проведения детских мероприятий, например, дней рождения для компаний от 10 человек);
  - детскую игровую зону.

Проект «Семейное кафе-мороженое» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Дизайн-проектирование» на 5 курсе. Расположение объекта – в жилом районе города, вблизи школы и районного парка. Помимо задания на проектирование был выдан обмерный план помещения кафе, в границах которого авторам была предоставлена возможность демонтировать и монтировать перегородки, менять планировочное решение. В одном из залов помещения уровень пола по отношению к нулевой отметке был выше на 330 мм, эта особенность также была учтена при перепланировке.

Семейное кафе-мороженое представляет собой помещение с двумя разными по вместимости залами. Первый зал рассчитан на 25 мест, где располагается большой и удобный диван со столиками, который можно трансформировать в любую форму, из-за чего появляется возможность проводить детские мероприятия для компаний от 10 человек. В этом же зале располагается барная стойка, витрина с мороженым и касса, а также детская игровая зона и санитарный узел. Второй зал рассчитан на 15 мест, в котором присутствует гардероб у входа в кафе и детская игровая зона. Детская игровая зона составляет одно целое, перетекая из первого зала во второй через отверстие в стене, объединяя оба помещения и давая возможность детям передвигаться через то же отверстие в стене. Над детской зоной расположены качели, прикрепленные к потолку, которые помогут скрасить ожидание не только детям, но и взрослым. Также в кафе имеются служебные помещения для рабочего персонала:

- санитарный узел;
- доготовочное помещение, в котором находится небольшая кухня с холодильником и морозильной камерой;
- комната персонала, где есть шкаф для вещей, а также реализована возможность приема пищи и отдыха.

Служебные помещения имеют общий коридор со служебным выходом, который выполняет функцию загрузки и выгрузки продуктов.

Основной идеей проекта является сырное мороженое, где ключевое слово – сырное. Исходя из этого, выбрана цветовая гамма в желто-белых цветах, а плавные текучие линии с проемами мягкой формы напоминают сырные изделия разных форм и видов. Доминирующим декоративным элементом в кафе является стена из гипсокартона, разделяющая помещение на два зала и имеющая довольно большие отверстия, которые заполняет желтый полупрозрачный стеклопластик, подсвеченный светодиодной лентой.

В дизайн-проект «Семейное кафе-мороженое» входит также разработка фирменного знака с логотипом. Фирменный знак проиллюстрирован в виде рожка с мороженым в желтом и коричневых цветах, где шарики мороженого имеют не стандартную круглую форму, а форму отверстий декоративной стены в интерьере кафе. Похожую форму имеет и сам рожок из-под мороженого. Логотип включает в себя название детского кафе – «Cheese ice-cream». Надпись выполнена в черном цвете.

В состав проекта входят: план с расстановкой мебели, экспликация к плану мебели, фирменный знак с логотипом, перспективное изображение интерьера, альбом с чертежами помещения. В состав альбома входят: обмерный план, план демонтажа, план монтажа, план с расстановкой мебели, план пола, план потолка, план осветительных приборов, план с расстановкой электроустановочных изделий, развертка зала 1, развертка зала 2, деталь (декоративная стена), перспективный вид зала 1, перспективный вид зала 2, фирменный знак с логотипом.

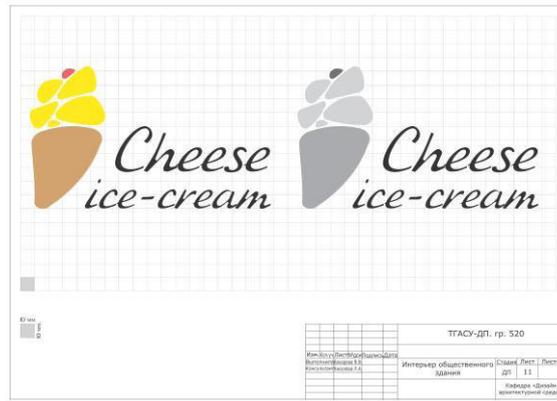


Рис.1. Графическое изображение фирменного знака с логотипом «Cheese ice-cream»



Рис.2. Графическое изображение конкурсного проекта «Семейное кафе-мороженое», автор проекта В.В. Бахарева, руководитель старший преподаватель Л.А. Киселёва

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН КОММУНИКАТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА,  
ИНТЕРЬЕР ХОЛЛОВ ВТОРОГО КОРПУСА ТГАСУ»**

Д.С. Горкольева

Научный руководитель: доцент И.В. Куницкая

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [gorkoltsevadina@gmail.com](mailto:gorkoltsevadina@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT “COMMUNICATIVE SPACE DESIGN,  
HALL INTERIORS OF TSUAB BUILDING”**

D.S. Gorkoltseva

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.V. Kunitskaya

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [gorkoltsevadina@gmail.com](mailto:gorkoltsevadina@gmail.com)

***Abstract.** Each space, its architecture and color scheme were well thought out on the stage of thumbnail. Lighting scenarios were also developed. They were selected according to furniture style. 3D model for each room is made in detail.*

В ходе проектирования дизайна общественных интерьеров дизайнер сталкивается с целым рядом проблем, не свойственных интерьерам частных жилых помещений. В общественных зданиях важнейшую роль играет функциональное зонирование и организация путей движения. Общественные интерьеры часто подразумевают возведение капитальных конструкций и сложные строительно-монтажные работы. На организацию общественных зон могут оказывать влияние технологические процессы, связанные с вентиляцией, освещением, отоплением и т.д. В процессе проектирования необходимо создать образ, отвечающий определенной социальной группе.

Суть возникшей в настоящее время проблемы заключается в том, что предметная среда, формируясь в момент строительства здания, со временем видоизменяется, часто стихийно, утрачивая единство эстетического восприятия. Предметное окружение со временем перестает удовлетворять современным требованиям и возложенному на него функциональному назначению.

Опасность безликости многочисленных образцов стандартизированной архитектуры несет повторяющееся однообразие форм, равнодушно заполняющих пространство, окружающее человека. В этой тенденции пространства, где целое теряет свой образ, а предмет теряет свою индивидуальность, важна активность эстетического подхода. Решение обозначенной проблемы возможно только через комплексный, системный подход к дизайну сложившейся пространственной среды.

Таким образом, актуальность данной работы заключается в необходимости выявления тенденций и закономерностей организации современного общественного интерьера для учебного заведения художественного профиля, а также изучение методов, указывающих целесообразные пути решения дизайнерских задач в области «эстетизации» сложившихся пространств.

Целью данного проекта было создание дизайна коммуникативного пространства, интерьера холлов второго корпуса ТГАСУ. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть определение предметно-пространственной среды в дизайне;
- изучить особенности дизайна внутренних архитектурных пространств;
- изучить типологию интерьерных пространств;
- рассмотреть особенности общественных интерьеров;
- выявить основные требования к естественному и искусственному освещению в учебных заведениях.

Интерьеры выполнены в классическом стиле, светлые тона и декоративные элементы поддерживают общую концепцию проекта. В холлах представлены трансформируемые выставочные стенды, спроектированные для экспозиции студенческих проектов, также в них предусмотрено отделение для макетов и объемных фигур с подсветкой. Экспозиции и выставочные проекты размещаются как в больших специальных стеллажах, так и в настенных, приспособленных для помещений холлов.

В экспозиционном решении выставки действуют все законы композиции: принцип контраста и взаимодополняемости; цветовой, тональной, фактурной, пропорциональной гармонизации; ритмической смены напряжения; пространственной уравновешенности; стилистического единства оформления и др. Стена или стенд должны рассматриваться как единый объект для оформления в русле общей выставочной концепции. Пространственное членение экспозиции и введение дополнительных объемов оправдывается их функциональным назначением и не должно мешать осмотру. Все игровые объекты, вводимые в экспозицию, должны дополнять ее, а не отвлекать от восприятия рисунков, и не разрушать целостности выставочного пространства. Эти виды пространства являются изначально сформированными условиями, существующими как виртуальная реальность, привычная для восприятия пространственному членению экспозиции, типологии этих пространств, видам конструкций оборудования для экспозиций и роли света в выставочной деятельности.

Состав проекта: рабочие чертежи планов пола, потолка, развертки стен; перспективные изображения интерьера, чертеж детали арт-объекта, спецификация отделочных материалов, используемых при решении внутреннего пространства.

Современная предметная среда – качественное, определенное, организованное, структурированное пространство, обладающее потенциалом взаимосвязанности и развития. Интерьерная среда должна представлять многозначную среду, отвечающую условиям духовного и социального развития, которые можно удовлетворить через художественные решения дизайнера, реализуемые при совместимости культуры и техники.

Системный принцип подхода в области создания решений интерьерной среды служит организующим и контролирующим стержнем творчества, обеспечивая значимость и ценность дизайнерского решения.

В ходе курсовой работы были изучены особенности дизайна внутренних архитектурных пространств, в основном общественных интерьеров, требования к естественному и искусственному освещению в учебных заведениях, рассмотрена типология интерьерных пространств и определение предметно-пространственной среды в дизайне.

Дизайн-проектирование интерьера будет ориентировано на студентов и преподавателей художественно-технического профиля, поэтому необходимо предусмотреть места для выставки работ кафедры. В связи с этим в курсовой работе большое внимание уделено рассмотрению выставочной деятельности – пространственному членению экспозиции, типологии этих пространств, видам конструкций оборудования для экспозиций и роли света в выставочной деятельности.

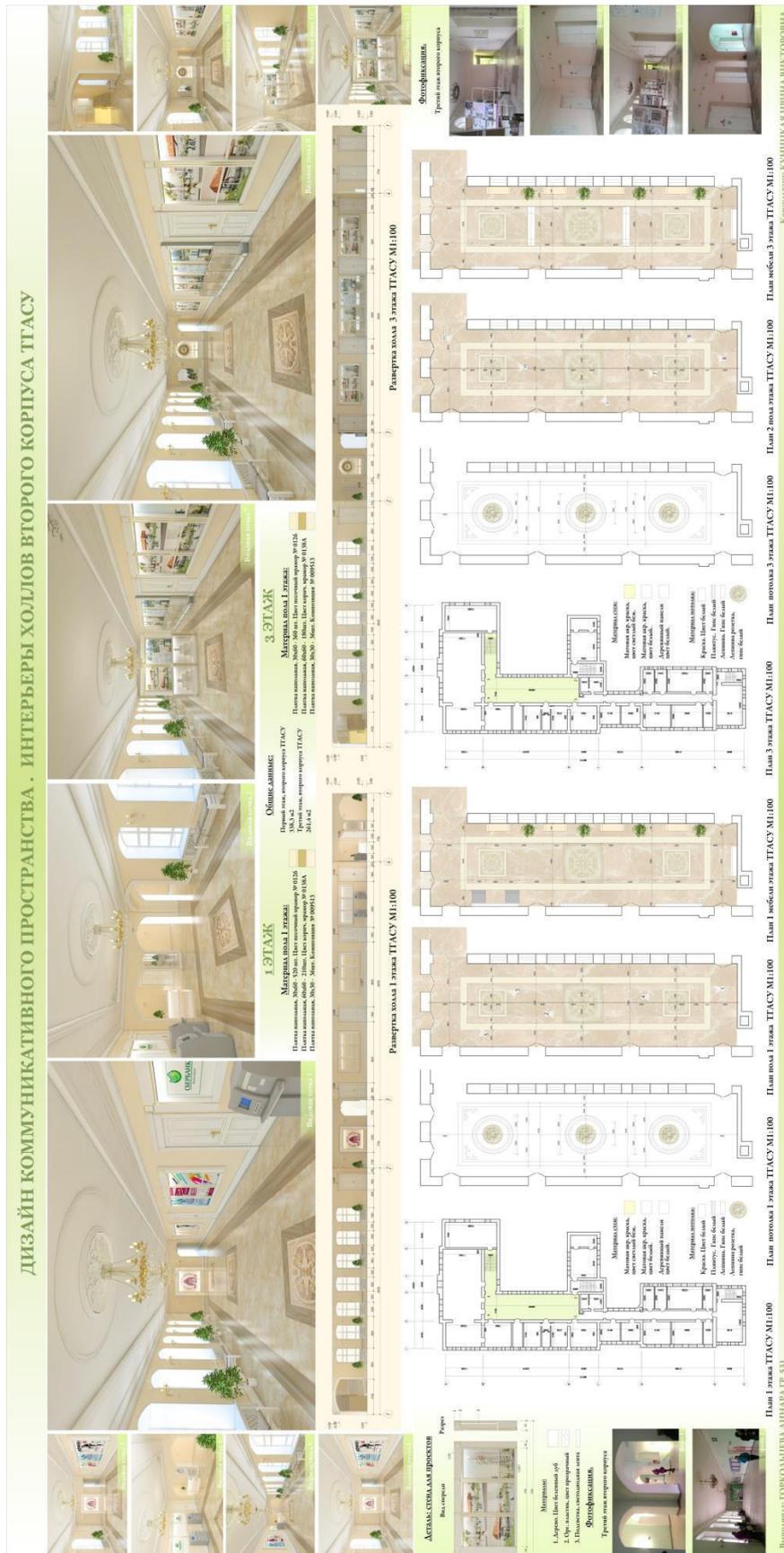


Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Дизайн коммуникативного пространства. Интерьер холлов второго корпуса ТГУАСУ», автор проекта Д.С. Горкольева, руководитель доцент И.В. Куницкая

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР ДОСУГОВОГО ЦЕНТРА»**

В.И. Квашнин

Научный руководитель: доцент И.С. Ковалевская  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [slava240795@yandex.ru](mailto:slava240795@yandex.ru)

**COMPETITION PROJECT “INTERIOR LEISURE CENTER”**

V.I. Kvashnin

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.S. Kovalevskaya  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [slava240795@yandex.ru](mailto:slava240795@yandex.ru)

**Abstract.** Recreation center is designed in Tomsk, Irkutsk lane. The territory for multifunctional space of leisure center was chosen to design the interior, which includes dining room, part of the exhibition and relaxation area. Zoning and combination of different functions in one room are the main features of this project.

Проект «Интерьер досугового центра» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 3 курсе на основе разработанного ранее объекта «Досуговый центр».



Рис. 1. Восточный фасад досугового центра

Досуговый центр запроектирован в г. Томске, на переулке Иркутском. Помещением для разработки интерьера было выбрано многофункциональное пространство досугового центра, включающее в себя обеденную, выставочную часть и зону отдыха.

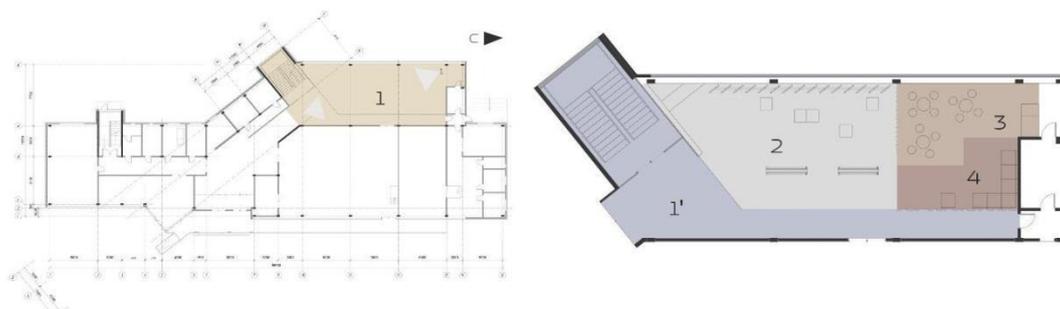


Рис. 2. План 1-го этажа и схема зонирования: 1 – проектируемое помещение, 1' – транзитная зона, 2 – выставочная зона, 3 – буфетная зона, 4 – зона отдыха

В задачи данного проекта входят:

- формирование интерьера в едином стиле на основе конструктивного решения здания;
- обеспечение грамотного функционального зонирования;
- создание лаконичного многофункционального пространства, отвечающего всем требованиям здания досугового центра.

Помещение разделено на несколько функциональных зон, которые в зависимости от ситуации могут объединяться в одно пространство. Буфетная и транзитная зоны отделены раздвижными перегородками, отделяя их от остального помещения. Проектируемый объем интерьера выполнен в двухцветном варианте. Вся мебель подвижная, что придает интерьеру еще большую гибкость планировочного решения. Перетекание пространств, зонирование и соединение разных функций в одном помещении являются главной особенностью данного проекта. За счет большого количества остекления все пространство хорошо освещено. Во избежание попадания прямых солнечных лучей на выставочную зону на уровне первого этажа свет регулируется поворотными панелями.

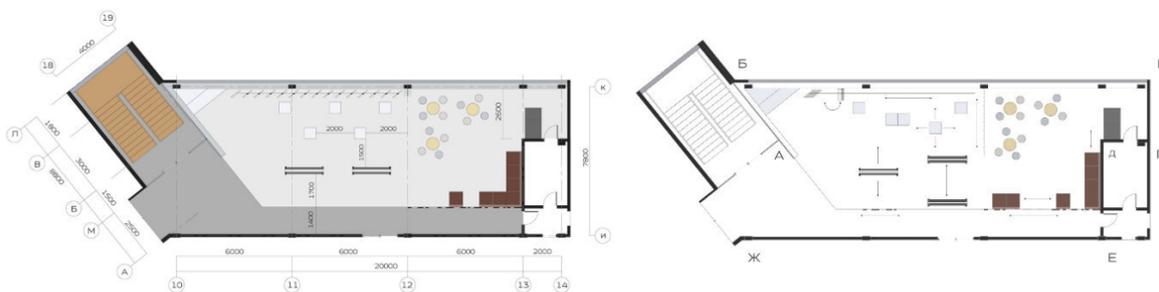


Рис. 3. План помещения и трансформации

Потолок второго этажа выполнен из деревянных досок, которые располагаются на разном уровне относительно друг друга. Некоторые доски заменены лампами: они регулируются по высоте, что позволяет акцентировать свет на каком-либо участке интерьера. Транзитная зона освещается круглыми лампами теплого свечения.

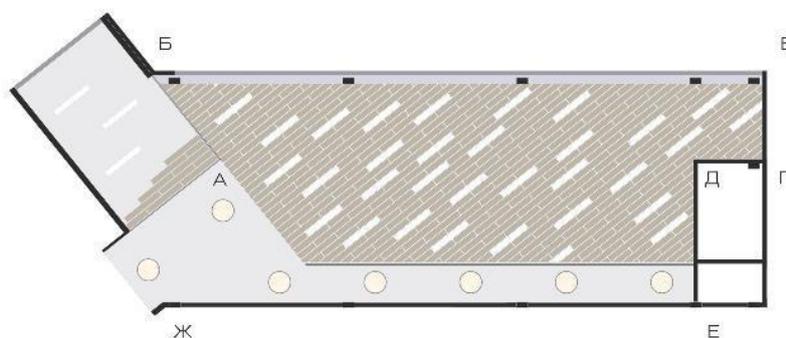


Рис. 4. План потолка

Проектируемый интерьер решен на контрастах: основными отделочными материалами является дерево и бетон. В мебели использована окрашенная сталь, выделяющаяся на фоне белого пола.



Рис. 5. Видовая точка 2

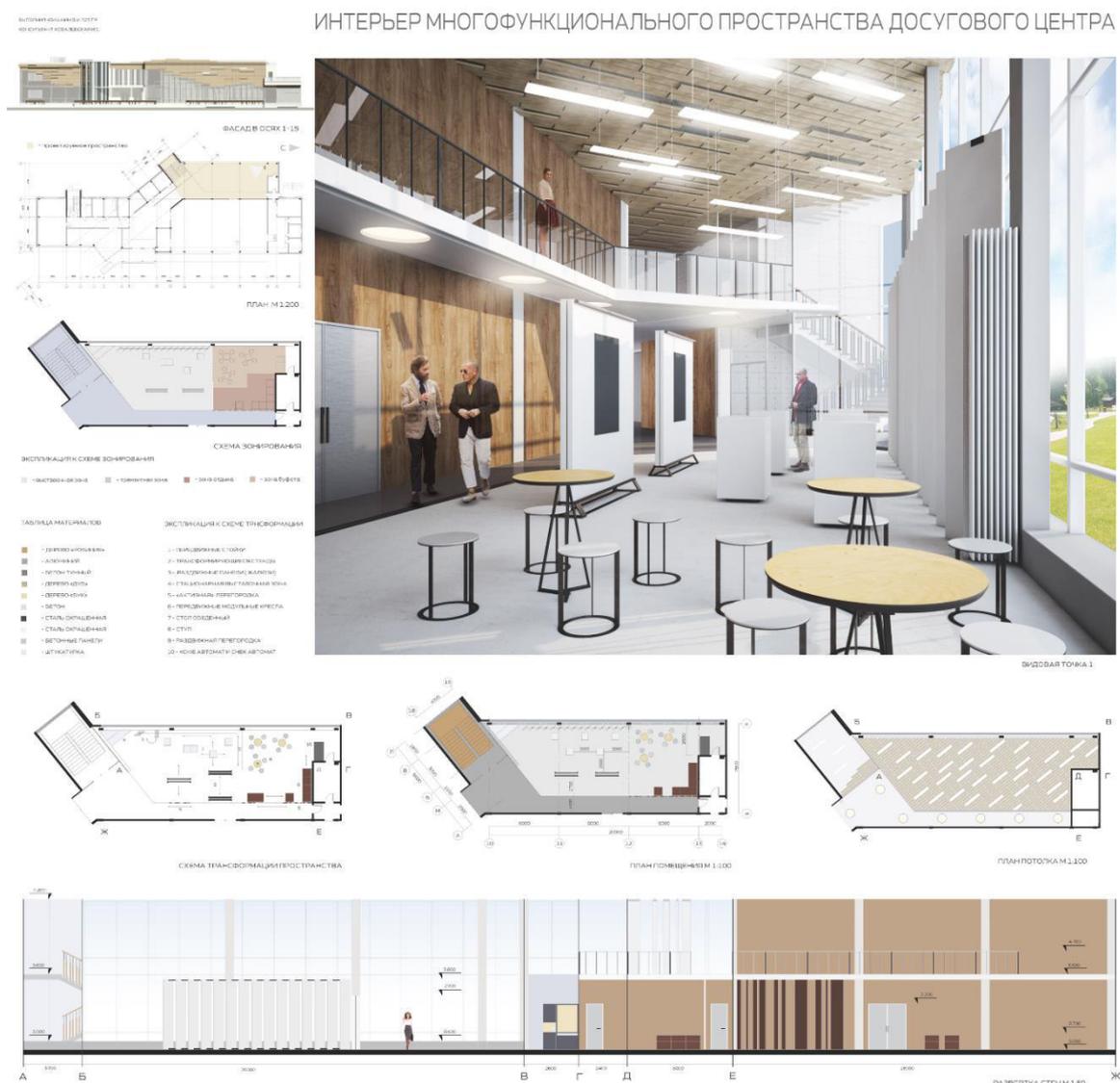


Рис. 6. Графическое изображение конкурсного проекта «Интерьер досугового центра», автор проекта В.И. Квашинин, руководитель доцент И.С. Ковалевская

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ВЕСТИБЮЛЬ СТУДЕНЧЕСКОГО КЛУБА»**

М.А. Ким

Научный руководитель: доцент И.С. Ковалевская  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [kim.m2195@yandex.ru](mailto:kim.m2195@yandex.ru)

**COMPETITION PROJECT “HALL OF THE STUDENTS CLUB”**

M.A. Kim

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.S. Kovalevskaya  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [kim.m2195@yandex.ru](mailto:kim.m2195@yandex.ru)

***Abstract.** The project is carried out on the third year of education as part of the educational process. The task of the course project was to present the interior hall design of the students club. For the rational use of space and the convenience of visitors the hall is divided into three functional areas: a wardrobe, a seating area and a transit zone. The volume of the hall is a double-height space. There is a clerestory on the ceiling of the second floor, which improves natural light illumination of the room. Simple solutions are made in the design of ceilings. The ceiling of the first floor is a lattice structure made of wooden beams; lights are embedded in some of the cells. The second floor ceiling is covered with wooden plates of different thicknesses. The interior design concept is based on the idea of relationship between human and nature. It is reflected in chosen finishing materials and interior elements. The interior of the hall is arranged on the principle of contrast of concrete and wood. Decorative concrete, wood of different type and liquid silk wallpapers have been used as the finishing materials. Wooden materials make the room look more lively and cozy. The columns are made in the form of stylized trees. The decor of “stone” shaped chairs and treelike installations emphasize the natural theme of the interior. The overall interior design is arranged quite simply and laconically, without excesses and unnecessary embellishments. In this way the hall suits functional purpose of the room.*

Проект выполнен на третьем курсе в рамках учебного процесса. Задаaniem курсового проекта являлось представление дизайна интерьера вестибюля студенческого клуба. Студенческий клуб был ранее запроектирован в г. Томске по Иркутскому проезду (Рис.1).



Рис 1. Западный фасад студенческого клуба

Вестибюль в общественном здании имеет функцию распределения людских потоков по разным направлениям. В данном проекте для рационального использования пространства и удобства посетителей, помещение разбито на три функциональные зоны: гардероб, зону отдыха и транзитную зону (Рис. 2).

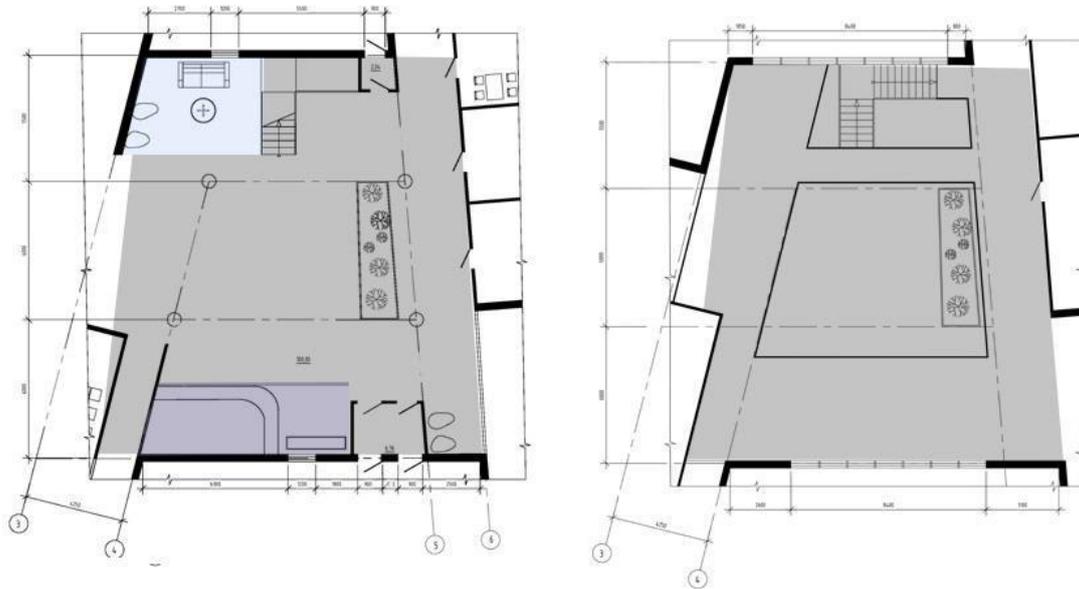


Рис.2. Планы пола первого и второго этажей

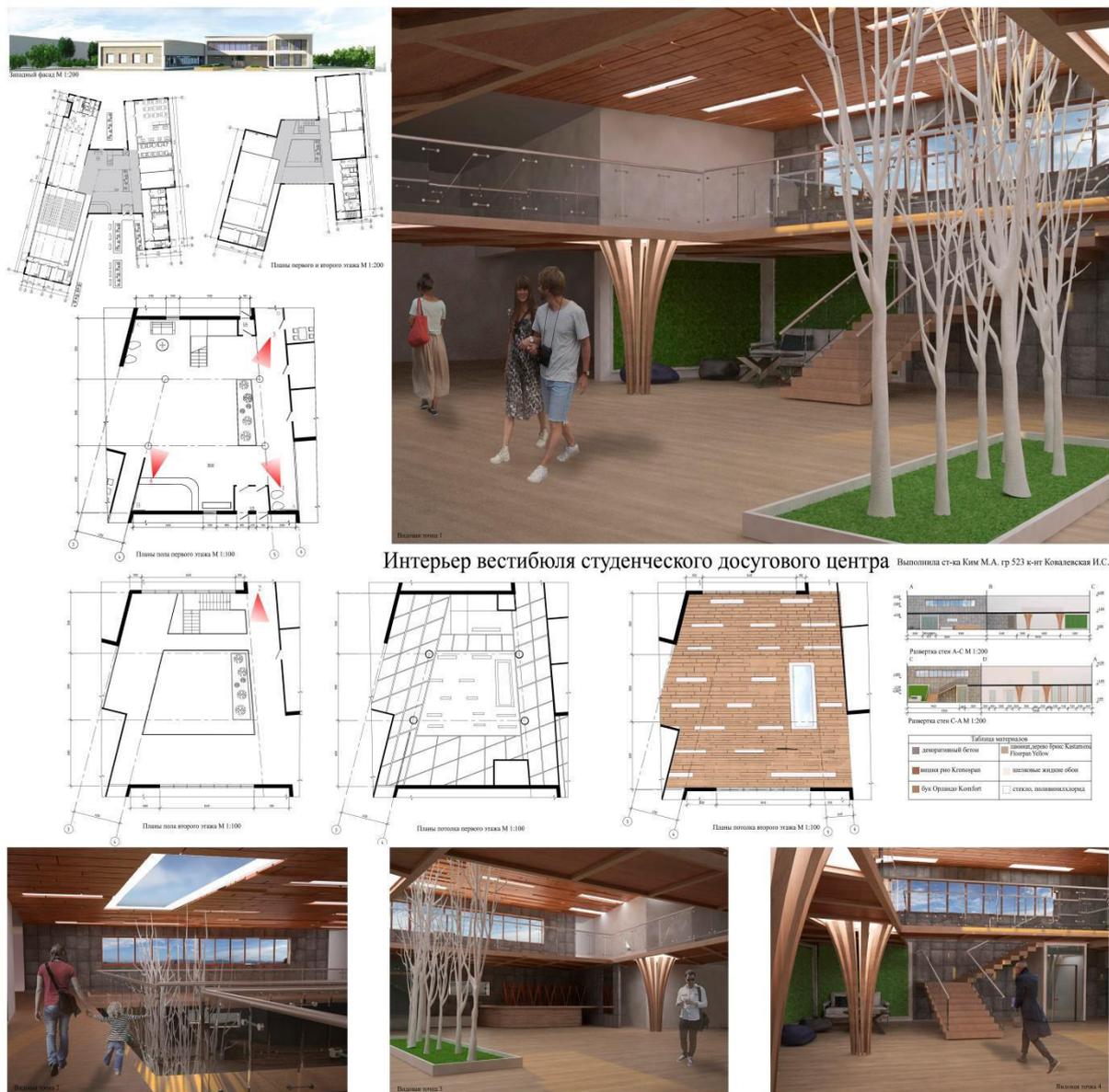
Объем помещения вестибюля представляет собой пространство, решенное в два света. На потолке второго этажа устроен зенитный фонарь – с его помощью помещение лучше освещается естественным светом. В оформлении потолков применены простые решения: потолок первого этажа представляет собой решетчатую структуру из деревянных балок, в некоторых ячейках которого встроены осветительные приборы, потолок второго этажа обшит деревянными панелями различной толщины (Рис. 3).



Рис. 3. Планы потолков первого и второго этажей

Концепция дизайна интерьера основана на идее взаимоотношения человека и природы. Это отражается в выборе отделочных материалов и элементов интерьера. Интерьер вестибюля решен на контрасте бетона и дерева. Для отделки использованы следующие материалы: декоративный бетон, древесина разных пород, шелковые жидкие обои.

Древесина придает помещению более живой и уютный вид. Колонны выполнены в виде стилизованных деревьев; среди прочих элементов декора: кресла-«камни» и инсталляция-«деревья», которые также подчеркивают природную тематику интерьера (Рис. 4). В целом дизайн интерьера решен весьма просто и лаконично, в нем исключены излишества и украшения, за счет чего он отвечает функциональному назначению помещения.



**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН ИНТЕРЬЕРА КВАРТИРЫ  
ДЛЯ СЕМЬИ ИЗ ЧЕТЫРЕХ ЧЕЛОВЕК»**

Е.В. Огородник

Научные руководители: ассистент А.А. Поломошнов, ассистент И.В. Андреев,  
ассистент И.В. Сидоркин

Томский государственный архитектурно строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [evgen\\_ogorodnik@mail.ru](mailto:evgen_ogorodnik@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT: "INTERIOR DESIGN OF APARTMENT  
FOR FAMILY OF FOUR"**

E.V. Ogorodnik

Scientific Supervisors: Assistant A.A. Polomoshnov, Assistant I.V. Andreev, Assistant I.V. Sidorkin

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [evgen\\_ogorodnik@mail.ru](mailto:evgen_ogorodnik@mail.ru)

***Abstract.** The project "Interior design of apartment" is carried out on the 4<sup>th</sup> year of education on the Faculty of Architecture. This project is a design-concept solution of apartment interior for the family of four. The aim of this project was re-planning of residential apartment. Conditions taken into account for the design included family structure and the description of an activity of its members, their wishes and requirements. The project includes working drawings, scans and visualizations of interiors, details of the author's design and selection of finishing materials. The apartment meets all specified requirements, and it has an unusual planning and accommodation facilities. According to the results of redevelopment the apartment gained a total area of 143.62 m<sup>2</sup>, of which 66.94 m<sup>2</sup> of living space and 76.68 m<sup>2</sup> of residential area, and two adjacent glazed balcony areas of 8.69 m<sup>2</sup> in total.*

Современный дизайн интерьеров представляет собой «симбиоз» человека и окружающего его пространства. Залогом правильно спроектированного дизайна интерьера является подход, при котором учитываются не только потребности, но и физические возможности, жизненные взгляды и предпочтения абсолютно каждого проживающего в нем человека. Также немаловажную роль играет осведомленность дизайнера о современных тенденциях и «ноу-хау» в сфере дизайна и не только, ведь внедрение в интерьер различных технологий или необычных элементов предоставляет ему возможность обрести иногда неповторимую, а зачастую и приятно удивляющую индивидуальность.

Целью данного проекта являлась перепланировка жилой квартиры, учитывающая предоставленные для проектирования условия, в которые входил состав семьи и описание рода деятельности ее членов, их пожелания и требования; задание было выдано в форме «легенды».

Легенда-задание:

Запроектировать перепланировку жилой квартиры для семьи из четырех человек, в которой отец семейства – художник, мать – банковский работник, и двое детей разного пола, мальчик десяти и девочка

восьми лет. Необходимо предусмотреть рабочее место для матери, для работы за ноутбуком, и пространство-мастерскую для отца. Желательно избежать объединения кухни и гостиной. Возможно утепление и присоединение балконов к жилым комнатам.

Проект «Дизайн интерьера квартиры» выполнялся в рамках графика учебного процесса по направлению «Архитектурно-дизайнерское проектирование» для студентов четвертого курса архитектурного факультета, обучающихся по направлению «Дизайн архитектурной среды». Данный проект представляет собой дизайн-концепцию решения интерьера квартиры для проживания в ней семьи из четырех человек. В ходе проектирования был вычерчен фактический план помещения (обмерный), выявлены несущие стены и перегородки, разработан план демонтажных и монтажных работ, произведен подбор отделочных материалов. Разработаны и запроектированы предметы интерьерного наполнения. План демонтажных работ разрабатывался с учетом последующего монтажа перегородок, необходимых для перепланировки, что обеспечило сокращение демонтажных работ.

Также в процессе проектирования были учтены пожелания и требования семьи:

- обеспечение рабочего места в спальне для матери;
- организация мастерской в помещении, не имеющем естественного освещения, путем создания системы искусственного освещения;

- перепланировка квартиры с отдельным размещением гостиной и кухни;

- утепление и присоединение полукружного балкона к жилой площади квартиры.

При проектировании были применены и другие приемы функционального зонирования, такие как:

- проектирование двух санитарных узлов, один из которых оснащен ванной, унитазом и умывальником, а другой оснащен унитазом, умывальником и душевой кабиной;

- проектирование постирочной комнаты с организацией системы хранения для обеспечения наибольшего комфорта при использовании стиральной и сушильной машин;

- размещение родительской комнаты в дальнем углу квартиры для создания условий тихого отдыха;

- необычное решение пространства холла, имеющего криволинейную форму, объединенного с пространством гостиной;

- организация детской комнаты на месте бывшей гостиной, с присоединением и утеплением балкона;

- проектирование детской, имеющей деление на три части (зона с размещением спального места, гардероба, стеллажа и рабочего пространства для девочки; зона с размещением спального места, гардероба и рабочего пространства для мальчика; общую игровую зону).

За счет того, что вход в комнату осуществляется через зону игровой, а зоны детей оснащены потолочными карнизами и шторами-перегородками, каждая зона может быть отделена от общего пространства комнаты, и дети имеют возможность уединения в личном пространстве. Балкон остеклен как французское окно, тем самым обеспечивается хорошее освещение комнаты естественным светом.

Дизайн интерьера квартиры выполнен с использованием современных материалов и технологий. Он имеет нестандартную планировку и размещение комнат, а главное отвечает всем, заданным учебным планом, требованиям. По итогу перепланировки, квартира обрела общую площадь в 143,62 м<sup>2</sup>, из них 66,94 м<sup>2</sup> жилой площади и 76,68 м<sup>2</sup> нежилой площади, а два смежных остекленных балкона имеют площадь в 8,69 м<sup>2</sup>.

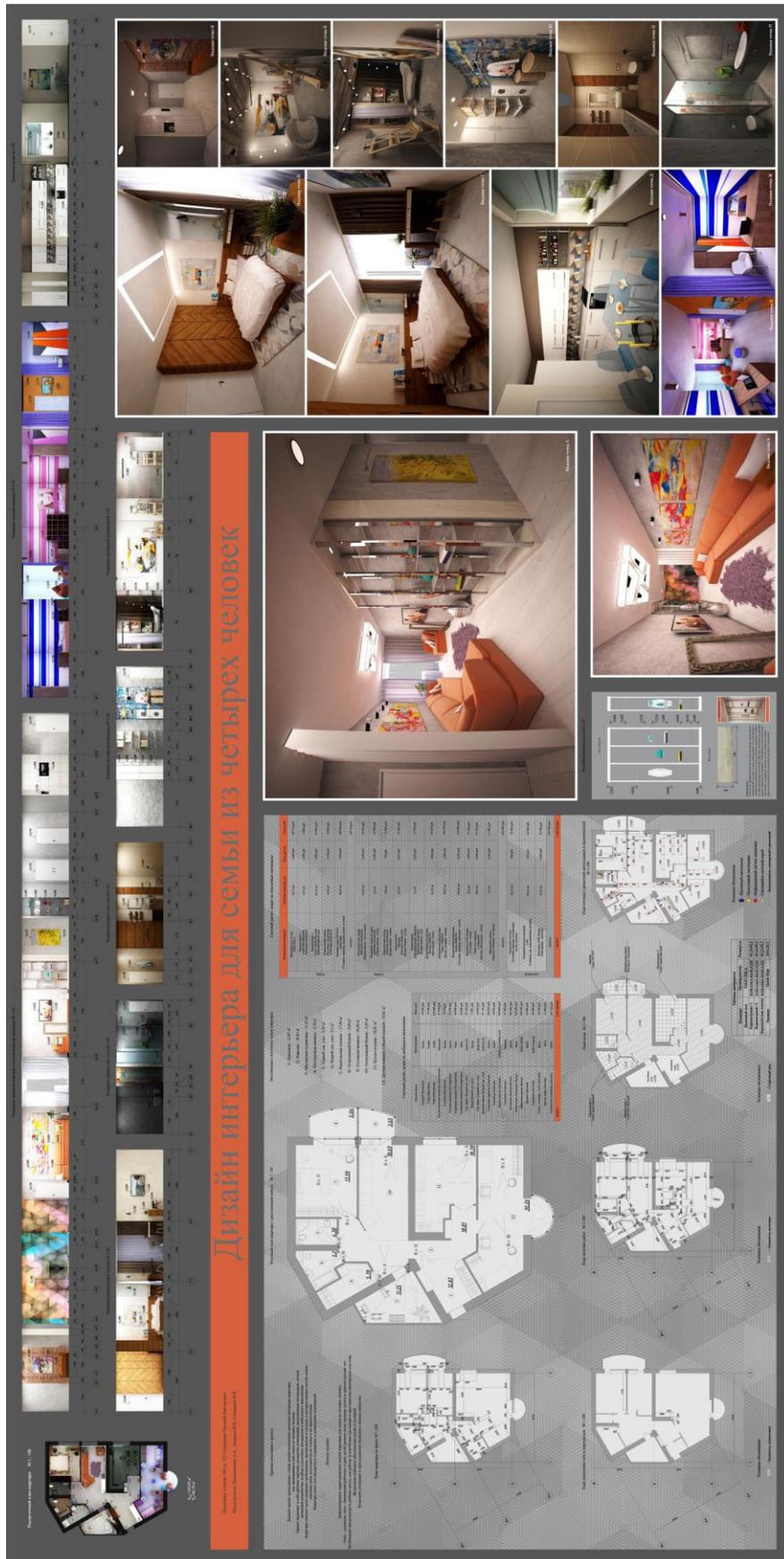


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Дизайна интерьера квартиры для семьи из четырех человек», автор проекта Е.В. Огородник, руководители: ассистент А.А. Поломошнов, ассистент И.В. Андреев, ассистент И.В. Сидоркин

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ. САЛОН КОМПАНИИ ПО  
ПРОДАЖЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР»**

Н.И. Плотникова

Научный руководитель: доцент, канд. архитектуры И.И. Колосова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [nadplot37@yandex.ru](mailto:nadplot37@yandex.ru)

**COMPETITION PROJECT "PUBLIC BUILDING INTERIOR.  
SOFTWARE AND VIDEO GAMES COMPANY STORE"**

N.I. Plotnikova

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. I.I. Kolosova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [nadplot37@yandex.ru](mailto:nadplot37@yandex.ru)

***Abstract.** The aim of this project was to create unique and unrepeatable interior space of the computer store, taking into account the requirements of ergonomics. Interior of a public building designed not only as a store, but as a place that provides space for demonstration of new IT-technologies. It also has individual cabins' system for testing new computer products. Clients may try a particular product in a "cab for testing" and then make a choice to buy it or not. The project combines straight lines with curved surfaces flowing into each other, as if you were on the board of a spaceship. Metal elements and colors (white, red, gray, black) are typical for high-tech style and they emphasize lines and shapes.*

«Жизнь налаживается только при согласовании двух противоположных принципов, управляющих человеческой личностью: индивидуального и коллективного... План хорош только в том случае, если он обеспечивает плодотворное сотрудничество людей при максимальном сохранении их индивидуальной свободы», одно из известных выражений архитектора с мировым именем Ле Корбюзье.

В ходе проектирования дизайна общественных интерьеров, архитектор сталкивается с целым рядом проблем, не свойственных интерьерам частных жилых помещений. В общественных зданиях важнейшую роль играет функциональное зонирование и организация путей движения. Общественные интерьеры часто подразумевают возведение капитальных конструкций и сложные строительно-монтажные работы. На организацию общественных зон могут оказывать влияние технологические процессы, связанные с вентиляцией, освещением, отоплением и т.д. В процессе проектирования необходимо создать образ, отвечающий не отдельному заказчику, а определенной социальной группе.

Одна из главных трудностей заключается в том, что дизайн интерьера общественных помещений должен соответствовать требованиям санитарной и пожарной безопасности. Необходимо учитывать общую безопасность, прокладку инженерных коммуникаций, подбор необходимых строительно-отделочных материалов и т.д. То или иное общественное помещение должно быть безупречно выполнено с технической стороны, и при этом оно должно быть привлекательным для посетителей.

Интерьеры должны не только соответствовать своему назначению, но и быть при этом стильными и оригинальными.

Целью данного проекта было создание уникального и неповторимого образа интерьерного пространства компьютерного салона по продаже программного обеспечения и компьютерных игр, обладающего не только эстетическим аспектам, но и принципам эргономики.

В процессе проектирования необходимо было решить несколько задач:

- познакомиться и систематизировать отечественный и зарубежный опыт в проектировании компьютерных салонов;
- изучить характер продаж и демонстрации компьютерного оборудования и компьютерных программ, чтобы обеспечить комфортную работу персонала и удобство для клиентов;
- разработать выразительный визуальный образ;
- подготовить рабочие чертежи (планы монтажа и демонтажа, планы электротехнического оборудования и электрических изделий, план пола и потолка, развертки стен, чертежи для авторских изделий мебели и т.д.);
- применить новые технологии и материалы в проекте.

В дизайне интерьера общественных зданий необходимо учитывать любую мелочь, за которую может зацепиться взгляд посетителя. Как известно, общее впечатление об интерьере складывается из деталей, поэтому важно сделать его максимально гармоничным, чтобы с первого взгляда у человека сложилось то впечатление, которое проектировщик хотел бы на него произвести, будь то респектабельность, открытость, солидность или следование современным тенденциям. В зависимости от назначения, интерьер здания должен быть выполнен в соответствующем стиле, т.к. компьютерные технологии – это современный этап жизни нового общества, и интерьерное решение должно подчеркнуть новизну и стремление ко всему новому и необычному. Именно этим и продиктовано визуальное решение проекта.

Привлекательный дизайн, спроектированный с учётом всех технологических требований, позволяет решить множество актуальных задач:

- создать благоприятную рабочую атмосферу;
- привлечь новых и удержать постоянных клиентов;
- повысить уровень продаж.

Интерьер общественного здания разработан для салона по продаже программного обеспечения и компьютерных игр в городе Томске. Современный и комфортный компьютерный салон, создан с учетом последних компьютерных технологий и дизайна. Это не только магазин с системой витрин и стеллажей (выполненных по авторскому проекту), здесь также предусмотрен зал для демонстрации новых IT-технологий и индивидуальные «кабины» для тестирования того или иного компьютерного продукта. Клиент сам может опробовать тот или иной товар в такой «кабине для тестирования» и определиться с выбором. Консультанты в выставочном зале помогут клиенту определиться с покупкой. Для персонала салона оборудована специальная служебная зона с комнатой отдыха и бытовыми помещениями.

Дополнительно в демонстрационном зале могут быть организованы курсы повышения квалификации и компьютерные курсы для желающих (на 12–18 человек). Демонстрационный зал оснащен современным оборудованием, при этом он характерен удобным расположением мониторов и места лектора, который может в любой момент оказать помощь.

В проекте прямые линии сочетаются с изогнутыми поверхностями, как бы перетекающие друг в друга, для создания имитации убранства космического корабля, бороздящего просторы вселенной. Обилие металлических элементов и применение цветов (белый, красный, серый, черный), характерных для стиля хай-тек, подчеркивают линии и формы. Хай-тек в интерьере может иметь провокационный характер, что добавляет некую нотку дерзости проекту салона по продаже программного обеспечения и компьютерных игр.

Состав проекта: комплект чертежей и представленный на конкурсе визуальный материал с изображениями салона и планом с расстановкой мебели.

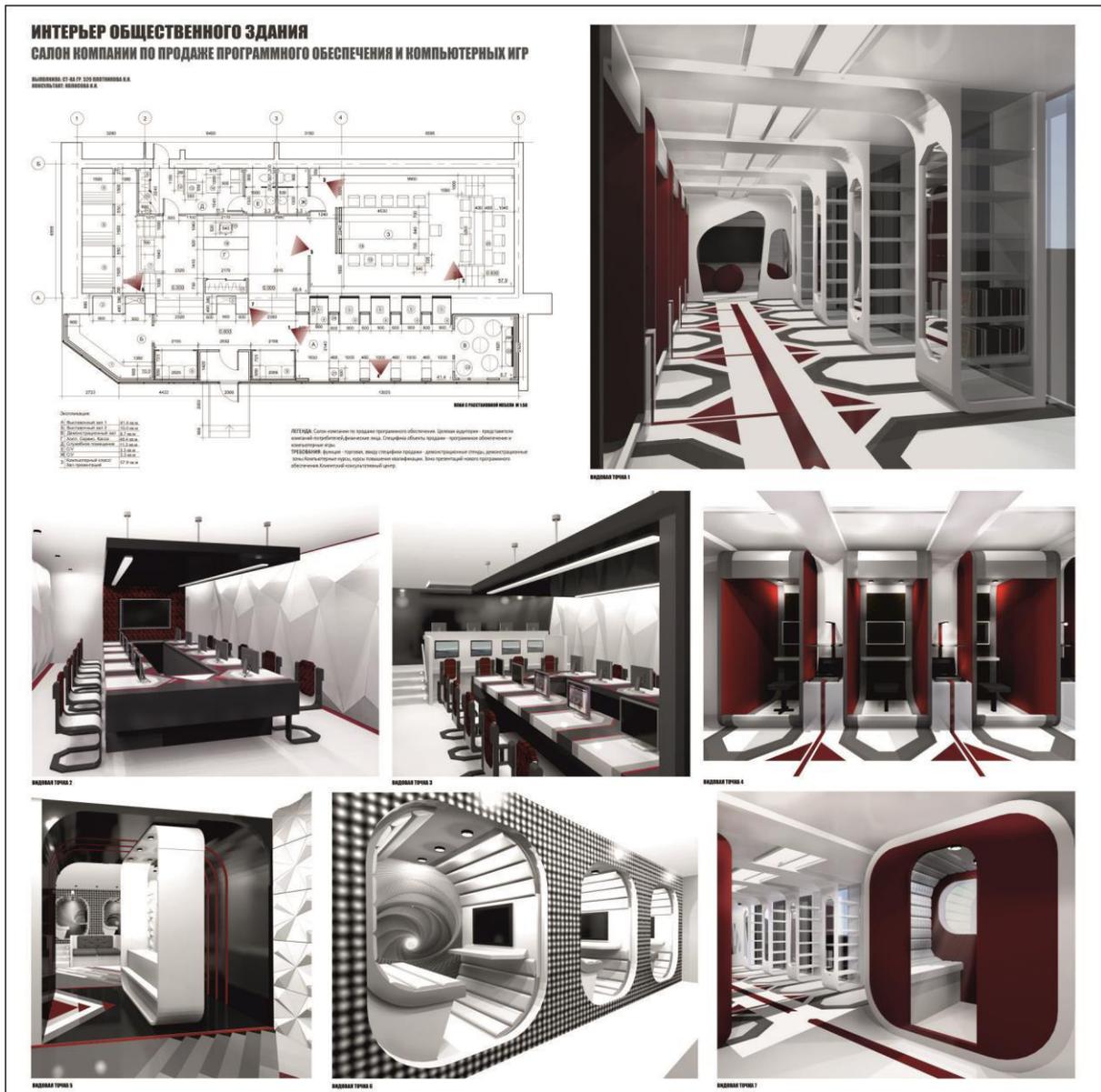


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Интерьер общественного здания. Салон компании по продаже программного обеспечения и компьютерных игр», автор проекта Н.И. Плотникова, руководитель доцент, канд. архитектуры И.И. Колосова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КВАРТИРЫ В СТИЛЕ КАНТРИ»**

А.С. Тайлашев

Научный руководитель: доцент, канд. арх. И.И. Колосова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [artaylashev@mail.ru](mailto:artaylashev@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “COUNTRY-STYLE APARTMENT INTERIOR”**

A.S. Taylashev

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. I.I. Kolosova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [artaylashev@mail.ru](mailto:artaylashev@mail.ru)

***Abstract.** The interior is designed for the real family. Husband and wife are middle-aged; the main husband's work is Stock Exchange trading (round the clock); wife is a budgetary employee, she is interested in cultivation of flowers; spouses are very hospitable. Their daughter and her husband are students, they live active lifestyle, love parties, often invite friends to visit. They prefer country-style in the interior. The aim of this project was to create comfortable and interesting environment for a large family, satisfying the needs of people for rest, work and entertainment. Since there wasn't enough space for such number of residents in this project, designer had to find and apply solutions to save this space without neglecting comfort and living convenience. These solutions include: complex shape of walls that allow "win" the space and create niches, working on different premises; sliding doors, which allowed to save space in the room and in the newlywed's bedroom; podium bed with built-in drawers for storing clothes; washing machine, combined with the sink in the bathroom; bookcase in husband's office, located in a special way and working on the two sides (it divides a single room in two separate comfortable workplaces). Finishing materials of interior design are very important. It was necessary to use materials that would match specific stylistic preferences of customers. The country-style is characterized by natural (or mimic natural) materials.*

Интерьер проектируется для реальной семьи. Муж и жена – среднего возраста; основная работа мужа – игра на фондовой бирже (круглосуточно); жена – бюджетный работник, увлекается разведением цветов; супруги очень гостеприимны. Дочь и ее муж – студенты, ведут активный образ жизни, любят вечеринки, часто приглашают друзей в гости. Из стилей предпочитают кантри.

Целью этого проекта было создание комфортной и интересной среды для проживания большой семьи, удовлетворяющей потребностям проживающих людей в отдыхе, работе и развлечениях.

Задачи, с которыми пришлось столкнуться при проектировании, были следующими:

- изучить отечественный и зарубежный опыт в проектировании жилого интерьера, изучить и передать в проекте основные особенности и черты стиля кантри;
- найти решения, позволяющие в условиях ограниченного пространства обеспечить максимальную функциональность помещений;

- разработать конструктивные решения, отвечающие современным нормам строительства, обеспечивающим надежность и безопасность в эксплуатации здания;
- подготовить альбом рабочих чертежей (планы монтажа и демонтажа, планы пола, потолка и расстановки мебели, электротехнического оборудования и электрических изделий, развертки стен, чертежи разработанных специально для данного проекта деталей интерьера, визуализации);
- создать выразительный визуальный образ.

#### **Конструктивные решения**

Проектом предусмотрено создание межкомнатных несущих перегородок из пазогребневых плит, изготавливаемых на основе гипсового вяжущего компонента со специальными добавками. Соединение «паз – гребень» позволяет осуществлять быстрый монтаж пазогребневых плит при возведении стен и создает дополнительный запас прочности. В помещениях с повышенной влажностью, в частности в санузле, используются гидрофобизированные (влагостойкие) пазогребневые плиты. Эксплуатационные качества пазогребневых блоков обусловлены свойствами исходного материала. Как и все изделия из гипса, пазогребневые блоки обладают способностью регулировать влажность воздуха в помещениях, поддерживая оптимальный режим. Температурные колебания не вызывают в плитах деформаций, а отличные звукоизоляционные свойства гарантируют тишину в квартире. Поверхности гипсоблоков сразу же готовы для любой последующей декоративной отделки.

#### **Планировочные решения**

Так как в данном проекте площади помещений были достаточно малы для такого количества проживающих, приходилось искать и применять решения, позволяющие экономить пространство, не пренебрегая при этом комфортабельностью и удобством проживающих. К таким решениям относятся: стены сложных форм, позволяющие «выигрывать» пространство, создающие ниши, работающие на разные помещения; дверь-пенал, которая позволила сэкономить пространство в зале и спальне молодоженов; кровать-подиум со встроенными ящиками для хранения белья; стиральная машина, совмещенная с раковиной в санузле; книжный шкаф в кабинете, расположенный особым образом и работающий на две стороны, он делит одно помещение на два полноценных и удобных рабочих места.

#### **Материалы**

Отделочные материалы в проекте интерьера имеют очень важное значение. На их плечи ложатся две серьезные задачи – надежность и комфорт при эксплуатации, а также создание эстетически благоприятной среды. В данном проекте необходимо было использовать материалы, соответствующие четкому стилевому предпочтению заказчиков. Для стиля кантри характерны натуральные (либо имитирующие натуральные) материалы.

В данном проекте были использованы следующие материалы: пол – ламинат различных расцветок в жилых помещениях и разные виды плиток, имитирующие камень, в санузле, прихожей и коридоре; потолок – подвесной реечный, имитирующий дерево, в санузле и кабинете, в остальных помещениях простая водоэмульсионная краска, т.к. простота – еще одна черта стиля кантри. В отделке стен в основном использованы обои с характерным для стиля кантри рисунком. В некоторых помещениях использовались деревянные стеновые панели, вагонка ПВХ, имитирующая дерево.



Рис. 1 Графическое изображение конкурсного проекта «Интерьер квартиры в стиле кантри», автор проекта А.С. Тайлашев, руководитель доцент, канд. арх. И.И. Колосова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МЕЖВУЗОВСКИЙ КОМПЛЕКС В ГРАНИЦАХ УЛИЦ КРЫЛОВА,  
НИКИТИНА, ГОГОЛЯ И ПЕРЕУЛКА ПЛЕХАНОВА В Г. ТОМСКЕ»**

Г.С. Захаренко

Научный руководитель: доцент В.В. Муленок

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [zname@sibmail.com](mailto:zname@sibmail.com)

**COMPETITION PROJECT "INTERCOLLEGIATE COMPLEX IN TOMSK, KRYLOVA, NIKITINA,  
GOGOLYA AND PLEKHANOVA STREETS BORDERS"**

G.S. Zaharenko

Scientific Supervisor: Associate Prof. V.V. Mulenok

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [zname@sibmail.com](mailto:zname@sibmail.com)

***Abstract.** The project envisages the reconstruction territory of the former school of communication in Krylova, Nikitina, Gogolya and Plekhanova streets borders. In this area it is proposed to build intercollegiate center for entrant teachers and students to provide the opportunity to demonstrate all universities for visitors of the city so to give them choice in entering in one or another university. The complex will include laboratories, a hotel, a complex of four buildings with a large number of halls and rooms for exhibitions and lectures, the auditorium and a large underground space with multifunctional rooms. The historic building on this territory will be restored and it will have a function of administration. The underground and temporary surface parking lots will accommodate all the guests arriving by car.*

Город Томск является одним из студенческих городов России, что способствует постоянному притоку студентов со всех уголков нашей страны и из-за рубежа. Каждый университет города обладает своим собственным комплексом объектов, которые помогают приезжим студентам обустроиться на новом месте. Но для этого многим из них необходимо изначально точно знать, куда они планируют поступить и что для этого требуется. Такая ситуация складывается не всегда в пользу будущего студента, она не дает ему выбора или возможности вовремя поменять решение. Для того чтобы решить сложившуюся ситуацию автор проекта предлагает возведение нового межвузовского комплекса, который позволит будущим студентам ознакомиться со всеми вузами города, понять, что для него является более близким и сделать правильный выбор. Помимо этого, данный комплекс расширит возможности самих вузов, организует для них дополнительные площади и поможет развивать собственную научную деятельность.

Предполагаемый межвузовский комплекс будет располагаться в границах улиц Крылова, Никитина, Гоголя и переулка Плеханова, на территории бывшего училища связи. На данный момент на обозначенной территории располагается ряд сооружений различного функционального назначения, такие как: учебные корпуса, казармы, спортивный зал, столовая, клуб, кпп и ряд мелких подсобных помещений. Все эти здания утратили свою функцию и находятся в аварийном состоянии. Наиболее яркое и выделяющееся здание – здание Томской православной духовной семинарии, оно несет в себе большую историческую ценность и является объектом культурного наследия. По проекту это сооружение будет отреставрировано и частично реконструировано. Большая часть остальных построек будет демонтирована для возведения новых, современных зданий. Вновь возводимые здания будут отвечать современным требованиям безопасности в сочетании с передовыми технологиями. Комплекс зданий, который будет построен на данной территории, будет включать в себя четырехэтажные гостиницы, здание лабораторного комплекса для вузов, вместительный зал для проведения концертов, выступлений и показов видеоматериалов для жителей и гостей города, кафе; четыре multifunctional комплекса, предназначенные для высших городских учебных заведений, большой подземный этаж с зимним садом и подземную парковку на 120 мест.

Комплекс зданий представляет собой сочетание классической каменной и современной архитектуры. Исторически ценное здание будет наделено функцией администрирования всего комплекса; также оно примет на себя часть административных функций вузов города и будет осуществлять работу с абитуриентами. Лабораторный комплекс позволит вузам проводить исследования и в случае необходимости более тесно сотрудничать. Зрительный зал будет использоваться для значимых

публичных выступлений, проведения демонстраций и показа уникального видео материала. Многофункциональные комплексы включают в себя аудитории для проведения лекций с преподавателями, в том числе и из-за рубежа, компьютерные классы для работы студентов, небольшие помещения с базой данных университетских библиотек города, конференц-залы, выставочные павильоны с постоянными и временными экспозициями, музеи и подсобные помещения. Подземный этаж представляет собой связующее звено между четырьмя комплексами и зрительным залом. Он включает в себя несколько современных и универсальных медиа-пространств, хранилища музеев и выставок, дополнительные выставочные залы, зимний сад и вертикальные коммуникации с выходами на улицу. Подземная парковка объединена с подземным этажом.

Для возведения зданий на этой территории применяется монолитно-каркасная система, благодаря которой достигается высокая прочность, надежность и уникальность внешнего облика архитектуры. Облик бывшего здания духовной семинарии остается практически неизменным за исключением переноса входного узла и добавления стеклянного корпуса, который связывает два крупных объема между собой и позволяет историческому зданию лучше вписаться в современную архитектуру, не теряя при этом собственной ценности. Простые, но в тоже время современные объемы гостиниц и лабораторий создают поддержку для центральной композиции всего комплекса – исторического здания. Концертный зал обладает связующей функцией между спокойной и динамичной частью композиции, кроме того он устроен так, что позволяет посетителям подниматься на кровлю и наблюдать за представлениями, которые проходят на площади рядом с администрацией. Комплекс из четырех межвузовских корпусов – это «бурный всплеск» энергии и динамики, которая подчеркивается крупными выносными конструкциями и массивным остеклением, а также озелененными пандусами-крышами, позволяющими подняться на второй этаж с уличного пространства.

Генеральный план позволяет увидеть, что проектом предусмотрена организация двух временных парковок для посетителей комплекса, обширной прогулочной территории, зоны отдыха, пруда, выровненных по уровню проезжей части с целью ее расширения, трамвайных путей, обширных территорий озеленения, рощи, световых фонарей для освещения подземного этажа. Проектом также предусматривается сохранение и обустройство территории вокруг памятника.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, вскрытый генеральный план на уровне первого этажа, план подземного этажа, развертка, разрез, объемные визуализации.

Общие площади: гостиничные номера – 2150 м<sup>2</sup>, кабинеты лаборатории – 1500 м<sup>2</sup>, помещения администрации – 2400 м<sup>2</sup>, кабинеты приема абитуриентов – 600 м<sup>2</sup>, зрительный зал – 770 м<sup>2</sup>, лекционные аудитории – 800 м<sup>2</sup>, компьютерные классы – 170 м<sup>2</sup>, кабинеты библиотек – 100 м<sup>2</sup>, конференц-залы – 1000 м<sup>2</sup>, выставочные павильоны – 1100 м<sup>2</sup>, музеи – 600 м<sup>2</sup>, подсобные помещения – 800 м<sup>2</sup>, зимний сад – 1200 м<sup>2</sup>, медиа-пространства – 5960 м<sup>2</sup>, хранилища – 1200 м<sup>2</sup>, дополнительные выставочные залы – 2800 м<sup>2</sup>, подземная парковка – 4700 м<sup>2</sup>.



**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИСПРАВИТЕЛЬНАЯ КОЛОНИЯ СТРОГОГО РЕЖИМА  
НА 2000 ОСУЖДЕННЫХ В Г. ТОМСКЕ»**

П.Е. Битук

Научный руководитель: доцент С.Ю. Худяков  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [p.bituk@mail.ru](mailto:p.bituk@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “PENAL COLONY FOR 2000 PRISONERS IN TOMSK”**

P.E. Bituk

Scientific Supervisor: Associate Prof. S.Yu. Khudyakov  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [p.bituk@mail.ru](mailto:p.bituk@mail.ru)

***Abstract.** The paper presents the materials of project of penal colony in Tomsk city for 2000 prisoners. The main parameters of the project and its technical and economic indicators are given.*

Значительная часть исправительных учреждений РФ располагаются в старых зданиях. За последние годы из-за неудовлетворительного состояния произошли обрушения строительных конструкций режимных корпусов в следственных изоляторах Астраханской, Магаданской, Московской, Тамбовской, Читинской и других областей. В настоящее время рассматривается вопрос о прекращении эксплуатации многих исправительных учреждений по причинам аварийного технического состояния и несоответствия действующим нормативным актам. Острейшей проблемой уголовно-исполнительной системы остается приведение условий содержания подследственных и осужденных в соответствие с законодательством РФ. Вышеназванные проблемы также являются актуальными для исправительных учреждений г. Томска, в частности, для действующей исправительной колонии №4 (ИК-4) строгого вида режима, расположенной по адресу: ул. Нахимова 3/1.

Целью данного проекта являлась разработка архитектурно-планировочных решений для строительства современной колонии строгого режима содержания за территорией города г. Томска с переносом функционального назначения существующей ИК-4, что позволяет увеличить лимит содержания осужденных с 1300 до 2000 с возможностью размещения производственных линий кирпича и пеноблоков, а также швейных и столярных мастерских.

Актуальность проекта обусловлена следующими составляющими:

1. В соответствии с материалами генерального плана г. Томска, разработанного проектным институтом ЭНКО г. Санкт-Петербург, ИК-4 подлежит выносу за пределы городской территории.
2. Гуманизация уголовно-исполнительной политики государства в части улучшения условий содержания осужденных и созданием исправительных учреждений нового типа.
3. Улучшение эстетического облика города.
4. Инвестиционная привлекательность территории, занимаемой ИК-4.
5. Физический износ зданий и сооружений ИК-4.



Рис. 1. Схема функционального зонирования территории

б. Криминогенная обстановка, возникающая около исправительной колонии вследствие появления возле нее лиц криминальной направленности.

Опорный план территории новой колонии расположен вдоль Кузовлевского тракта. С южной стороны – река Киргизка, с восточной – Кузовлевский тракт. Перепад рельефа незначительный, меньше 3 м, что соответствует требованиям норм проектирования исправительных учреждений. Территория исправительной колонии имеет основной функциональный заезд со стороны Кузовлевского тракта. Колония представляет собой комплекс малоэтажных сооружений, разделенных на локальную, режимную и хозяйственно-складскую зоны (Рис. 1). Генеральным

планом не предусматривается дополнительное озеленение в связи с требованиями норм проектирования исправительных учреждений. Административное здание располагается на границе локальной и режимной зоны, при этом ось его внутреннего фасада располагается на линии основного ограждения запретной зоны. Проезд из локальной в режимную зону осуществляется через шлюз для досмотра транспорта, который расположен на уровне первого этажа административного здания. На территории режимной зоны располагается 4 корпуса с одинаковым объемно-планировочным решением для проживания в каждом по 500 осужденных. Архитектурный облик режимных корпусов предусматривает крестообразную форму с понижением этажности от четырех до двух этажей. Находясь на пересечении коридорных систем персонал может наблюдать за порядком не только при помощи систем видеонаблюдения, но и визуально. Камеры располагаются в «крыльях» режимного корпуса на втором и третьем этажах. Их объединяют административные и служебные помещения. Модульность корпусов предполагает поочередное построение. На уровне первого этажа здания имеются периметральные подвески под жилыми камерами, которые выполняют функцию навеса для защиты от атмосферных осадков в соответствии с нормами. Использование пилонов вместо колонн улучшает архитектурное восприятие замкнутого пространства прогулочных дворов. Из режимных корпусов предусмотрены выходы на прогулочные дворы, хорошо просматриваемые инспекторами за счет открытого перехода, расположенного над ограждением прогулочного двора. Для исключения бесконтрольного прохода осужденных по территории режимной зоны предусмотрены переходные отапливаемые галереи на уровне второго этажа. Данное решение предполагает кольцевую схему размещения зданий.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, фасады, планы этажей, перспективное изображение объекта, разрезы, планировка камер для заключения.

Таблица 1

Основные технико-экономические показатели проекта

Функциональные зоны	Общая площадь, м <sup>2</sup>	Строительный объем, м <sup>3</sup>	Площадь застройки, м <sup>2</sup>
Локальная зона	30 077,5	51 632,5	4 184,4
Режимная зона	120 625,3	101 746,4	5 514,2
Хозяйственно-складская зона	38 127,1	41 052,6	6 542,5
Общая сметная стоимость проекта ≈ 3 млрд. руб. (2 976 032,89 тыс. руб.).			

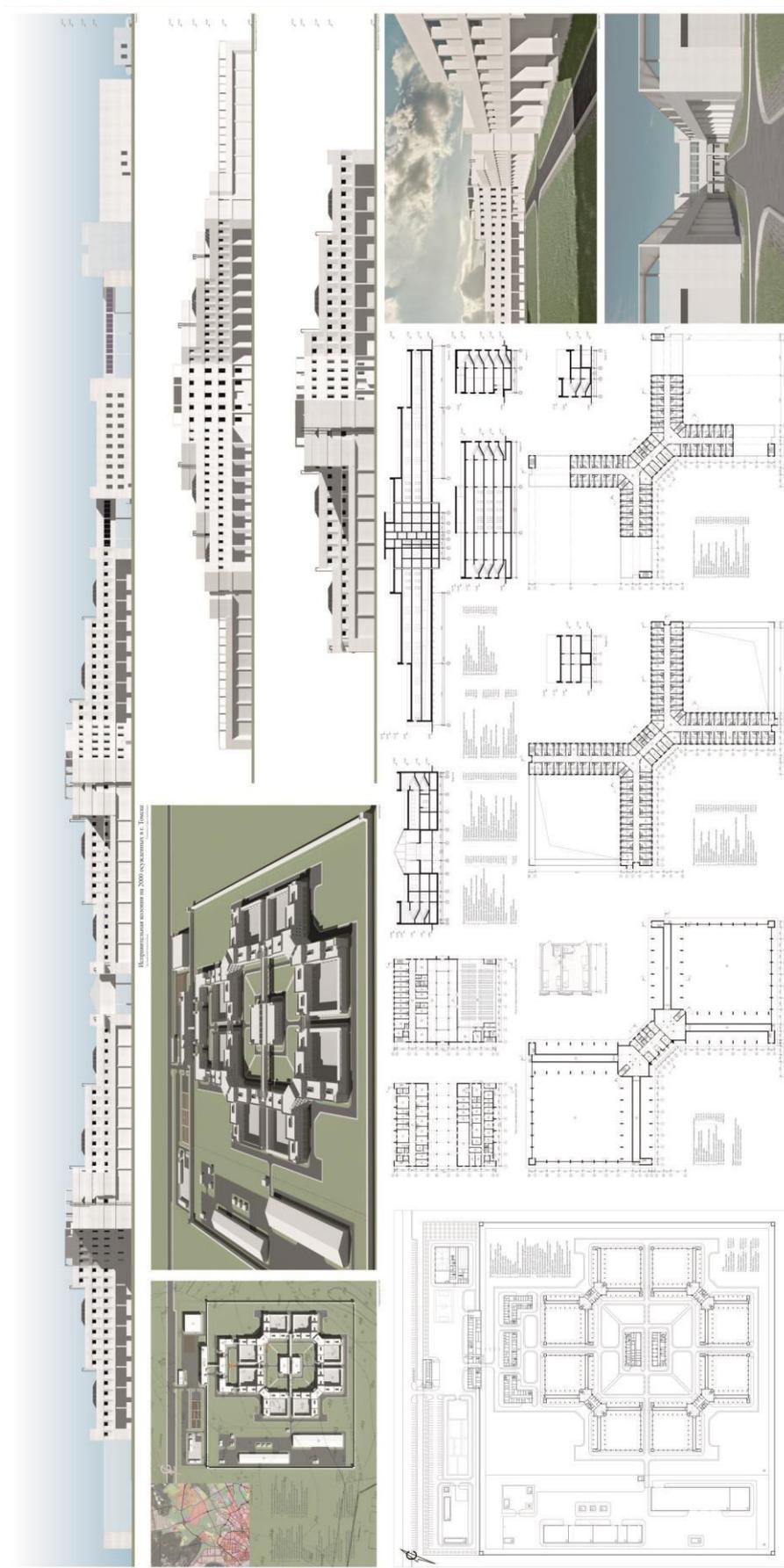


Рис. 2. Графическое изображение конкурсного проекта «Исправительная колония строго режима на 2000 человек в г. Томске», автор проекта П.Е. Битук, руководитель доцент С.Ю. Худяков

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ»**

А.В. Корнеева

Научный руководитель: ассистент О.А. Глушенкова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: annkorneeva13@gmail.com

**COMPETITION PROJECT “MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING WITH SERVICES”**

A.V. Korneeva

Scientific Supervisor: Assistant O.A. Glushenkova  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: annkorneeva13@gmail.com

***Abstract.** The territory under planning is located within the boundaries of streets Krasnoarmeyskaya and Petropavlovskaya, in the city of Tomsk. This area is characterized by convenient public transport connection with the city center and also by a picturesque landscape of the River Ushaika. Backyard space, recreation area for games and rest, and also landscaped embankment of the River Ushaika are organized. Residential complex is formed by two single-section units: a 24-storey volume with office space on the first floor and an 18-storey volume with a ground floor. Sections of this house have a 6-level height connecting block carrying out residential and public functions. Dwelling function is performed by two-level apartments. Double-height public space with areas for rest and an observation deck overlooking the panorama of the city and the River Ushaika feature its public function. Monolithic structural diagram is used in a multistory building. Steel truss and braced steel structure are used in the connecting block to ensure the strength and solidity.*

Многоэтажные жилые дома являются базовым типом жилища в формировании жилой среды в крупных современных городах. В настоящее время, не смотря на социально-экологические изменения и активное развитие малоэтажного строительства, многоэтажный жилой дом по-прежнему остается одним из основополагающих элементов развития городской инфраструктуры, повышая уровень жизни людей, населяющих город.

Многоэтажный жилой дом выполняется в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. В ходе выполнения проекта необходимо было изучить принципы архитектурного проектирования многоэтажного жилого дома, решить планировочные и объемно-пространственные задачи, обеспечить противопожарную безопасность проживающих и решить ряд других требований, присущих многоэтажному строительству.

Запроектированный жилой дом относится к дому квартирного типа для постоянного проживания семей различного численного состава. Территория под проектирование располагается в границах улиц Красноармейская и Петропавловская. Данный участок характеризуется удобной транспортной связью с центром города, пониженными высотными отметками относительно уровня проезжей части ул. Красноармейской, а также живописным ландшафтом, где протекает р. Ушайка. Эти факторы позволяют применить высотный вертикальный акцент. На участке жилого дома предусмотрен удобный

подъезд к общественной части с парковкой для посетителей и персонала, а также подъезд к жилым блокам с временной парковкой на 20 машино-мест и подземным паркингом на 130 автомобилей. Организовано дворовое пространство и рекреационная зона для игр и отдыха, а также благоустроена набережная р. Ушайки. Благоустройство территории предусматривает асфальтирование проездов и отмостки, мощение тротуаров, озеленение с устройством газонов, посадку деревьев и кустарников.

Проектируемый жилой дом играет роль градостроительного акцента в застройке квартала за счет повышенной этажности. Жилой комплекс сформирован из двух односекционных блоков: 24-этажный объем с офисными помещениями на первом этаже и 18-этажный объем с цокольным этажом. Секции домов имеют связующий блок в 6 этажей с жилой и общественной функцией. Жилая функция представлена двухуровневыми квартирами, а общественная – двусветным общественным пространством с тихой зоной отдыха, смотровой площадкой с видом на панораму города и р. Ушайку.

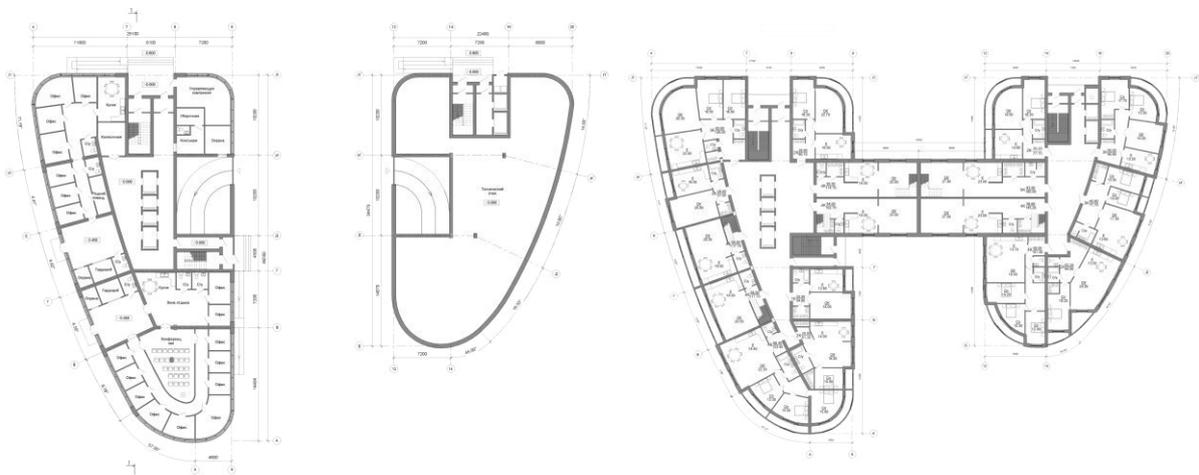


Рис. 1. Планировка этажа с элементами обслуживания, планировка типового этажа

В многоэтажном жилом доме применена каркасно-монолитная конструктивная схема, в соединяющем блоке – металлическая ферма и связевая металлоконструкция для обеспечения надежности и жесткости.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, фасады, разрезы, план подземного паркинга, планы этажей, планировка квартир с расстановкой мебели, перспективные изображения.

Таблица 1

Характеристика квартир

Типы квартиры	Количество	Жилая площадь	Общая площадь
Однокомнатная	24	20.00	34.80
Двухкомнатная	48	26.80	61.30
Двухкомнатная	60	35.20	77.70
Двухкомнатная	18	52.20	84.80
Трехкомнатная	36	50.00	90.80
Трехкомнатная	24	60.80	126.00
Четырехкомнатная	78	56.00	101.40
Четырехкомнатная	24	66.40	123.40
Пятикомнатная	2	63.90	160.00
Всего			859.4

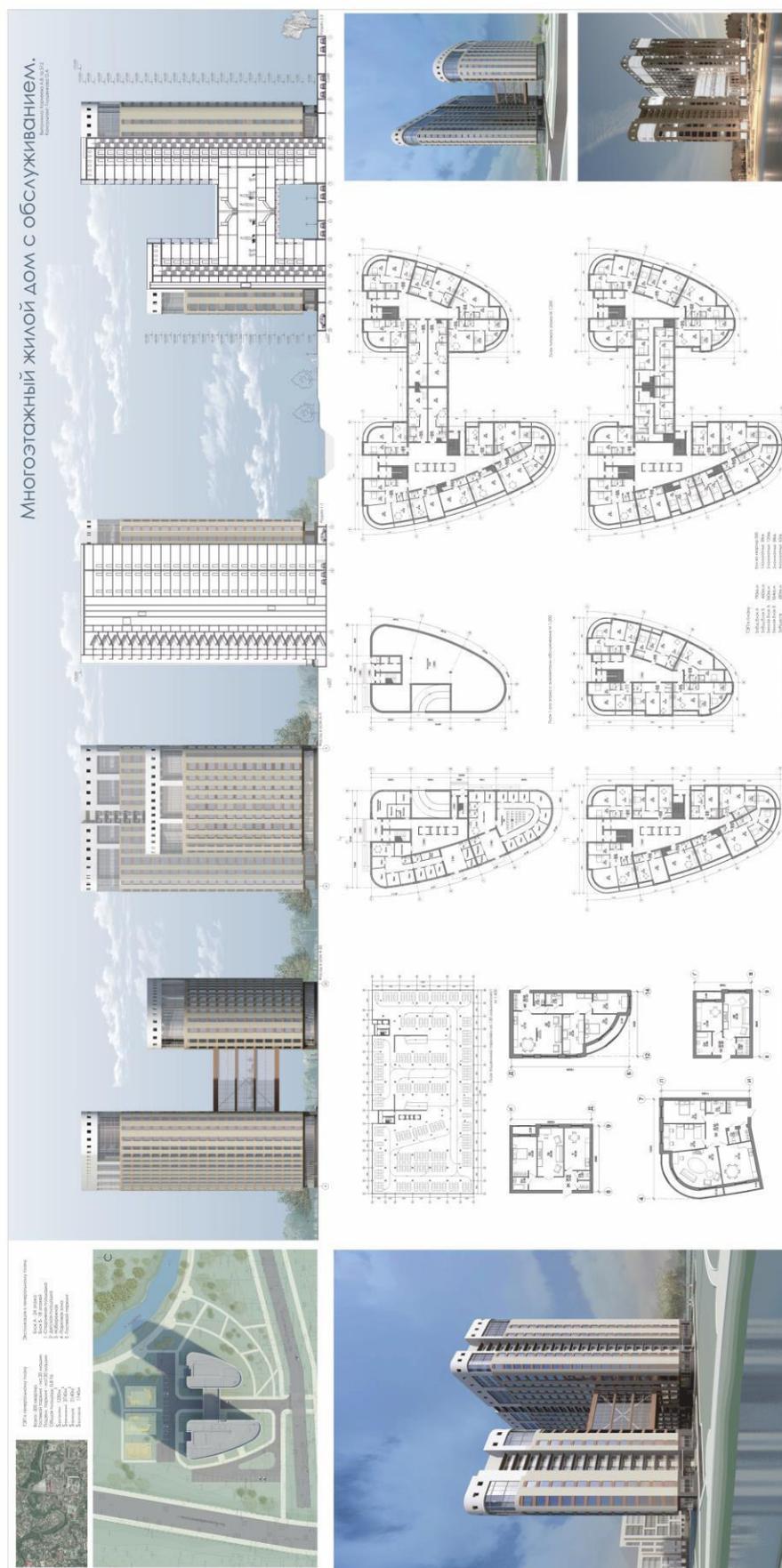


Рис. 2. Графическое изображение конкурсного проекта «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием», автор проекта А.В. Корнеева, руководитель ассистент О.А. Глушенкова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АДМИНИСТРАТИВНО-ОБЩЕСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС  
В РАЙОНЕ ТОМСКОГО АЭРОПОРТА»**

Д.Г. Кривицкая

Научный руководитель: доцент С.Ю. Худяков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [krivitskaiadaria@mail.ru](mailto:krivitskaiadaria@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “MIXED-USE COMPLEX NEAR TOMSK AIRPORT”**

D.G. Krivitskaia

Scientific Supervisor: Associate Prof. S.Yu. Khudyakov

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [krivitskaiadaria@mail.ru](mailto:krivitskaiadaria@mail.ru)

***Abstract.** The project of mixed-use complex near Tomsk airport is presented in this article. Spatial composition was mostly determined by the peculiarities of visual perception of the designed territory from the side of airport, and also taking into account existent and projected road nets and relief.*

Транспортные узлы и прилежащие к ним территории являются перспективными зонами для строительства и определяют уровень экономического развития города, а также формируют качество среды обитания населения. Воздушный транспорт – самый быстрый вид транспорта, популярность которого неизменно возрастает. Эволюция деловых контактов и рост интенсивности авиационных сообщений привели к расширению функционального многообразия воздушно-транспортных узлов, а развитие инфраструктуры внутри аэропортов привело к созданию благоприятной среды для развития прилегающих к нему территорий. Для города Томска данная тенденция не является исключением. Особенности расположения города относительно главных федеральных автомобильных и железнодорожных магистралей предопределили роль аэропорта «Богашево» как ключевого узла транспортного сообщения.

В 2010 году распоряжением правительства Российской Федерации Томскому аэропорту был присвоен статус международного. В связи с этим, администрация Томской области реализует проект, направленный на улучшение транспортной доступности аэропорта, а именно – строительство подъездных путей к терминалу аэропорта через район Академгородок. Все эти факторы указывают на целесообразность развития территорий вблизи Томского аэропорта.

Автором выполнен проект административно-общественного комплекса, расположенного перед въездом на территорию Томского аэропорта. Участок строительства граничит:

- с южной стороны ограничен автодорогой, соединяющей г. Томск и поселок Богашево;
- с северной стороны ограничен автодорогой по направлению в поселок Мирный;
- с западной стороны ограничен многоуровневой развязкой с использованием путепровода при пересечении направлений;

– с восточной стороны располагается жилая застройка поселка Аэропорт на 1200 жителей.

Характерная особенность территории – ландшафт. Рельеф имеет перепад более 3 м вдоль Богашевского тракта. В северной части территории располагается природный водоем. Генеральный план запроектирован с учетом проектной документации на строительство подъезда к терминалу аэропорта г. Томска с остановочными и парковочными площадками, разработанными ООО «Институт «Гипротранс». Перечисленные ландшафтные особенности легли в основу планировки территории.

Функциональное зонирование выполнено на основе анализа существующей инфраструктуры и выявления потенциально необходимых функциональных зон.

Состав функциональных зон:

- парковка на 400 машино-мест;
- зона гостиницы;
- общественно-выставочная зона;
- зона административных помещений.

Основные функциональные зоны комплекса объединяет единое общественное рекреационное пространство: озеленение проходит через пешеходный бульвар, который развивается в рекреационное пространство комплекса и соединяется с рекреационным пространством жилого микрорайона, образуя единое линейное пешеходное пространство.

Объемно-пространственная композиция во многом была определена особенностями визуального восприятия проектируемой территории со стороны аэропорта, а также с учетом существующих и запроектированных дорожных сетей. Это определило криволинейность форм здания. Для достижения наиболее динамичного восприятия въездной зоны проектируемый комплекс представлен отдельными объемами, имеющими прямоугольную форму. Эти объемы объединены пластичными разноуровневыми платформами, представленными общественно-рекреационным пространством. Для того чтобы подчеркнуть криволинейность формы платформ, пластика фасадов представлена ритмически расположенными вертикальными элементами – ламелями-пилонами. Данный прием использования ламелей позволяет сделать фасад, направленный на юг и юго-запад, динамичным за счет изменения падающих теней в зависимости от положения солнца. Все функциональные зоны имеют выходы на общее рекреационно-пешеходное пространство, а также на пешеходный бульвар и в зону рекреации.

Технико-экономические показатели:

- общая площадь территории – 7,6 га;
- общая площадь застройки – 26200 м<sup>2</sup>;
- общая площадь здания – 66300 м<sup>2</sup>, в том числе:
  - закрытая автостоянка – 21 700 м<sup>2</sup>;
  - административная зона – 19 800 м<sup>2</sup>;
  - гостиница – 12 000 м<sup>2</sup>;
  - общественно-выставочные пространства – 12 800 м<sup>2</sup>.

Стоимость реализации проекта – 2 017 828,13 тыс. руб., из них затраты на строительство здания административно-общественного комплекса – 1 350 928,65 тыс. руб. Комплекс предусматривает возможность поэтапного возведения.

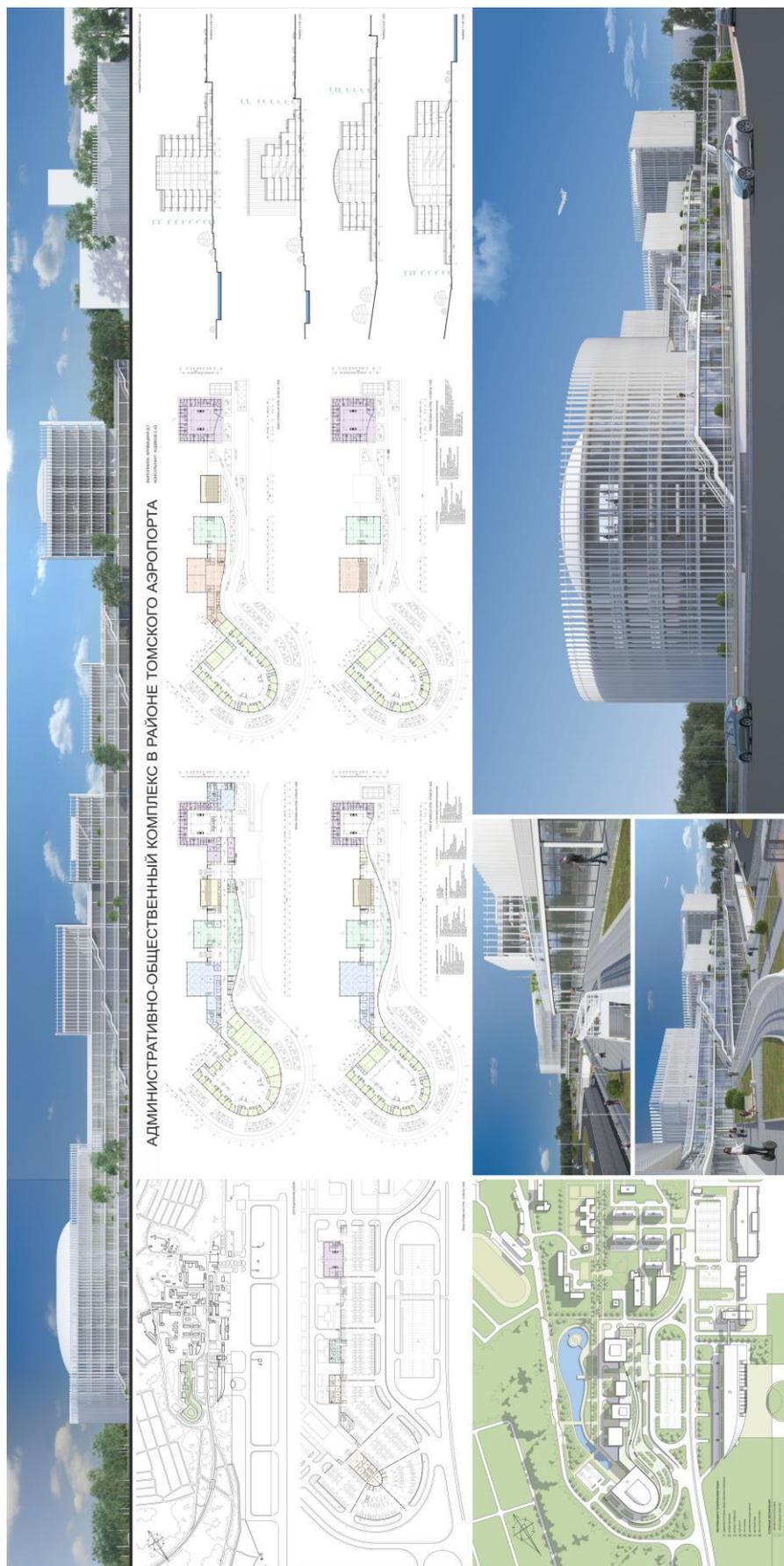


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Административно-общественный комплекс в районе Томского аэропорта», автор проекта Д.Г. Кривицкая, руководитель доцент С.Ю. Худяков

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ  
В Г. ТОМСКЕ»**

Н.Д. Наумова

Научный руководитель: ассистент О.А. Глушенкова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: nat-naumova.2010@yandex.ru

**COMPETITION PROJECT "MULTI-STOREY APARTMENT HOUSE WITH SERVICES  
IN TOMSK"**

N.D. Naumova

Scientific Supervisor: Assistant O.A. Glushenkova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: nat-naumova.2010@yandex.ru

***Abstract.** The main aim of this project is in creation of an expressive and laconic shape of the building using the architectural and artistic methods. These methods are applied at design of multi-storey houses. Taking into account the insulation requirements, these methods are also important in searching the most rational planning solutions for apartment compositions of stories. The construction site is located in the southern part of the city in borders of Krasnoy Armii St., Poliny Osipenko St. and Uchebnaya St. Three residential multi-storey buildings are designed on this territory. The house adjoining territory is carefully landscaped and has convenient access. Visitor parking lots, recreation areas and playgrounds are also provided. The underground parking lot for 56 parking spaces is equipped with a separate exit to the yard. The architectural and spatial solutions of the residential group are presented by a composition of three identical parallelepipeds with the extended console parts on their tops. Each building has a unique form due to stained glazing of the east facade on all height of it. This glass cover ends because of four-meter shift of the top levels. Modern solutions of front glazing systems allow providing comfortable temperature in rooms despite the season. The two-level space is formed under the console part of the house. It is designed for rooms of public activities, for example studios for artists or architects, or offices with the number of workers not more than five. The stained glass system with two-floor height has the high bearing capacity thanks to an additional steel framework.*

Современные крупные города невозможно представить без многоэтажных жилых домов. Проектирование и строительство жилья не утратит своей актуальности. Многоэтажные здания обладают важным композиционным качеством определять силуэт города, формировать крупномасштабную объемно-пространственную композицию городской застройки. В свою очередь жизнедеятельность человека непосредственно связана с окружающей его средой, а обеспечение условий комфортного проживания требует грамотного использования архитектурных средств.

Основная цель данного проекта заключается в создании выразительного и лаконичного образа здания, используя архитектурно-художественные приемы, применяемые при проектировании многоэтажных

жилых домов, а также в поиске наиболее рационального планировочного решения компоновки квартир на этаже с учетом требований к инсоляции.

Проектирование многоэтажного жилого дома включало в себя решение следующих задач:

- обеспечение удобных подъездов к жилому дому;
- оснащение территории необходимым количеством парковочных мест для гостей и жильцов;
- возможность эксплуатации здания маломобильными группами населения;
- соблюдение требований пожарной безопасности (наличие пожарного проезда вокруг здания, незадымляемой лестницы типа Н1, оснащение здания дополнительной эвакуационной лестницей);
- организация дворового пространства в соответствии с современными требованиями зонирования.

Проект «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием в г. Томске» выполнялся в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Участок под проектирование расположен в южной части города в границах улиц Красноармейской, Полины Осипенко и Учебной. На данной территории запроектированы три жилых многоэтажных здания. Придомовая территория благоустроена, и для нее предусмотрены удобные проезды, гостевые парковочные места, зоны отдыха, детские площадки, а также подземная стоянка на 56 машино-мест, оснащенная отдельным выходом во двор.

Архитектурно-пространственное решение жилой группы представляет собой композицию из трех идентичных объемов в виде параллелепипедов с выступающей консольной верхней частью. Неповторимый вид каждое из зданий приобретает благодаря витражному остеклению восточного фасада на всю высоту дома, которое прерывается в результате сдвижки верхних этажей (с 11 по 17) на 4м. Современные решения систем фасадного остекления позволяют обеспечить комфортную температуру в помещениях независимо от времени года. Под консольной частью дома образуется двухуровневое пространство, предназначенное для помещений общественного назначения, например, для мастерских художников или архитекторов, офисов с численностью рабочих не более пяти человек. Витражная система высотой в два этажа имеет высокую несущую способность благодаря дополнительному стальному каркасу из перекрестных алюминиевых профилей, что является экономически более целесообразным, нежели обеспечение жесткости путем увеличения сечения оконных профилей.

Здания в плане решены в виде прямоугольников с габаритными размерами в осях  $34 \times 14,4$  м. Первый этаж отведен под общественные помещения: салон красоты, ателье и библиотеку. Для маломобильных групп населения предусмотрены пандусы. Планировочное решение жилого дома выполнено на основе коридорной схемы. В основном, в доме предусмотрены двухуровневые квартиры. Лестнично-лифтовой узел оснащен незадымляемой лестницей типа Н1, мусорокамерой и двумя лифтами – грузовым и пассажирским.

В здании жилого дома применена каркасная конструктивная схема с сеткой колонн  $6 \times 6$  м.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, фасады, планы этажей, разрезы, типология квартир, перспективные изображения.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием в г. Томске», автор проекта Н.Д. Наумова, руководитель ассистент О.А. Глушенкова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ  
В Г. ТОМСКЕ»**

Т.А. Пешкова

Научный руководитель: ассистент О.А. Глушенкова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: tatjanapshkv@yandex.ru

**COMPETITION PROJECT “HIGH-RISE APARTMENT BUILDING IN TOMSK”**

T.A. Peshkova

Scientific Supervisor: Assistant O.A. Glushenkova  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: tatjanapshkv@yandex.ru

***Abstract.** The territory under construction of high-rise apartment building is located in Tomsk. This territory is limited by streets Krasnoarmeyskaya and Petropavlovskaya and from the northeast boundary it runs along the Ushayka River. A convenient entrance, temporary parking lots, an underground parking, a playground, recreation space for adults, a playground for dog walking, a sanitary and economic zone and a coastal recreation area are provided on this site. Apartment building is a two-part 19-storey building with communal areas on the first floor. An office space with separate entrances is also located on the first floor.*

Основным назначением архитектуры всегда являлось создание необходимой и благоприятной для существования человека жизненной среды, характер и комфортабельность которой определялись уровнем развития общества, его культурой, достижениями науки и техники. Многоэтажный жилой дом с обслуживанием представляет современную форму организации жилой среды города. Такой дом становится сложным градостроительным объектом, включающим в себя различные по назначению помещения: жилые, общественные, административные, а также подземные гаражи и парковки. В настоящее время строительство – это индустриальный и высокотехнологический процесс, позволяющий создавать уникальные конструкции многоэтажных жилых домов. Проектирование многоэтажного многоквартирного дома – задача сложная и необычайно ответственная, т.к. именно от проектировщика зависит и то, насколько удачной и комфортной будет планировочное решение здания, квартир, и внешний облик дома.

Целью данного проекта было изучение принципов архитектурного проектирования многоэтажных жилых зданий, предусматривающих особые требования к противопожарной безопасности, устройству лифтового оборудования и ряду других требований, присущих многоэтажному строительству.

При проектировании были решены следующие задачи:

- решение архитектурно-планировочных задач, обеспечивающее комфортный уровень проживания;
- создание своеобразного архитектурно-художественного облика комплекса с учетом гармоничного взаимодействия с существующим окружением;
- включение в жилой комплекс учреждений общественного обслуживания;

- организация вертикальных коммуникаций (лестнично-лифтовой узел), обеспечение противопожарной безопасности проживающих (незадымляемая лестничная клетка типа Н1);
- обеспечение к зданию удобных подъездов, в том числе и проезда для пожарной машины;
- оснащение территории жилого дома площадками с различным функционалом и временными парковками для автомобилей жителей дома и персонала.

Проект «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием в г. Томске» выполняется в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Территория под строительство располагается в г. Томске, границами которой являются улицы Красноармейская и Петропавловская, с севера-востока – р. Ушайка. Благодаря такому расположению участка придомовая территория закрыта от автомобильных дорог, и существует возможность организации рекреационной зоны на прибрежной территории реки. На участке предусмотрены площадки для детей, для тихого отдыха взрослого населения, выгула собак и санитарно-хозяйственные зоны, а также временные парковки и подземная автостоянка на 50 машино-мест.

Объемно-планировочное решение жилого дома представляет собой двухсекционное 19-этажное здание с общественными помещениями на первом этаже. В каждой блок-секции предусмотрены незадымляемые лестничные клетки типа Н1, мусоропровод и два лифта грузоподъемностью 400 и 630 кг. На первом этаже дома располагаются офисные помещения с отдельными входами (с противоположной стороны от входов в жилой дом). Габаритные размеры здания в осях – 57,4 × 57,4 м. В проекте представлен весь спектр квартир: от 1-комнатных до 4-комнатных (двухуровневые квартиры). С верхних этажей дома открывается вид на р. Ушайку. Высота жилых этажей – 3,0 м. Все жилые комнаты, кухни и лестничные клетки имеют естественное освещение. Продолжительность инсоляции в квартирах проектируемого здания полностью обеспечена. Для защиты жилых помещений от воздействия внешнего шума используется тройное остекление.

Объем здания сформирован в виде двух параллелепипедов. В месте пересечения двух объемов располагаются двухуровневые квартиры с балконами со структурным остеклением, благодаря которому образ дома в течение дня воспринимается по-разному. Фасады здания решены в простых и строгих выразительных формах, имеющих гармоничные пропорции и органическую связь с назначением здания. В отделке фасадов применены современные композитные материалы, фасадная штукатурка, стекло.

Несущие конструкции здания – монолитный железобетонный каркас; фундамент – монолитная железобетонная плита на естественном основании; наружные стены – газобетонные блоки с наружным утеплением; кровля – плоская с внутренним водоотводом.

Состав проекта: генеральный план, фасады, планы этажей, планы квартир с расстановкой мебели, разрез, перспективное изображение объекта.

*Таблица 1*

*Характеристика типов квартир*

Типы квартир	Количество	Жилая площадь	Общая площадь
1-комнатная	72	21,46 / 26,95	44,28 / 55,10
2-комнатная	54	35,40 / 37,46	65,68 / 70,10
3-комнатная	72	37,96 / 46,64	65,49 / 79,23
4-комнатная	8	81,10	140,20



**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ  
В Г. ТОМСКЕ»**

Т.В. Полянская

Научный руководитель: доцент О.Ю. Кушков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [polyanskaya4@gmail.com](mailto:polyanskaya4@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT “MULTI-STOREY APARTMENT HOUSE WITH SERVICES  
IN TOMSK”**

T.V. Polyanskaya

Scientific Supervisor: Associate Prof. O.Yu. Kushkov

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [polyanskaya4@gmail.com](mailto:polyanskaya4@gmail.com)

***Abstract.** The construction site of a multi-storey apartment house is located in Tomsk at the crossroads of streets Krasnoarmeyskaya and Petropavlovskaya. Visitor parking, playgrounds, sports fields and recreation areas have been designed in the area of multi-storey apartment house. A master plan of the project also suggests an underground parking lot, which was designed for 74 cars. The underground parking lot has two entrances from the area of apartment house. Multi-storey apartment house has a shape of a shamrock at the layout. The ground floor houses a super-market, concierges' workplaces and apartments. Upper floors perform a residential function only. The main idea of the project is free layout. The project proposes several variants of apartments with different layouts. Apartment house provides flats with different sizes: from 1-room to 5-room. Apartments are designed considering insulation requirements. The multi-storey apartment house has 25 floors and its top floor is mechanical. Variability of apartment layouts has allowed creating an expressive shape of a multi-storey apartment house with glazed loggias and balconies. They protrude from the plane of the facades in different distances. It makes the building look more dynamic. Frame-monolithic construction arrangement was used for multi-storey apartment building. Stair-lift units act as rigidity trunks, which are firmly clamped in the base to provide rigidity and stability of the construction.*

Увеличение количества городского населения вызвало большую потребность в строительстве жилого фонда. Так как в городах стремятся к наиболее рациональному и экономному использованию земельных площадей, малоэтажное строительство отходит на второй план. Постепенно его вытесняет строительство многоэтажных домов. Многоэтажные жилые дома формируют активный силуэт застройки, являются доминантами и акцентами в композиции города.

Целью данного проекта было создание выразительного образа здания многоэтажного жилого дома, решение планировочных и конструктивных задач.

При проектировании были решены следующие задачи:

- обеспечение здания многоэтажного жилого дома удобными подъездами и пожарным проездом;
- оснащение территории жилого дома гостевыми парковками;

– рациональное зонирование территории и организация дворового пространства.

Проект «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием в г. Томске» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Участок под проектирование многоэтажного жилого дома расположен в г. Томске на пересечении улиц Красноармейская и Петропавловская. На участке многоэтажного жилого дома запроектированы гостевые парковки, детские игровые и спортивные площадки, зоны отдыха. Также генпланом проекта предусмотрено наличие подземной парковки, которая рассчитана на 74 машино-места. Подземная парковка имеет два въезда с территории жилого дома.

Многоэтажный жилой дом в плане имеет форму трилистника. На первом этаже размещен супермаркет, помещения для консьержей, квартиры; последующие этажи носят исключительно жилую функцию. Основной идеей проекта является свободная планировка квартир. Проектом предложено несколько вариантов этажей с различной планировкой квартир. В жилом доме предусмотрены квартиры разных габаритов: от 1-комнатных до 5-комнатных. Квартиры запроектированы с учетом норм инсоляции.

Здание многоэтажного жилого дома представляет собой объем, состоящий из 25 этажей, где последний этаж технический. Вариативность планировок квартир позволила создать выразительный облик многоэтажного жилого дома с застекленными лоджиями и балконами, которые выступают из плоскости фасадов на разную длину, что придает динамичность зданию.

В здании многоэтажного жилого дома применена каркасно-монолитная конструктивная схема. Роль ствол жесткости выполняют лестнично-лифтовые узлы, которые прочно заземлены в фундаменте, что обеспечивает жесткость и устойчивость конструкции.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, план подземной парковки, фасады, планы этажей, планы квартир с расстановкой мебели, перспективные изображение объекта, разрез, технико-экономические показатели.

Таблица 1

*Характеристика квартир многоэтажного жилого дома*

Классификация квартир	Тип	Количество квартир	Жилая площадь, кв.м.	Общая площадь, кв.м.	Общее кол-во квартир
1-комнатная квартира	Тип 1	20	21,34	50,65	48
	Тип 2	16	17,36	45,67	
	Тип 3	8	17,36	46,37	
	Тип 4	4	17,36	43,21	
2-комнатная квартира	Тип 1	16	33,33	61,77	36
	Тип 2	10	33,63	75,19	
	Тип 3	10	28,4	57,56	
3-комнатная квартира	Тип 1	26	47,46	85,41	40
	Тип 2	10	54,91	85,86	
	Тип 3	4	53,07	97,09	
4-комнатная квартира	Тип 1	10	75,57	126,91	30
	Тип 2	10	61,74	117,03	
	Тип 3	10	48,68	102,06	
5-комнатная квартира	Тип 1	12	87,93	153,48	13
	Тип 2	1	90,1	194,5	

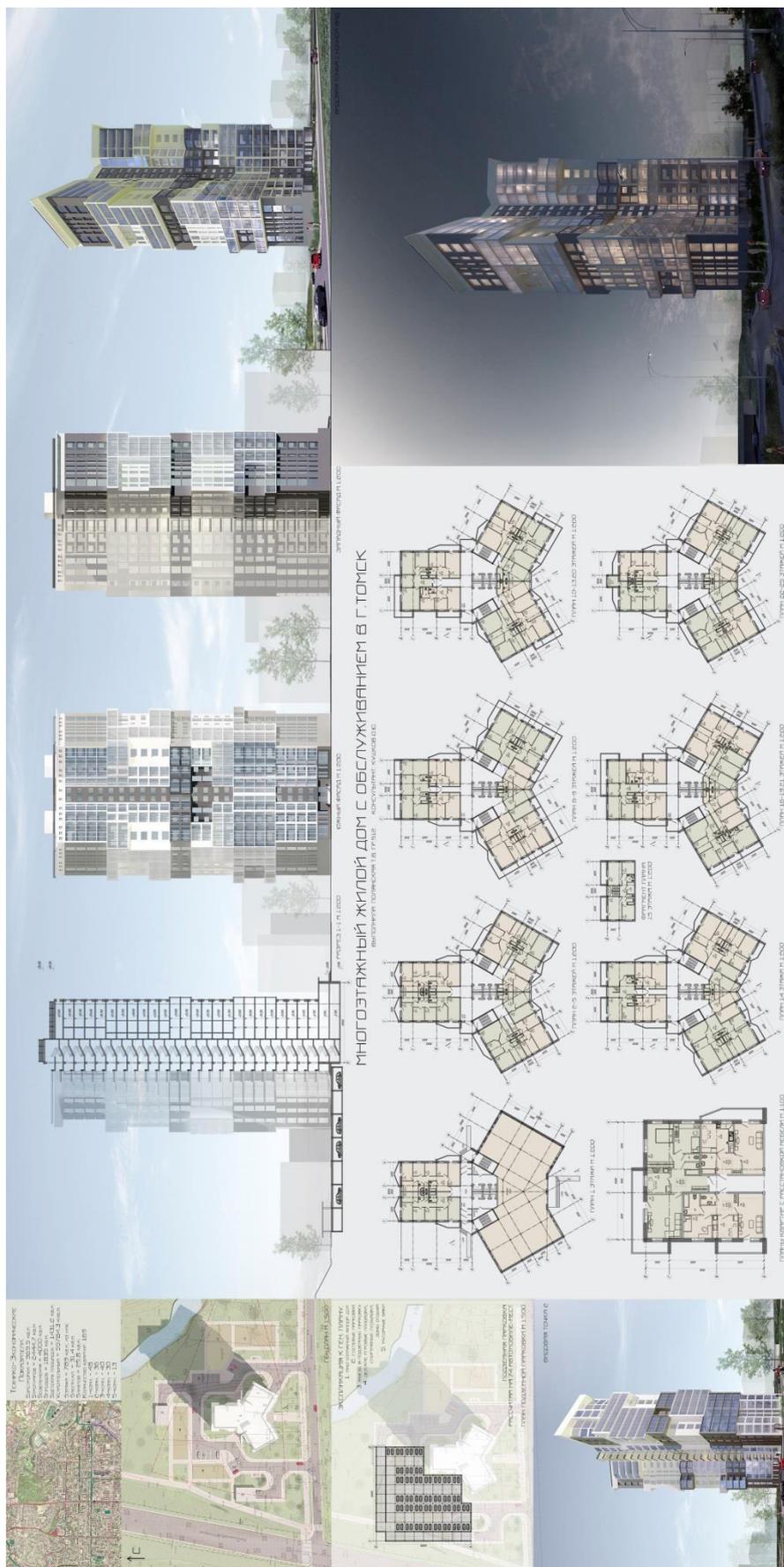


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием в г. Томске», автор проекта Т.В. Полянская, руководитель доцент О.Ю. Куиков

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 3000 ЖИТЕЛЕЙ»**

А.И. Фоминых, А.А. Шутина

Научный руководитель: старший преподаватель С.М. Ремарчук  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [fominykh\\_anastas@mail.ru](mailto:fominykh_anastas@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT: "VILLAGE FOR 3000 INHABITANTS"**

A.I. Fominykh, A.A. Shutina

Scientific Supervisor: Senior lecturer S.M. Remarchuk  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [fominykh\\_anastas@mail.ru](mailto:fominykh_anastas@mail.ru)

***Abstract.** The project "Village for 3000 inhabitants" was carried out within the Architectural design course. The requested was to develop the concept of land division for individual settlements. The main objective of the project was to take into account the terrain, which includes forests, topography elevations and recreation areas. The village was designed in such a way as to retain and use recreation areas. One of the main components of the community centre is the market; its location is selected at the entrance of the village. It is quite convenient and functional for locals, visitors and passing by customers. The road leads from the entrance to the road junction that provides access to different areas of the settlement. Rural club and administration building are placed around. The village is designed according to modern urban-planning rules and regulations. And it serves as a supportive, functional and comfortable environment for living.*

Проект «Поселок на 3000 жителей» выполнялся в рамках курсового проекта по дисциплине «Архитектурное проектирование». По заданию было предложено разработать концепцию разделения участка на отдельные поселения. Сам участок расположен в Томской области и ограничен пересечением дорог: Шегарский тракт, Кудринский участок – Моряковский затон и р. Куртук. В результате было запроектировано четыре поселка со своими общественными центрами. Для детальной проработки был выбран западный участок площадью 163 га и общей плотностью населения 3123 человека.

Главной задачей проекта было учесть особенности местности, включающей в себя лесные массивы, перепады рельефа и другие зоны рекреации. Поселок запроектирован таким образом, чтобы максимально сохранить и задействовать зоны рекреации. Также, при создании концепции разделения поселков, было учтено расположение газопровода, по которому была проложена граница проектируемого участка, что объясняет практичность и эргономичность проекта.

Поселок формируется вокруг общественного центра, при этом обеспечивается как транспортная, так и пешеходная доступность жилых зон к образовательным и торговым учреждениям. В центре поселка запроектирована школа из расчета радиуса доступности  $R = 1000$  м. Расположена она вблизи рекреации и, таким образом, благоприятно влияет на здоровье учеников и сотрудников. Одним из главных составляющих общественного центра является рынок, местоположение которого выбрано у въезда в

поселок, – это удобно и функционально как для местных жителей, так и для гостей, а также для проезжающих мимо поселка покупателей. Дорога от въезда выводит на развязку, направляющую в разные районы поселения. Вокруг нее расположены сельский клуб и здание администрации.

Каждый жилой район поселка имеет свой собственный центр обслуживания, в котором расположены аптеки, почта, детские, спортивные площадки и другие места обслуживания. Также предусмотрено три детских дошкольных учреждения. Согласно СП 42.13330.2011 «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений» обеспечена зона доступности  $R = 500$  м [1].

Вся селитебная территория состоит из усадебной, блокированной и секционной застройки. Район с секционными домами, имеющий большую расчетную плотность, находится вблизи центра. Блокированная застройка размещена вдоль главной поселковой улицы, а усадебная рассредоточена вблизи зон рекреации.

Основные показатели расчетной плотности населения:

- количество усадебных домов – 427 д. (на 1416 жителей);
- количество блокированных домов – 31 д. (на 384 жителя);
- количество секционных домов – 15 д. (на 1323 жителя).

Основные технико-экономические показатели:

- общая площадь поселка – 163 га;
- селитебная площадь – 95 га;
- площадь озеленения – 20 га;
- площадь блокированной застройки – 10 га;
- площадь усадебной застройки – 79,8 га;
- площадь секционной застройки – 8,1 га.

Придерживаясь принципов архитектурной бионики, в ходе проектирования поселения был применен метод функциональной аналогии, т.е. сопоставление принципов и средств формообразования архитектуры и живой природы. В архитектуре есть своя иерархия (жилая ячейка, жилой дом, микрорайон), а в природе своя (клетка, ткань, организм). Таким образом, выделялись необходимые и полезные функции и формы живой природы. В данном проекте уникальность местности придает особенный естественный ландшафт. Через так называемые «языки» лесного массива спроектированы парковые дорожки, направляющие к прибрежной территории р. Куртук, на которой расположены санаторий и места отдыха, как для местных жителей, так и для гостей поселка.

Поселок спроектирован по современным градостроительным правилам и нормам, поэтому он станет благоприятной, функциональной и удобной средой для проживания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Поселок на 3000 жителей», авторы проекта: А.И. Фоминых, А.А. Шутина, руководитель старший преподаватель С.М. Ремарчук

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛАЯ ГРУППА НА 825 ЖИТЕЛЕЙ»**

А.И. Фоминых

Научный руководитель: старший преподаватель С.М. Ремарчук  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: fominykh\_anastas@mail.ru

**COMPETITION PROJECT “RESIDENTIAL GROUP FOR 825 RESIDENTS”**

A.I. Fominykh

Scientific Supervisor: Senior lecturer S.M. Remarchuk  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: fominykh\_anastas@mail.ru

***Abstract.** Project “Condominium group” was accomplished at the 4<sup>th</sup> year of architectural course at the university (TSUAB). This project represents the living complex of mid-rise buildings (with the number of floors up to 5). The construction area is located in the city of Tomsk bounded by streets: Sibirskaya, Krasnoarmeyskaya, Tverskaya and Petropavlovskaya. The benefit of this territory is its location close to the city center. All necessary daily-use facilities are located nearby these condominiums. The main idea of this project is the seamless transition from the existing buildings (mid-rise buildings made of red brick) to the new one, which will be created (with light materials and large glass surfaces). Closed type parking lots built into the ground floors of condominiums have been designed to solve the problem of parking.*

В XX веке началась кардинальная смена всех укоренившихся представлений о градостроительной эстетике. Это произошло по той причине, что одновременно стали изменяться и функционально-техническая организация города, и архитектурно-пространственная структура, а также и его художественный образ. В современном обществе наблюдается потребность в функциональности, эстетике, а также удобности жилых районов и более мелких градостроительных ячеек.

Жилая группа предполагает формирование замкнутого озелененного пространства с первичными элементами придомовой территории (площадками для игр детей дошкольного и младшего возраста, отдыха взрослого населения, занятий физкультурой, площадками для хозяйственных целей и стоянок автомашин).

Целью данного проекта было создание нового жилого ансамбля, сформированного как в объемно-пространственном решении, так и в архитектурно-эстетическом. При этом жилая группа должна отвечать всем современным планировочным и градостроительным нормам:

- обеспечение удобных подъездов и проезда пожарной машины ко всем жилым домам;
- оснащение жилой группы парковками (временными и постоянными);
- рациональное зонирование территории;
- обеспечение жилых домов внутренними инсолируемыми дворами;
- гармоничное «вписывание» в окружающую застройку.

Проект «Жилая группа» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. В проекте представлен жилой комплекс средней этажности (до пяти этажей). Территория под строительство располагается на участке, ограниченном улицами: Сибирская, Красноармейская, Тверская и Петропавловская. Преимуществом территории является ее близкое расположение к центру города. Вблизи проектируемых жилых домов располагаются все необходимые учреждения, которыми население пользуется повседневно.

Главной идеей объемно-пространственного решения жилой группы является ее плавный переход от существующей застройки (жилая застройка средней этажности из красного кирпича) к проектируемой современной (светлые материалы, крупные стеклянные поверхности). Задают «кирпичный тон» существующие жилые здания по ул. Тверской; центральная застройка жилой группы включает в себя сочетание кирпича и белых оштукатуренных поверхностей, а здания, выходящие на ул. Красноармейскую, имеют уже полностью современный «стеклянный образ». Это позволило тактично «обыграть» существующие здания и, таким образом, проектируемая застройка гармонично «вписалась» в сложившуюся среду. На выбор застройки средней этажности повлияла в первую очередь уже существующая жилая среда, а также комфортность и эстетическая составляющая средне-этажной застройки в целом. Рельеф территории жилой группы решен методом террасирования и имеет перепад в 6 м. Для решения проблемы наличия парковочных мест, запроектированы гаражи-стоянки закрытого типа, встроенные в первые этажи жилых зданий. Таким образом, жители могут, не выходя из дома, спуститься на уровень стоянки. Тем самым, освобождается место под дворовое пространство, а также обеспечивается комфорт и мобильность жителей этого комплекса. Одновременно предусмотрена отдельная стоянка, «вписанная» в рельеф местности и рассчитанная на 20 дополнительных парковочных мест. Таким образом решается проблема нехватки мест для автомобилей.

Между уровнем, предназначенным для парковок, и первым жилым этажом предусмотрен технический этаж высотой в 1,5 м. Также на первом этаже располагаются площади под обслуживание.

Общее число квартир в проектируемых домах – 248. В жилом комплексе преобладают однокомнатные квартиры, которые на сегодняшний день являются более доступным жильем. Также есть выбор среди двухкомнатных, трехкомнатных и четырехкомнатных квартир.

В состав проекта входит: генеральный план, вскрытый план, планировки квартир, разрез по встроенной в рельеф парковке, фасады, перспективные изображения.

Основные технико-экономические показатели:

- площадь территории – 4,1 га;
- плотность населения – 200 чел/га;
- общее количество гостевых и парковочных мест – 250;
- количество 1-комнатных квартир – 116 кв.;
- количество 2-комнатных квартир – 22 кв.;
- количество 3-комнатных квартир – 100 кв.;
- количество 4-комнатных квартир – 10 кв.

Таким образом, проект «жилой группы» отвечает всем нормам и стандартам современного градостроительного проектирования. Жилой комплекс является комфортной, функциональной и эстетической средой для его жителей.

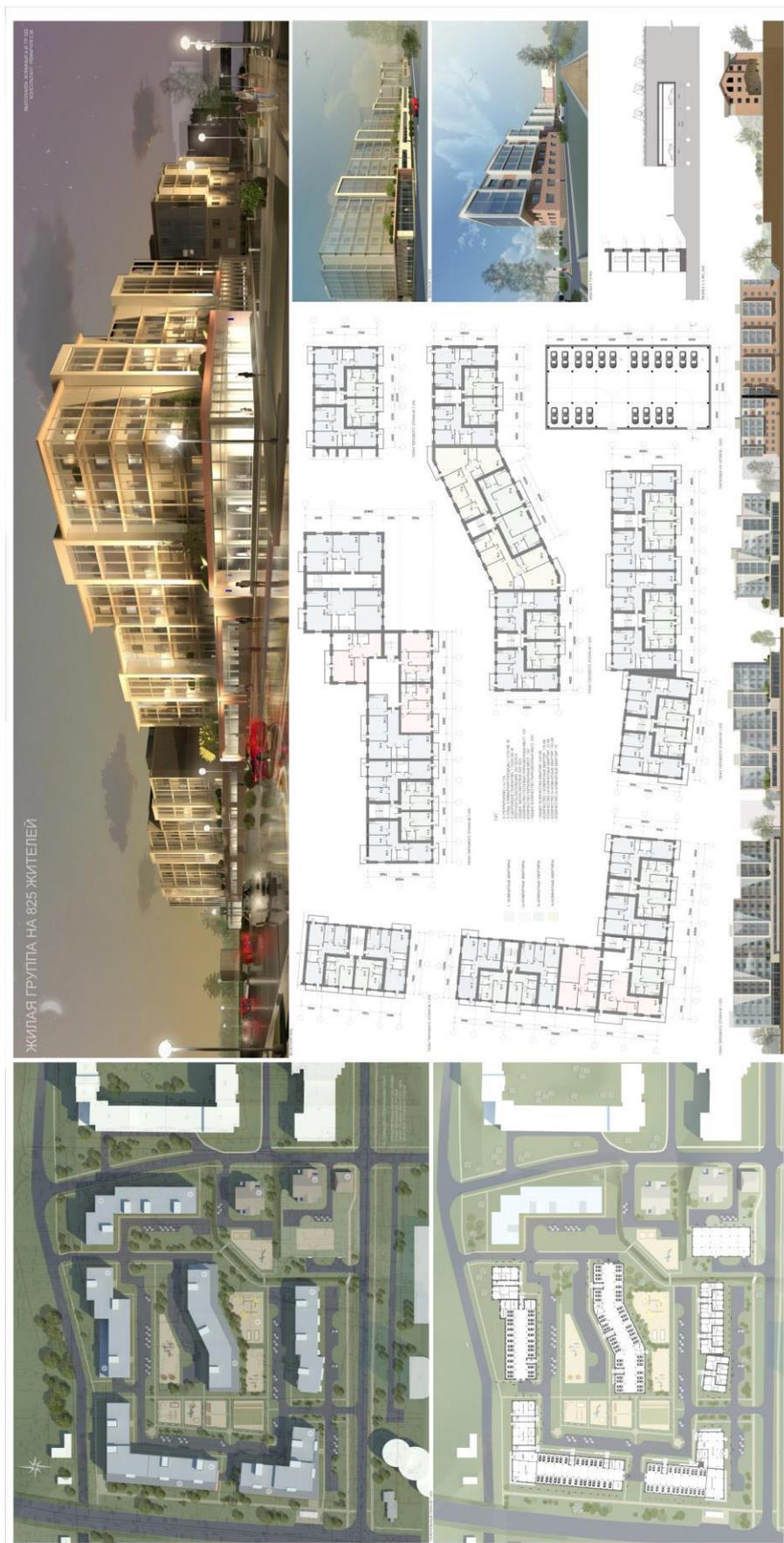


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Жилая группа на 825 жителей», автор проекта А.И. Фоминых, руководитель старший преподаватель С.М. Ремарчук

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КОНЦЕПЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ВАХТОВЫХ ПОСЕЛКОВ  
ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ ЯКУТИИ,  
КАК ПУТЬ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СЕВЕРА»**

А.В. Чиряева

Научный руководитель: доцент И.Ю. Волков  
Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова,  
Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 50, 677000  
E-mail: [chiryaeva.avgustina@mail.ru](mailto:chiryaeva.avgustina@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “THE CONCEPT OF ECOLOGICAL ROTATIONAL CAMPS  
FOR THE ARCTIC REGIONS OF YAKUTIA,  
AS A PATH TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE NORTH”**

A.V. Chiriaeva

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.Yu. Volkov  
North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov,  
Russia, Yakutsk, Kulakovskogo St., 50, 677000  
E-mail: [chiryaeva.avgustina@mail.ru](mailto:chiryaeva.avgustina@mail.ru)

***Abstract.** Currently, there are many rotational camps in different mining companies, research bases and etc., especially in the northern territories of Yakutia. These camps are set with temporary houses for their employees – containers. They are known for their inconveniences, non-ergonomics and small sizes. The main purpose of the project is to improve already existing living and working conditions for workers. These mobile houses are an improved version from the architectural, functional viewpoints, and also from the ecological perspective, which is important for conservation of the nature and environment of the Arctic region of Yakutia.*

Мобильное жилище в России в основном считается неотъемлемым элементом заселения северных территорий. Однако итогом сложившейся ситуации явилась некоторая односторонность, связанная с подавляющей ролью промышленного производства над социальным аспектом жилья. На сегодняшний день в Основах государственной политики РФ в Арктике отмечается, что одной из главных задач экономической политики в данном регионе является создание благоприятных условий для жизнедеятельности населения и развития производства с учетом долгосрочных планов развития экономики страны [3, с. 2]. Арктика Якутии считается «мобильной» территорией, а после распада СССР и потери многих дефицитных месторождений она становится уникальной минерально-сырьевой базой, важнейшим источником для экономики. Более того, северные территории и Арктика России являются демографическими регуляторами. При возрастании численности населения страны станут необходимы поиски возможностей для расширения емкости территорий. Именно северные территории на данный момент считаются ключевым решением для проблемы будущего [2, с.3].

Жилище в данном проекте является сборно-разборным типом мобильного дома [1, с.4]. В плане оно представляет собой шестигранник, что имеет свой смысл в более эффективной работе солнечных батарей, которые расположены на крыше. Уклон кровли составляет 70°, что в условиях северных широт

определяется углом падения солнечных лучей на выбранную территорию и в свою очередь необходимо для большего сбора энергии. Расчет интенсивности суммарной солнечной радиации, падающей на 1 м<sup>2</sup> поверхности в течение месяца и года, показал, что в Якутии на 1 м<sup>2</sup> поверхности приходится от 750 до 1110 кВт/ч энергии солнечного излучения в год. Также энергосбор идет и от шести ветряных турбин общей мощностью более 5 мВт/ч, расположенных на территории поселка, а среднегодовая скорость ветров на данной территории – около 4,7 м/с. В результате, 50 домов и 1200 м<sup>2</sup> поверхности солнечных батарей вырабатывают около 1200 мВт/ч энергии, а с учетом энергии от ветряных турбин (4...4,5 мВт/ч) получается более 6200 мВт/ч энергии на весь поселок. Данные показатели свидетельствуют о том, что в жилищах будет достаточное количество энергоресурсов для проживания.

Решая социальный вопрос вахтовых поселков, мы сталкиваемся с тем, что большое количество работников имеют семьи и приезжают работать, расставшись с ними на некоторое время, что в итоге может привести к депрессиям и низкой эффективности работы. Поэтому данным проектом предусматривается семейный вариант планировки помещения. Модуль дома разделен на две секции, в каждой из которых имеются все удобства для проживания семей. Также есть еще три варианта планировки помещений дома. Одиночные комнаты меньшего масштаба разделяют модуль дома на четыре секции, где в каждой комнате по 10,54 м<sup>2</sup> площади. В модулях, разделенных на три и две секции, площади комнат составляют по 13,43 м<sup>2</sup> и 20,32 м<sup>2</sup> соответственно. В каждой комнате предусмотрен санузел, кухня и рабочая зона. Дома стоят на четырех столбах высотой 2,1 м. Это создано для того, чтобы в особых природно-климатических условиях, характерных для данной территории, например, при большом количестве осадков, сильных ветрах и деформации вечномёрзлых грунтов, не возникало каких-либо сложностей для входа и выхода жильцов.

Для сохранения экологии природной среды Арктики Якутии необходимо рассматривать только экологически безопасные конструкционные и строительные материалы. В конструкции стен используются панели из автоклавного газобетона, который известен своей экологичностью, теплоизоляционными свойствами, а также легкостью, что немаловажно при строительстве мобильных домов. Теплоизоляционным материалом в данном проекте выбраны российские базальтовые плиты.

На данный момент интерес к домам временного пребывания после некоторого перерыва начинает возрождаться. Программа РААСН 2011 года «Предложения о приоритетных направлениях развития фундаментальных наук, прикладных наук, а также о направлениях поисковых исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук», а также некоторые составляющие Национального проекта «Доступное и комфортное жилье – гражданам России» являются свидетельством актуальности исследования и развития существующих проектно-технологических решений, связанных с мобильным жилищем [2, с.4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25957-83. Здания и сооружения мобильные (Инвентарные). Классификация, термины и определения; Введ. с 01.01.1987. – Москва: Изд-во стандартов, 1998. – 31 с.
2. Панфилов А.В. Особенности формирования мобильного жилища для временного пребывания (конец XX – начало XXI века): Канд. дис. – Москва, 2011. – 173 с.
3. Фаузер В.В. Демографический потенциал северных регионов России как фактор экономического освоения Арктики / Арктика и Север. – 2013. – №10. – С. 19–47.

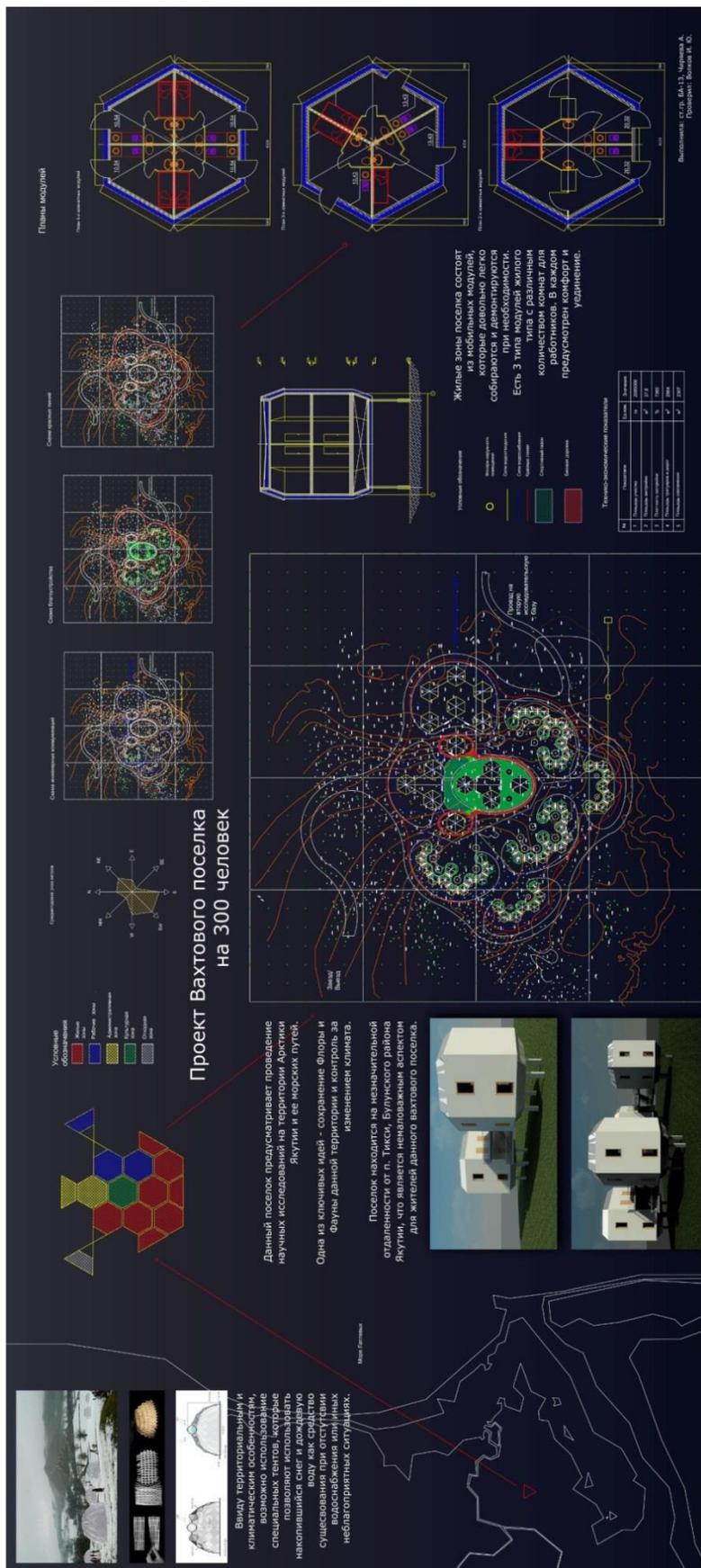


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Концепция экологических вахтовых поселков для арктических районов Якутии, как путь к устойчивому развитию севера», автор проекта А.В. Чиряева, руководитель доцент, И.Ю. Волков

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ С ОБСЛУЖИВАНИЕМ»**

А.А. Шутина

Научный руководитель: старший преподаватель С.М. Ремарчук  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: a\_shutina@mail.ru

**COMPETITION PROJECT “MULTI-STOREY HOUSE WITH SERVICES”**

A.A. Shutina

Scientific Supervisor: Senior lecturer S.M. Remarchuk  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: a\_shutina@mail.ru

***Abstract.** The location of the building was chosen at the crossroads of Sibirsckaya St. and Krasnoyj-Armii St., near the River Ushaika. Irregular topography of the territory and surrounding natural landscape of the river banks add uniqueness to it. The building consists of five sections, two of which are high-rise dominants. The design of the facade of the building is based on the step of each section, repeating the relief of the site. A footpath is laid through the portal of the building. It leads from Krasnoarmejskaya St. to the coastal zone of the River Ushaika. The footpath divides the courtyard into two parts and protects the house from excessive noise. Visitor parking lots are provided in the yard. Parking spaces for residents are provided in the multi-storey garage. The building structure consists of load-bearing brick walls. This material was chosen because of its great strength and environmental friendliness in addition to good soundproofing qualities and frost resistance. The residential complex includes one and three room apartments. Each apartment has a period of sun exposure for more than 2.5 hours. The whole territory of multi-storey residential building with services has the necessary infrastructure within walking accessibility.*

Данный проект выполнен в соответствии с заданием на архитектурное проектирование «Многоэтажный жилой дом с обслуживанием». Местоположение здания было выбрано на пересечении улиц Сибирской и Красноармейской, неподалеку от р. Ушайки. Границы проектируемого участка расположены в пределах красных линий. Место под проектирование имеет неровный рельеф, и окружающий естественный ландшафт у реки придает ему уникальность.

Здание состоит из пяти секций, две из которых являются высотными доминантами. Фасадное решение здания основано на ступенчатом сдвиге каждой секции, который создает динамику, как бы повторяя рельеф участка, и возрастает от ул. Красноармейской в сторону ул. Тверской. Изначально было задумано, что средняя секция здания будет поддерживаться с помощью консолей, создавая собой проход от главной улицы во внутриворотовое пространство. В процессе проектирования это решение было пересмотрено, в связи с трудоемкостью и неоправданно дорогой стоимостью возведения данной конструкции для жилого дома, но все же функция арки сохранилась, т.к. была запроектирована сетка колонн, которая служила несущим каркасом для средней секции. Через проем в здании проложен

пешеходный бульвар, ведущий от остановки общественного транспорта по ул. Красноармейской к прибрежной зоне р. Ушайки. Аллея, запроектированная с зелеными насаждениями, делит внутриворонное пространство на две части и ограждает территорию дома от лишнего шума. Во дворе здания находятся гостевые парковочные места, для жителей дома предусмотрен многоэтажный гараж-стоянка, расположенный ближе к северу от проектируемого объекта. С наружной стороны здания располагается гостевая парковка зоны общественного обслуживания. Заезд на придомовую территорию предусмотрен только с ул. Сибирской из учета интенсивности транспортного потока, движущегося по ул. Красноармейской. Хозяйственная зона расположена недалеко от въезда, за торцевой частью здания.

Две высотные секции имеют высоту:

- первая – 19 этажей (включая первый – общественный и, согласно нормам, второй – технический);
- вторая – 21 этаж (включая первый – общественный и второй – технический).

В проекте соблюдено главное требование для высотных домов – пожарная безопасность. В каждой высотной секции запроектированы эвакуационные незадымляемые лестницы, противопожарный водопровод, два лифта – пассажирский и грузовой, выход на крышу. Также предусмотрен мусоропровод. Остальные секции высотой пять, семь и девять этажей запроектированы также с техническим этажом между жилыми и общественными. Высота жилых этажей – 3,0 метра, общественного – 4,0 м. Для офисных помещений первого этажа предусмотрены отдельные входы (с противоположной стороны от входов в жилой дом) с вестибюлями. На их территории расположены: детские кружковые учреждения, тренажерный зал, медицинские кабинеты и др. Конструкция здания состоит из несущих кирпичных стен толщиной 510 мм. Для несущего остова был выбран именно этот материал, потому что он имеет наибольшую прочность, долговечность и экологичность, кроме того, кирпич обладает хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, морозостойкостью, что очень важно для томского климата. В отделке фасадов многоэтажного дома используется лицевой кирпич, декоративный композитный материал.

Проектом жилого дома предусмотрены одно-, двух- и трехкомнатные квартиры. Помимо удобной планировки, квартиры оборудованы застекленными лоджиями. С верхних этажей открывается живописный вид на р. Ушайку. Каждая квартира имеет период инсоляции более 2,5 часов.

Основные технико-экономические показатели:

- площадь территории – 1,5 Га;
- площадь застройки – 1311,8 м<sup>2</sup>;
- площадь типового этажа – 1172,8 м<sup>2</sup>;
- общая площадь высотных этажей – 467 м<sup>2</sup>;
- общая площадь дома – 19874,4 м<sup>2</sup>;
- жилая площадь дома – 14189,9 м<sup>2</sup>.

Через ул. Красноармейскую проходят транспортные маршруты общественного транспорта. Вся территория многоэтажного жилого дома с обслуживанием имеет необходимую инфраструктуру в пешеходной доступности, что очень функционально и удобно для жителей спроектированного дома. Проект выполнен согласно последним градостроительным требованиям и нормам, с учетом специфики ландшафта и применением современных технологий и материалов.



**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПО УЛ. ПУШКИНА, 24 В Г. ТОМСКЕ ПОД «ЧАЙНУЮ»**

Е.Ю. Кускова

Научные руководители: доцент Н.В. Савельева, доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная 2, 634003

E-mail: [kuscova@sibmail.com](mailto:kuscova@sibmail.com)

**COMPETITION PROJECT “DRAFT PROJECT OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS  
ADAPTATION FOR TEAHOUSE IN TOMSK, PUSHKINA ST., 24”**

E.Yu. Kuscova

Supervisors: Associate Prof. N.V. Saveleva, Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Sitnikova

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [kuscova@sibmail.com](mailto:kuscova@sibmail.com)

***Abstract.** The conceptual project of object’s adaptation proposes to restore its original functions of housing, that is to place a teahouse on the ground floor and the owner’s living space on the second floor of the house. The owner is supposed to become the investor in restoration. The restored wooden house will be comfortable for living and receiving guests. So the proposed function close to original will extend life of the unique historical object.*

Исследуемый объект – деревянный двухэтажный жилой дом на ул. Пушкина, 24 (ранее ул. Иркутская) построен в 1899 году вблизи Белого озера. Улица Иркутская была частью Великого Сибирского тракта, главной транспортной магистралью, связывающей восток и запад Российской империи. В период интенсивной эксплуатации Сибирского тракта, на участке Томск–Иркутск ежегодно проходило более ста тысяч подвод, перевозящих свыше четырёх миллионов пудов клади. Не удивительно, что ул. Иркутская привлекала многих предпринимателей. Известные томские купцы Кухтерины содержали на ул. Иркутской контору, транспортное страховое общество, имели большую усадьбу с жилыми домами, складскими помещениями, хозяйственными постройками и торговыми лавками.

По материалам архивных и библиографических исследований установлено, что в состав исследуемой городской усадьбы входил ещё один одноэтажный каменный дом (ныне утраченный), в котором располагалась торговая лавка, а в самом доме на первом этаже была чайная. В годы Советской власти в этом доме и соседних деревянных домах располагались общежития лесотехнического и зооветеринарного техникумов. В конце XX века дом эксплуатировался как жилой. В настоящее время дом расселен для ремонтно-реставрационных работ. В ночь с 13 на 14 октября 2012 г. в доме произошел пожар в результате, которого дом сильно пострадал.

В эскизном проекте приспособления объекта предлагается возобновить первоначальные функции дома: на первом этаже разместить чайную, а на втором этаже будет жить новый хозяин дома – предполагаемый инвестор, который выполнит работы по реставрации дома.

Первые чайные появились при Александре II в сельских местностях Тверской губернии, причем с самого начала правительство поставило перед этими организациями довольно удобные условия: арендную плату установили по минимуму наряду с очень низким налогом и особым режимом работы.

Чайные очень быстро завоевали любовь и призвание среди простого люда – в частности, приезжавших на базар крестьян и извозчиков, коротавших в них время, ожидая седоков. После открытия первой чайной 28 августа 1882 года в Петербурге подобные заведения стали появляться в Москве и ряде других городов. Изначально чайные находились на рабочих окраинах, по соседству с крупными промышленными предприятиями, после чего их стали открывать около бирж извозчиков и рынков.

В среднем в каждой чайной имелось три комнаты (помимо кухни, помещения для мытья посуды и других подсобных мест). Хозяевам чайных было разрешено иметь музыку (граммофон) и бильярд. Практически во всех чайных можно было увидеть подшивки газет. Вином, пивом и водкой там не разрешалось торговать. К заказанному чаю принято было подавать молоко, сливки, баранки, бублики, ржаной и пшеничный хлеб, масло и колотый сахар. Характерной особенностью большинства чайных были, к примеру, длинные общие столы. Отдыхавшие за ними посетители могли делиться новостями, вести беседу за чашечкой ароматного чая. К сожалению, в современном свете чайные, которые являлись неотъемлемой частью русского быта XIX – начала XX столетия, потеряли свои характерные национальные черты, но в то же время многие из этих исключительно русских заведений однозначно заслуживают особого внимания.

Таким образом, предлагаемая функция – совмещение жилья (на втором этаже) и чайной (на первом этаже) будет способствовать возрождению традиций и развитию малого бизнеса.

При входе в чайную посетитель попадает в небольшой тамбур. Ароматы различных сортов чаев проникают в каждую комнату заведения. Далее можно пройти по коридору в основной зал, обустроенный в стиле «ретро», где все «пропитано» атмосферой старины. Здесь располагаются столы с белыми скатертями, камин, который создает атмосферу домашнего уюта. Рядом с основным залом предусмотрена комната для мастер-классов чайных церемоний, в которой будут проходить уроки по культуре употребления чая в разных странах. Посетителям будут раскрывать старинные секреты приготовления и распития чая. На первом этаже предусмотрена кухня с моечной, подсобное помещение, комната для персонала, два санитарных узла для посетителей и персонала.

Второй этаж обустроен для хозяина чайной и его семьи. В квартиру предусмотрено два входа – с восточного и западного фасадов. В квартире имеется просторная гостиная, большая спальная комната для родителей, две спальни для детей. К гостиной примыкает кабинет. Предусмотрено два санузла.

В отреставрированном деревянном доме будет комфортно жить и принимать посетителей. Следует отметить, что дом имеет своеобразное оформление главного фасада. Особенность его декоративного оформления – солярные знаки, монограммы и дата постройки на фронтонах главного фасада. Не случайно зданию присвоен статус объекта культурного наследия регионального значения. Приспособление дома под функцию, близкую первоначальной, позволит продлить жизнь уникального исторического объекта и максимально раскрыть его архитектурно-художественные качества.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления объекта культурного наследия по ул. Пушкина, 24 в г. Томске под чайную», автор проекта студентка гр. № 542 Е.Ю. Кускова, руководители: доцент Н.В. Савельева, доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННОГО ДОМА  
НА УЛ. ПУШКИНА, 5 В Г. ТОМСКЕ ПОД ЖИЛЬЁ И СУВЕНИРНУЮ ЛАВКУ»**

А.А. Лыскова

Научные руководители: доцент Н.В. Савельева, доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная 2, 634003

E-mail: [mya\\_motto@sibmail.com](mailto:mya_motto@sibmail.com)

**COMPETITION PROJECT “DRAFT PROJECT OF WOODEN HOUSE ADAPTATION  
FOR HOUSING AND SOUVENIR SHOP IN TOMSK, PUSHKINA ST., 5”**

A.A. Lysikova

Scientific Supervisors: Associate Prof. N.V. Saveleva, Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Sitnikova

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [mya\\_motto@sibmail.com](mailto:mya_motto@sibmail.com)

***Abstract.** The right choice of a new function is the primary task in preparations for usage. Most of all, it depends on the fate of the monument. Local needs are being taken into account to solve this problem, especially in placing certain institutions, available spaces, transportation capabilities and much more. But the socio-cultural values of the monument and its safety requirements as an integral architectural object are still being determined. The project is proposed to perform the adaptation of the building for a shop of souvenirs and accommodation. Souvenir shop will be in demand in historically developed area of Tomsk "Voskresenskaya Gora". This territory is the place where Tomsk was founded. There are always a lot of tourists and young people here. So it makes the gift shop quite convenient to visit.*

Реставрация и приспособление для современного использования памятника архитектуры – это неразрывные стороны единого процесса восстановления памятника. На современном этапе научно-реставрационные советы не рассматривают проект реставрации без предложений по использованию памятника. Действительно, наилучший путь сохранения зданий – это продолжать ими пользоваться, что, несомненно, предполагает некоторую модернизацию и адаптационную переделку их отдельных элементов. Правильный выбор новой функции – первейшая задача подготовки к использованию, от него, прежде всего, зависит дальнейшая судьба памятника. При решении этой задачи, естественно, учитываются местные потребности в размещении тех или иных учреждений, имеющиеся площади, транспортные возможности и многое другое, но определяющими остаются социально-культурная ценность памятника и требования его сохранности как целостного архитектурного объекта.

Приспособление памятника к современной функции предусматривает наделение его необходимым инженерным оборудованием, обеспечивающим комфортные условия пребывания. И в этом случае должно превалировать требование сохранности памятника. Инженерные сети здания – памятника архитектуры должны в минимальной степени нарушать как эстетическую, так и конструктивную его целостность, что приводит к необходимости поисков нетиповых решений и к признанию возможности более гибкого подхода к соблюдению нормативов, обязательных для нового строительства. Значительные ограничения в приспособлении памятника накладываются на пробивки и штрабливание стен,

сводов и потолков. Они должны быть не только сведены к минимуму, но и сосредоточены в тех местах, где они способны в наименьшей степени нарушить ценные элементы памятника. Особые требования возникают при наличии в сооружении стенописей, лепнины и других ценных элементов отделки. В этих случаях необходимо создание режима, обеспечивающего оптимальные для их сохранения параметры температуры и влажности. Если эти параметры существенно отличаются от обычных, соответствующих комфортным условиям для пребывания людей, то предпочтение, безусловно, отдается целям сохранения памятника, а эксплуатационные возможности использования соответствующих помещений ограничиваются.

В целом приспособление объекта культурного наследия к современному использованию представляет собой сложную задачу и требует всестороннего учета не только историко-художественного значения памятника, но и его конструктивных и технических особенностей. Все эти вопросы должны входить в компетенцию архитектора, занимающегося реставрацией.

Дом по ул. Пушкина, 5 был простроен в 1893 г. По архивным сведениям в 1908 г. дом значится как школа Воскресенской церкви, в 1915 г. – школа Кухтериных. В советское время в доме разместилось жильё.

Предлагается, выполнить приспособление здания под лавку сувенирной продукции и жильё. Сувенирная лавка будет востребована в исторически сложившемся районе города Томска «Воскресенская гора» на улице Пушкина, 5. С этого места начался Томск, поэтому здесь всегда много туристов и молодежи, что делает сувенирную лавку удобным для посещения. Туристы, покидая Томск, увезут на память уникальные подарки. В сувенирной лавке предлагается разместить большой выбор предметов русско-народного промысла. Здесь можно будет приобрести такие русские сувениры, как гжельская керамика, дымковская игрушка, изделия из кедра и бересты, хохломская роспись, сувенирный фарфор и т.п. Также в лавке будут представлены современные декоративные подарки и изделия, сделанные в технике декупаж, квиллинг, канзаши, поделки из фетра, полимерной глины, всевозможные топиарии, различные декоративные вазы и многое другое.

Все входы в здание осуществляется со двора, с западного фасада. Один вход предназначен для сувенирной лавки, отдельный вход – в помещение уборочного инвентаря. Другие два входа предназначены для жилья. Один из них ведет на второй этаж.

Сувенирная лавка находится на первом этаже. Во входной зоне располагается касса и еще одно помещение занимает сувенирная лавка. Также имеется санитарный узел, мастерская для проведения мастер-классов и комната для персонала. В интерьере торговой лавки применены светлые оттенки стен, мебели и пола, на фоне которых ярко выделяется краснокирпичный камин и разноцветные сувениры. Портрет Иннокентия Кухтерина – хозяина воскресной школы, размещенный над камином, привлекает внимание посетителей и погружает в атмосферу прошлого этого дома.

Жильё располагается на первом и втором этажах. На первом этаже – однокомнатная квартира с кухней-студией. На втором этаже – две квартиры, однокомнатная с кухней-студией и 4-х комнатная квартира, в которой будет жить владелец сувенирной лавки. Во дворе будет располагаться зона отдыха с деревянными резными скамейками, окруженными декоративными растениями.

Посетив это место, посетитель сможет прикоснуться к славянским традициям и на некоторое время «погрузиться в глубину веков».



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления деревянного дома на ул. Пушкина, 5 в г. Томске под жильё и сувенирную лавку», автор проекта студентка гр. № 542 А.А. Лыскова, руководители: доцент Н.В. Савельева, доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВОДОНАПОРНЫХ БАШЕН В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА»**

Ю.Е. Нижегородцева

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Кетова  
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (СИБСТРИН),  
Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, 630008  
E-mail: [jn051191@mail.ru](mailto:jn051191@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “TYPOLOGICAL FEATURES AND TRENDS IN ADAPTATION OF  
WATER TOWERS IN MODERN CITY STRUCTURE”**

J.E. Nizhegorodtseva

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Ketova  
Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),  
Russia, Novosibirsk, Leningradskaya st., 113, 630008  
E-mail: [jn051191@mail.ru](mailto:jn051191@mail.ru)

***Abstract.** There are two blocks presented in this project. First block reveals typological features of water towers in the structure of major historical cities of Siberia such as Tomsk, Omsk, Berdsk and Novosibirsk. Three reconstruction projects are presented in the second block. There are three options for adaptation of water tower, which is an architectural monument of Novosibirsk at Vatutina St., 29/1. The first option involves reconstruction of the object as hostel; the second suggests recovering its lost functions of water reservation and accumulation; the third proposes reconstruction as the exhibition space.*

В проекте представлено два блока. В первом блоке автором выявлены типологические особенности водонапорных башен в структуре крупных исторических городов Сибири, таких как Томск, Омск, Бердск и Новосибирск. Во втором блоке представлены три проекта реконструкции на примере памятника архитектуры водонапорной башни в г. Новосибирске по ул. Ватутина 29/1. Трехъярусная, круглая в плане башня решена в формах переходного стиля от конструктивизма к неоклассицизму. Несущие элементы здания выполнены из кирпича и железобетона. Габаритные размеры здания составляют в плане – 19 м. Количество этажей – 8. Высота этажа варьируется в пределах 2,8...4,2 м. Высота здания в коньке – 34,63 м. Строительный объем здания – 7068 м<sup>3</sup>. Общая площадь – 1195,5м<sup>2</sup>. Техничко-экономические показатели генерального плана: площадь участка – 950 м<sup>2</sup>; площадь застройки – 19м<sup>2</sup>.

**1. Вариант приспособления водонапорной башни под хостел**

Функциональное зонирование объекта: *административно-хозяйственная зона* (первый этаж здания); *жилая зона* (со второго по шестой, на каждом этаже располагается по четыре номера с общей ванной комнатой и одной общей комнатой между номерами); *бытовая зона* (на седьмом этаже башни располагаются две кухонные зоны с общими обеденными зонами; на этаже располагается один общий санузел); *рекреация* (большое круглое помещение с оконными проемами по периметру для формирования общей комнаты с функциями выставочного пространства, конференц-зала и фитнес зала).

Схема планировочной организации земельного участка предполагает разработку благоустройства территории для приспособления объекта под хостел, а также обустройство нескольких парковочных мест для автомобилей.

Согласно первому варианту решения, в проекте реставрации предусмотрено три дополнительных межэтажных перекрытия, которые будут опираться на центральное ядро башни. Между колоннами, начиная со второго этажа и заканчивая шестым, планируется устройство витражных систем оконного заполнения. Стекло тонируется в цвет фасада здания, витражные окна устраиваются за существующими колоннами внутри башни. На шестом, седьмом и восьмом этажах планируется устройство дополнительных оконных проемов по периметру башни. Также планируется ремонт кровли, очистка и оштукатуривание фасада.

## **2. Вариант приспособление под водонапорную башню**

Функциональное зонирование объекта: *административно-хозяйственная зона* (административные помещения – дирекция и управление водонапорной башни на первом этаже здания; хозяйственные помещения – общие технические мастерские для нужд здания и администрации, помещения для насосов); *коммуникационная зона* (техническое оснащение включает все инженерные сети и относится к коммуникационной площади; со второго по шестой этаж основной объем занимают вертикальные коммуникации – это две лестничные клетки и лифт, а также металлические трубы, выходящие из резервуара и поступающие к нижним этажам); *зона резервации и накопления воды* (на седьмом этаже основной объем здания занимает металлический резервуар).

Второй вариант реставрации объекта предполагает восстановление утраченной функции накопления и резервации воды. Благоустройство и озеленение территории, прилегающей к застройке, предполагает расширение территории с целью формирования на ней разворотных площадок для пожарных машин.

По второму варианту проекта реставрации будут выполнены реставрационные работы по очистке и оштукатуриванию фасада, ремонту кровли, реставрации деревянных оконных проемов.

## **3. Вариант приспособления водонапорной башни под арт-кластер, выставочный павильон**

Функциональное зонирование объекта: *публичная зона* (в фойе находится информационный пункт и место записи групп, а также гардероб и вместительные камеры хранения; шестой и восьмой этажи занимают публичные зоны и включают в себя экспозиционные, рекреационные, культурно-образовательные и сервисные помещения); *выставочные зоны* (со второго по пятый этажи по основной вертикальной коммуникации располагается сменная экспозиция; основная выставочная сфера находится на седьмом этаже башни; выставочная экспозиция оформлена в виде 3D-визуализации на поверхности стен); *административно-хозяйственные зоны* (дирекция и управление арт-пространством находятся на первом этаже здания).

Третий вариант реставрации объекта предполагает благоустройство и озеленение территории, прилегающей к застройке.

Согласно проекту реставрации памятника под арт-кластер будут выполнены реставрационные работы по очистке и оштукатуриванию фасада, ремонту кровли, реставрации деревянных оконных проемов.

*Состав проекта:* ситуационная схема, генеральный план, фасады, планы этажей, перспективное изображение объекта, разрезы, экспликация помещений, перспективное функциональное зонирование объекта.

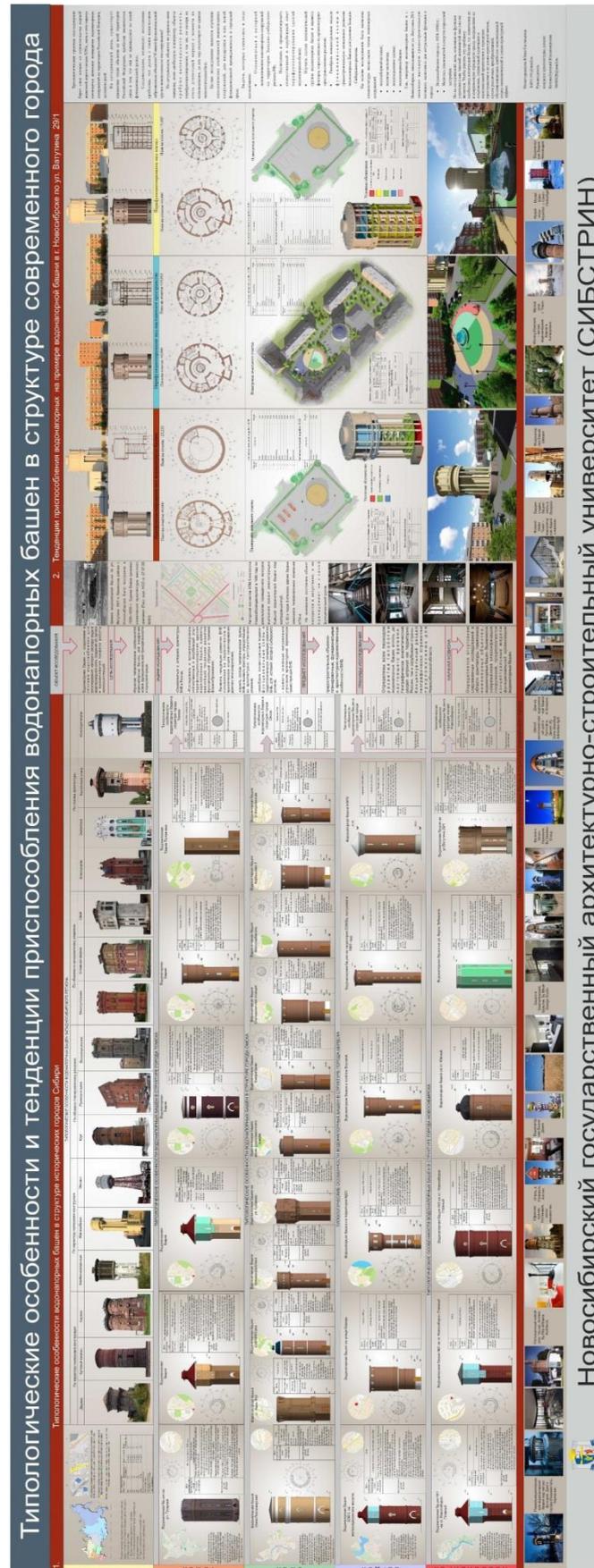


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Типологические особенности и тенденции приспособления водонапорных башен в структуре современного города», автор проекта Ю.Е. Нижегородцева, руководитель доцент, канд. арх. Е.В. Кетова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПАМЯТНИКА  
АРХИТЕКТУРЫ ПО УЛ. ОКТЯБРЬСКАЯ, 2 В Г. ТОМСКЕ ПОД АПТЕКУ «ВОСКРЕСЕНСКАЯ»**

К.Е. Сергеева

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [sergeevakristina2014@gmail.com](mailto:sergeevakristina2014@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT "DRAFT PROJECT OF ARCHITECTURAL MONUMENT  
ADAPTATION FOR PHARMACY "VOSKRESENSKAYA" IN TOMSK, OCTYABRSKAYA ST., 2"**

K.E. Sergeeva

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Sitnikova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [sergeevakristina2014@gmail.com](mailto:sergeevakristina2014@gmail.com)

***Abstract.** The main target of this project of building adaptation for new function is historical object's life extension. The right choice and justification of the new function are necessary to accomplish this task. It will allow saving such a valuable volumetric planning structure of the building and revealing its architectural and artistic qualities. It is proposed to carry out project of adaptation of the building for pharmacy. This proposal is conditioned by the fact, that there are no high category pharmacies in the block and this function used to be its original. In the course of archival and bibliographic research it was found that this building dates from 1940–1950's of 19<sup>th</sup> century and it originally functioned as the almshouse and midwifery school of Tomsk philistine society. Modern and historical traditions will be combined in the proposed pharmacy. It will affect both the interior and rendered services. Self-service and consultant assistance are suggested in this pharmacy. Customers will be able to use the services of wellness bar and buy some herbs. Also there will be "in a healthy body" courses, which will aim to tell about the prevention of various diseases, what to do in an emergency situation, how to live a healthy lifestyle and keep fit and tone. Also it will be possible to get personal specialist advice in here.*

Главной целью выполнения эскизного проекта приспособления здания под новую функцию является продление жизни историческому объекту. Для осуществления этой задачи необходимо правильно выбрать и обосновать функцию, которая позволит сохранить ценную объёмно-планировочную структуру здания и максимально раскрыть его архитектурно-художественные качества.

Каменный двухэтажный дом по улице Октябрьская, 2 является памятником архитектуры местного значения и поставлен на государственную охрану Решениями Томского облисполкома от 17.02.1978 г. и от 28.04.1980 г. №109. Здание в г. Томске расположено в районе исторического ядра города, где планировочная структура застройки сложилась в наиболее ранний период.

В ходе архивных и библиографических исследований установлено, что здание было построено в 40–50-е годы XIX века и первоначально функционировало как богадельня и повивальная школа мещанского общества г. Томска. В начале 1900-х годов здание было перестроено и приспособлено городом под

пятую вольную городскую аптеку. В 1912–1913 гг. постройка была расширена за счет пристройки одноэтажного кирпичного корпуса. В этот же период во дворе усадьбы был построен двухэтажный деревянный аптечный амбар. За время своего существования здание, построенное в основе своей по «образцовому» проекту 1809–1812 гг., претерпело значительные изменения.

Застройка исторического района «Воскресенская гора» в городе Томске сложилась в основном к концу XIX века. Здание аптеки является наиболее ранней постройкой и занимает одно из ключевых мест.

Предлагается выполнить проект приспособления здания под аптеку «Воскресенская» и курсы «В здоровом теле». Такое предложение обуславливается тем, что в данном квартале отсутствуют аптеки высокой категории, а также тем, что эта функция была первоначальной.

Аптека – это учреждение, относящееся к сфере здравоохранения. Главная задача данного учреждения – предоставление населению лекарственных средств и других товаров медицинского назначения.

В предлагаемой аптеке будут сочетаться современные и исторически сложившиеся традиции. Это отразится как на интерьере, так и в оказываемых услугах. Главный вход в аптеку располагается в поздней пристройке. Обслуживание в аптеке предусмотрено как по схеме самообслуживания, так и при помощи продавца-консультанта. Также здесь посетители могут получить услуги фито-бара и приобрести различные лекарственные травы. Помещение для персонала и подсобное помещение также располагаются в этом же объеме.

В интерьере торгового зала на фоне традиционного классицистического интерьера, украшенного историческими панорамами г. Томска, применена современная мебель, выдержанная в спокойной цветовой гамме. Здесь присутствуют оттенки зеленого, бежевого, серебристо-серого и белого цветов. В отделке помещений используются традиционные строительные материалы: штукатурка, лепнина, керамическая плитка, стекло, дерево.

В цокольном этаже основного объема находятся помещения для хранения и изготовления препаратов, санитарные узлы, кабинет директора и бухгалтера, электрощитовая. Завоз и транспортировка препаратов будет осуществляться с дворового фасада.

На втором этаже располагаются помещения для курсов «В здоровом теле», где расскажут о профилактике различных заболеваний, как действовать в экстренных ситуациях, как вести здоровый образ жизни и поддерживать хорошую физическую форму и тонус. Также здесь можно будет получить индивидуальную консультацию специалиста. В мезонине располагается личное помещение консультантов, где можно отдохнуть.

Таким образом, приспособление исторического объекта под функцию, близкую к первоначальной, позволит не только продлить жизнь уникального здания, но и максимально раскрыть его архитектурно-художественные качества.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления памятника архитектуры по ул. Октябрьская, 2 в г. Томске под аптеку «Воскресенская», автор проекта студентка гр. № 542 К.Е. Сергеева, руководитель доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПРОЕКТ РЕСТАВРАЦИИ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ ПО УЛ. ПУШКИНА, 28А В Г. ТОМСКЕ ПОД ЖИЛЬЁ ДЛЯ  
АКТЁРОВ ТЕАТРА «СКОМОРОХ»**

А.А. Ткачева

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [ppaaff@yandex.ru](mailto:ppaaff@yandex.ru)

**COMPETITION PROJECT “PROJECT OF RESTORATION AND ADAPTATION OF CULTURAL  
HERITAGE OBJECTS FOR “SKOMOROKH” THEATRE ACTORS’ HOUSING IN TOMSK,  
PUSHKINA ST., 28A”**

A.A. Tkacheva

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Sitnikova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [ppaaff@yandex.ru](mailto:ppaaff@yandex.ru)

***Abstract.** The main objectives of this work are to maximize the preservation of authentic elements of the monument, the restoration of the lost elements and adaptation of cultural heritage for definite function. For the function that will extend the life of the monument in the modern world and won't cause damage to the building, but will mostly reveal its architectural and artistic originality. Based on the fact that the object of cultural heritage is located in immediate proximity to "Skomorokh" theater it has been suggested to adapt this building for actors' housing. The project proposal provides the creation of comfortable elite housing in historic building with its own well-arranged surroundings in central part of the city, close to "White Lake" park.*

Томск один из старейших городов Сибири с богатой историей и архитектурным своеобразием. Деревянная архитектура – один из символов города, его отличительная черта. Ни в одном другом городе не существует таких крупных массивов деревянной застройки середины XIX – начала XX столетий, по этой причине деревянная архитектура Томска признана специалистами как уникальный в мировом масштабе исторический и культурный феномен. Главной задачей для нынешнего поколения должно стать выявление и сохранение этого ценнейшего пласта архитектуры, истории и культуры. Ведь, к сожалению, с каждым годом происходит утрата исторических зданий. Пожары, неправильная эксплуатация, несвоевременные или неправильно выполненные ремонтные работы, а также недочеты в законодательстве становятся причиной разрушения или полного уничтожения этого ценнейшего наследия. По этой причине актуальность данной работы не вызывает сомнений.

Главной задачей данной работы является максимальное сохранение подлинных элементов памятника, восстановление утраченных ценных элементов и приспособление объекта культурного наследия под функцию, которая позволит продлить жизнь памятника в современном мире, не нанесет зданию вреда, а максимально раскроет его архитектурно-художественное и планировочное своеобразие.

Приспосабливаемый объект, жилой дом по адресу Пушкина, 28А в г. Томске, расположен в историческом районе города «Воскресенская гора» в непосредственной близости от «Белого озера» по красной линии улицы Пушкина. Исследуемое здание – яркий представитель деревянной жилой застройки конца XIX – начала XX веков является объектом культурного наследия регионального значения согласно решению Томского облисполкома от 28.04.1980 № 109.

Построен дом в 1902 году. Из материалов, собранных в процессе историко-архивных изысканий (ГАТО Ф222, опись 4, дело №297), стало известно, что заказчиком на строительство дома и владельцем усадьбы был потомственный дворянин Франц Богушевский, предположительно, автором проекта стал городской архитектор П.Ф. Федоровский. Здание носило функцию многоквартирного доходного дома.

В 30-е годы XX в. владельцем дома значился Первый Сибирский Политехникум – в здании разместилось общежитие Политехникума. Известно, что вплоть до 2014 года здание имело функцию жилого многоквартирного дома. В настоящее время объект расселен и законсервирован. За 113 лет своего существования внешний облик дома изменился незначительно, но вот планировка дома претерпела некоторые изменения.

Исходя из того, что объект культурного наследия расположен в непосредственной близости от театра «Скоморох», предполагается приспособить данное здание под жилье для актеров этого театра. Проектное решение предусматривает создание комфортного элитного жилья в историческом здании в центральной части города, недалеко от сквера «Белое озеро», с устройством собственной придомовой территории.

В здании предполагается разместить две квартиры (по квартире на этаж). Каждая квартира рассчитана на четырех членов семьи. После удаления поздних перегородок, мы приблизимся к первоначальной планировке и получим просторные хорошо освещенные комнаты. На каждом этаже предлагается устройство кухни, столовой, гардеробной комнаты, спальни, кабинета, просторной детской (на два ребенка), зала-гостиной, ванной комнаты (совмещенной с санузлом) и гостевым санузлом. Цокольная часть дома является общей для обеих семей, в ней расположится тренажерный зал с душевой и санузлом, а также исходя из того, что в доме будут проживать актеры, в цокольной части предполагается размещение помещения для устройства домашних мини-спектаклей.

Интерьеры квартир предполагается сделать максимально уютными. Доминирующий стиль в оформлении квартир будет – *кантри*. Для этого стиля характерны естественные экологические материалы, цвета близкие к природным, деревянные полы; при оформлении потолка часто используются деревянные балки. Предпочтительно использовать винтажные вещи, состаренную мебель в ретро стиле, выполненную из природных материалов, большое количество текстиля. Все это прекрасно подходит для оформления деревянного жилого дома. Интерьеры гостиных комнат предполагается выполнить более классическими и торжественными.

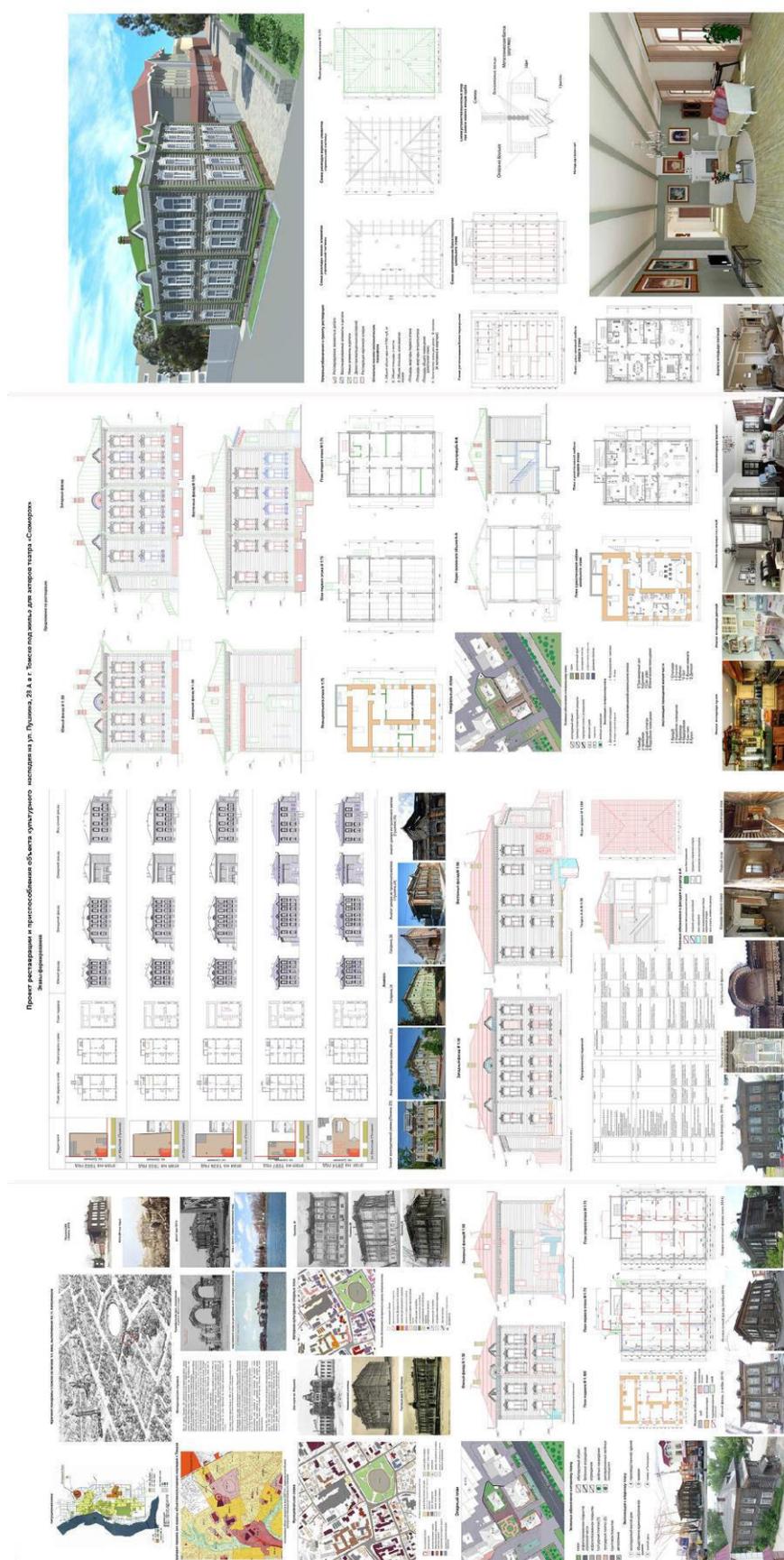


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Проект реставрации и приспособления объекта культурного наследия по ул. Пушкина, 28а в г. Томске под жильё для актёров театра «Скоморох», автор проекта А.А. Ткачева, руководитель доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА  
КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА УЛ. ПУШКИНА, 24 В Г. ТОМСКЕ  
ПОД «ДОМ ТВОРЧЕСКИХ ВЕЧЕРОВ»**

Е.С. Швенк

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [2-D@sibmail.com](mailto:2-D@sibmail.com)

**COMPETITION PROJECT “DRAFT PROJECT OF OBJECTS ADAPTAION OF CULTURAL  
HERITAGE FOR “HOUSE OF CREATIVE EVENINGS” IN TOMSK, PUSHKINA ST., 24”**

E.S. Shvenk

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD of Arch. E.V. Sitnikova  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [2-D@sibmail.com](mailto:2-D@sibmail.com)

***Abstract.** Extending life of historical buildings is inextricably linked to its modern use. The main task of the architect-restorer is to select correctly and justify the proposed function which will allow preserving space-planning structure and revealing the architectural and artistic qualities of the object. The project proposes to perform the adaptation of the building for the house of creative evenings. Since the monument is located in the historic area of the city, the building will emphasize its historical image of a bygone era, both from the outside and inside of the building.*

Продление жизни исторического здания неразрывно связано с его современным использованием. Правильно выбрать и обосновать предлагаемую функцию, которая бы позволяла максимально сохранить объемно-планировочную структуру и раскрыть архитектурно-художественные качества объекта, – главная задача архитектора-реставратора.

Двухэтажный деревянный дом по ул. Пушкина, 24 расположен на территории охранной зоны объекта федерального значения – Дома науки им. Макушина. В 2012 г. и сам дом был внесен в реестр выявленных памятников истории и культуры.

Исследуемый объект относится к типу зданий – «доходный дом», который является типичным, для городской застройки г. Томска конца XIX – начала XX вв. Жилой двухэтажный бревенчатый рубленый дом с кирпичным цоколем был построен в 1899 г. Нельзя не обратить внимание на кружевной старинный особняк, украшенный резьбой; во фронтонах главного фасада выложены монограммы «П.Р.» и «К.О.», а также дата постройки «1899». Архивные источники свидетельствуют о том, что дом входил в состав городской усадьбы, в которой располагались чайная и торговая лавка, размещавшаяся в соседнем одноэтажном кирпичном здании (до настоящего времени не сохранилась). В годы Советской власти в этом доме и соседних деревянных домах располагались общежития лесотехнического и зооветеринарного техникумов. В конце XX в. здание эксплуатировалось как многоквартирный жилой дом. В настоящее время дом расселен для ремонтно-реставрационных работ. В ночь с 13 на 14 октября

2012 г. в доме произошел пожар в результате, которого дом сильно пострадал. Был утерян холодный прибор с монограммами «К.О.», сгорела вся крыша и стропильная система, утеряна лестница.

Проектом предлагается выполнить приспособление здания под «Дом творческих вечеров». Так как объект культурного наследия находится в историческом районе города «Воскресенская гора» и в непосредственной близости от Белого озера, то предлагаемая функция будет уместна в красивом историческом доме. Предлагается подчеркнуть исторический образ ушедшей эпохи как снаружи, так и в интерьере дома.

В связи с тем, что здание двухэтажное и изначально каждый этаж функционировал отдельно, было принято решение сохранить эту планировочную особенность и восстановить все исторические входы. Главные входы в здание осуществляются с главного фасада. Один вход предназначен для всех посетителей, а второй для приглашённых гостей. Другие два дополнительных выхода, расположенные на дворовом фасаде, предназначены для эвакуации с первого и второго этажей, а также хозяйственных нужд.

На первом этаже располагаются музей, лавка с сувенирной продукцией и помещения для персонала. Во входной зоне расположена касса, гардероб и санитарные узлы для посетителей. Здесь будут проходить как постоянные, так и временные выставки томских художников, билеты на которые продаются в кассе первого этажа. Посещение выставок будет происходить в часы работы музея.

На второй этаж можно будет попасть только в определенное время и на определенное мероприятие. Подразумевается, что при входе будет действовать дресс-код. Так как второй этаж по интерьеру максимально приближен к ушедшей эпохе конца XIX в., то и наряды гостей помогут еще более погрузить посетителя в эту атмосферу. На втором этаже организованы органично связанные между собой помещения: главный зал-гостиная, в котором, в уютной атмосфере, будут проводить свои творческие вечера архитекторы, поэты, музыканты и художники. В фуршетном зале в перерывах между выступлениями будут подаваться охлаждающих напитков, холодные закуски и десерты.

Предлагаемая функция позволяет восстановить анфиладную планировочную структуру дома и максимально приблизить его объемно-планировочное решение к первоначальному облику. В местах утраченных печей предлагается организовать вентиляционные каналы, которые выводятся в восстановленные печные трубы. Одну из печей, расположенную в фуршетном зале второго этажа, предлагается реконструировать под камин.

Интерьеры второго этажа, где будут проходить творческие вечера, предлагается выполнить в ретро-стиле. В отделке помещений будут использованы те же отделочные материалы, которые применялись в конце XIX века. В зале-гостиной предусмотрена стилизованная сцена-подиум, с которой творческие личности будут вести свои вечера. Шпалеры на стенах, деревянная мебель, лепнина на потолке и богатый текстиль создадут уютную атмосферу.

Во дворе будет располагаться зона отдыха с деревянными резными скамейками для посетителей и небольшой сад. Также предусмотрены места для парковки машин с уличного фасада.

Таким образом, приспособление объекта культурного наследия под «Дом творческих вечеров» позволит максимально раскрыть его архитектурно-художественные качества и обеспечить комфортные условия эксплуатации объекта.

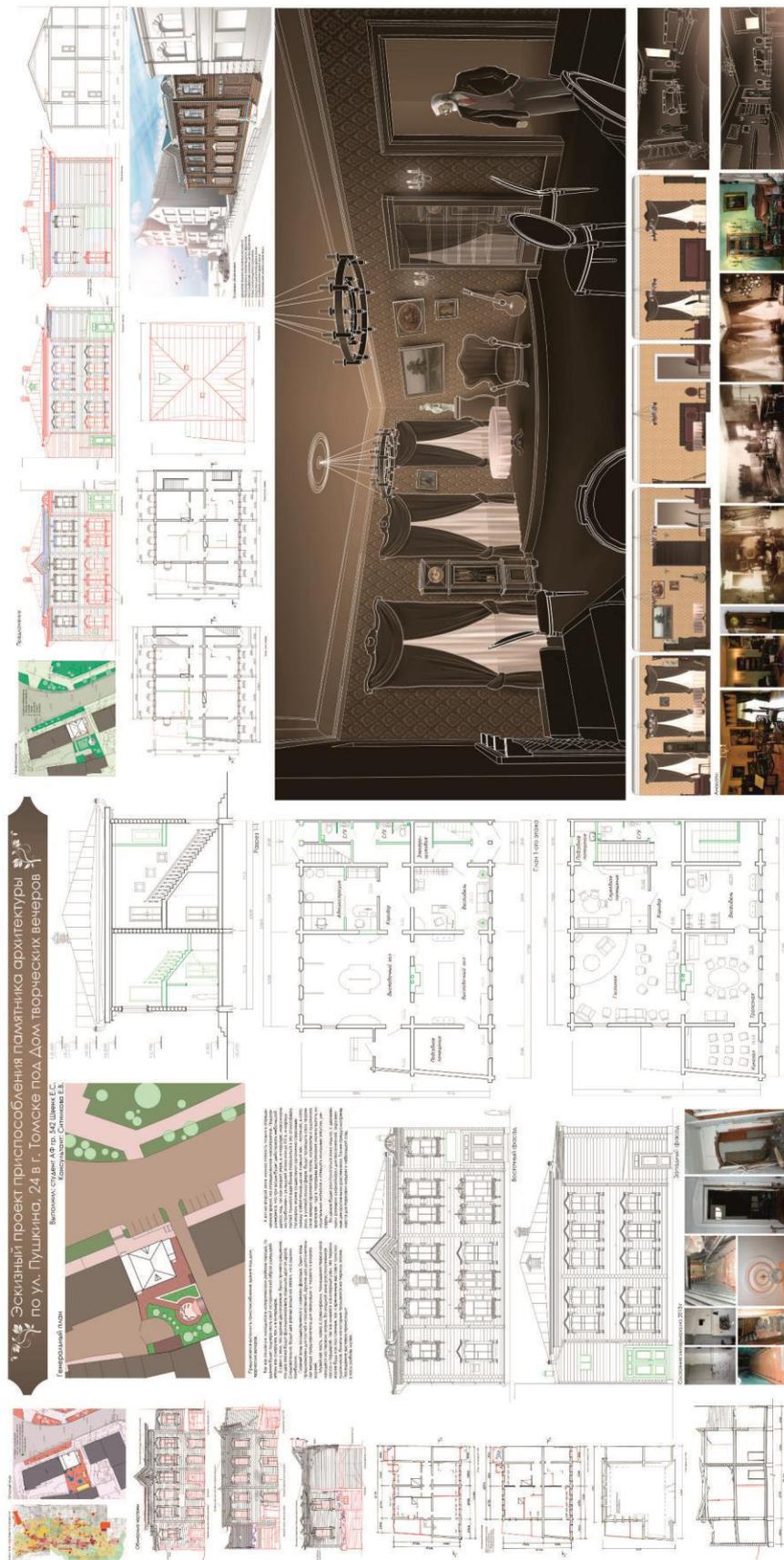


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления объекта культурного наследия по ул. Пушкина, 24 в г. Томске под «Дом творческих вечеров», автор проекта студент гр. № 542 Е.С. Швенк, руководитель доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКАЯ ДИЗАЙН СТУДИЯ «ЗВЕЗДОЧЁТ»  
НА УЛ. БЕЛОЗЁРСКАЯ»**

Ю.О. Гашилова

Научный руководитель: старший преподаватель К.Х. Ахтямов  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [victim\\_darkness@mail.ru](mailto:victim_darkness@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “DESIGN STUDIO “ZVEZDOCHYOT” FOR CHILDREN ON  
BELOZERSKAYA ST.”**

J.O. Gashilova

Scientific Supervisor: Senior lecturer K.H. Akhtyamov  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [victim\\_darkness@mail.ru](mailto:victim_darkness@mail.ru)

***Abstract.** A lot of similar and colorless buildings are one of the main problems of Russian cities; insufficient attention is paid to landscaping. It adversely affects aesthetic and moral state of the inhabitants of the city. The aims and objectives of this project are to create single composition, cozy atmosphere, healthy psychological environment designed for children’s development. The geographical location of the proposed facility is located in Tomsk, Belozerskaya St. Natural and historical landscape is the main advantage of this plot of land, situated in densely populated area. The lake is the decoration of the area that provides a picturesque view from the inside and outside of the building. Bright and recognizable façade will become an excellent symbol of the city. There are no windows in classroom walls, big clerestories are suggested instead. It is possible to have a rest at the playground and on the roof. There are benches installed on the roof. The building is made of brick and paneled with composite panels of white, violet and blue colors. The spiral staircase has protection made of blue fiberglass. The center of composition of the main façade is a stained-glass window with images of Moon and Sun, as they are symbols of harmony. The star-shaped decorative pattern in pane recalls the night sky.*

Одна из главных проблем многих российских городов – обилие однотипных, бесцветных построек. Также недостаточное внимание уделяется озеленению. Оставшиеся островки растений уступают место асфальту и машинам. Становится буквально нечем дышать, исчезает ощущение комфорта, ведь порой только в шелестящей листве, зеленой траве человек может найти покой и умиротворение. Это неблагоприятно влияет на эстетическое и моральное состояние жителей города. Отсутствие запоминающихся зданий и сооружений приводит к потере ориентации в пространстве. Современный город нуждается в ярких, но гармоничных строениях, особое внимание необходимо уделять детям.

Цели и задачи проекта:

- создание единой композиции, уютной атмосферы, здоровой психологической среды, предназначенной для развития детей;
- обеспечение безопасности пребывания в местах отдыха;

– создание синтеза техногенной и природной сред.

Географическое местоположение проектируемого объекта – г. Томск, ул. Белозерская. Главным преимуществом данного участка, расположенного в густонаселённом районе, является природно-исторический ландшафт. Украшением территории служит озеро, создающее великолепный вид как изнутри, так и снаружи здания. Климат Томска континентально-циклонический, зимы – холодные. Средний зимний показатель температуры  $-17^{\circ}\text{C}$ , летний  $+18^{\circ}\text{C}$ . Рельеф участка спокойный.

В элементах благоустройства используется асфальтовое покрытие для проездов и плиточное покрытие для тротуаров и отмосток. Для удобства около дизайн-студии были спроектированы: парковка на 9 мест и пешеходный переход. Архитектурный объект освещается двумя фонарями. Для обеспечения безопасности на территории предусмотрен охранный пункт, а сам участок огорожен забором. Главный вход оборудован пандусом. Проектное решение отвечает всем требованиям СНиП, предъявляемым к строениям данного типа.

В кабинетах отсутствуют окна, но есть большие зенитные фонари – это позволяет непоседливым ученикам не отвлекаться, не смотреть задумчиво в окно, а заниматься работой. В одной из внутренних стен проложена труба внутреннего водостока. Вертикальные нагрузки от перекрытий воспринимаются и передаются на фундамент основания поперечными и продольными стенами одновременно. Проектируемое здание ориентировано по сторонам света с северо-запада на юго-восток; главный вход выходит на северо-запад. На плане проекта выделена комната – вестибюль в форме круга. В нем размещены шесть удобных кресел и гардероб на 72 человека, рядом находится блок служебных помещений. Около классных комнат располагается коридор – галерея, освещаемая большим окном. Здесь дети смогут вывешивать на стены результаты своего творчества и вдохновляться новыми идеями.

Яркий, узнаваемый фасад станет отличной визитной карточкой города. «Звездочёт» – студия, где открывают сияющих и талантливых «звёздочек». Многочисленные арки, размещённые на одном из фасадов, играют роль не только эстетическую, но и игровую. Дети в перерывах между занятиями с удовольствием могут бегать между ними; также отдохнуть можно будет на детской площадке, рядом с дизайн-студией. Для любителей спокойного времяпровождения на эксплуатируемой кровле установлены скамейки – здесь можно будет почитать книгу в тени деревьев, сделать пару зарисовок с более высокого ракурса. Эксплуатируемая кровля с озеленением способствует сближению с природой и возвращает часть утерянных растений с участка, где будет осуществляться строительство.

Объем здания представляет собой ломаный параллелепипед с тремя вытянутыми ребристыми сторонами. На верху ребристых частей находятся зенитные фонари, вентиляционные каналы. Здание построено из кирпича, облицовано композитными панелями белого, фиолетового и синего цветов. Винтовая лестница имеет ограждения из синего стеклопластика. На противоположном от лестницы фасаде находятся три двери: главный вход, оборудованный автоматическими раздвижными дверями тёмно-фиолетового цвета, вход в техническое помещение и аварийный выход. Композиционным центром главного фасада является витраж с изображением луны и солнца, как символов гармонии. Вид здания вызывает ощущение таинственного волшебства, претворяя сказку в жизнь. Звездчатый декоративный узор напоминает о ночном небе, созерцая которое дети так часто загадывают желания.

Новая архитектура чувственна, она пробуждает целую гамму эмоций и образов, она создает атмосферу творчества и созидания в любой сфере деятельности, для которой служит оболочкой.

Состав проекта:

- ситуационный план М 1:1000;
- генеральный план М 1:200;
- план этажа М 1:50;
- фасады (масштаб линейный);
- разрез здания (масштаб линейный);
- разрез детали эксплуатируемой кровли (масштаб линейный);
- перспективные изображения объекта;
- деталь элемент витража М 1:10;
- технико-экономические показатели.

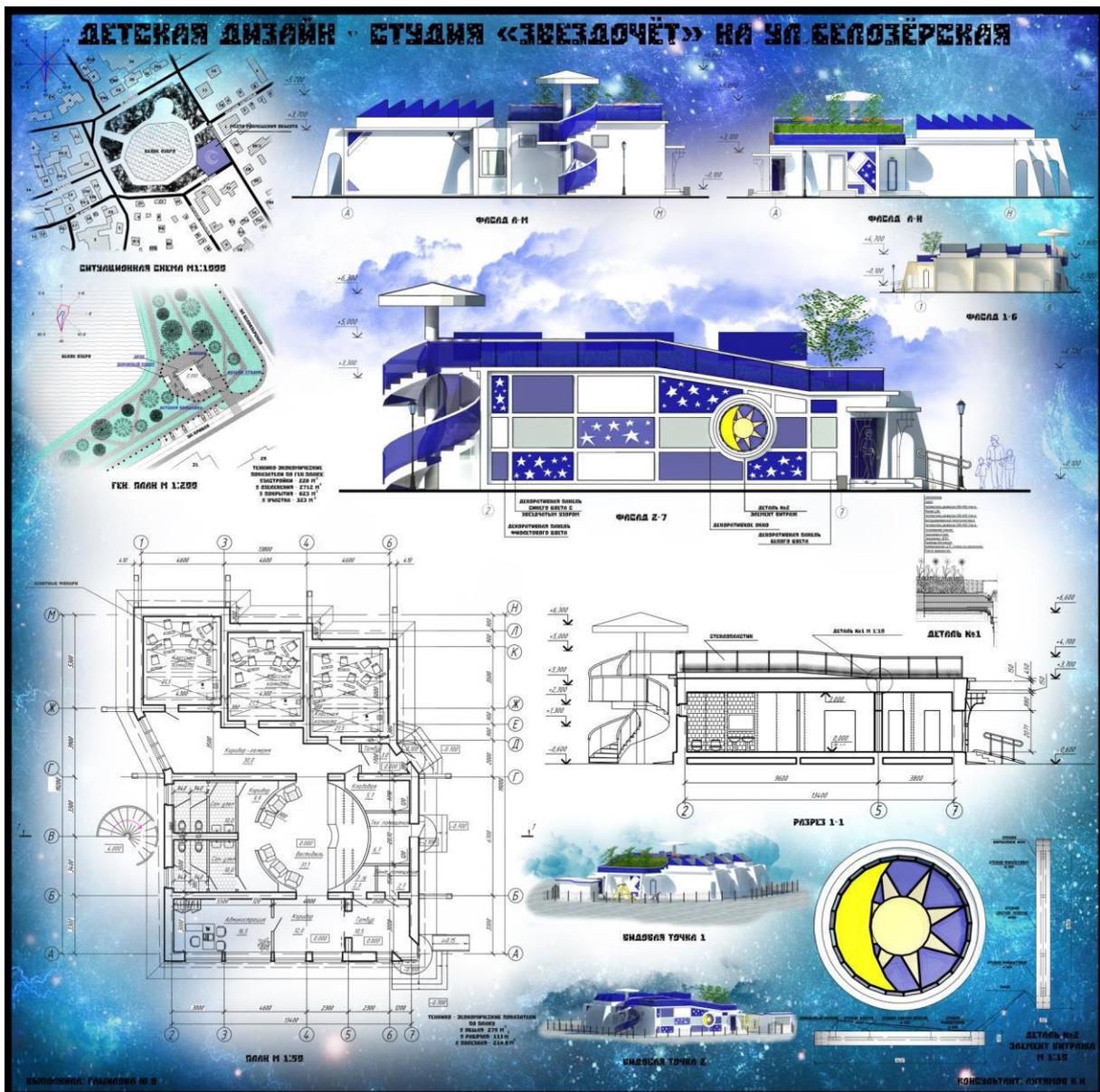


Рис.1 Графическое изображение конкурсного проекта «Детская дизайн-студия «Звездочет» на ул. Белозерская», автор проекта Ю.О. Гашилова, руководитель старший преподаватель К.Х. Ахтямов

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ВОСКРЕСНАЯ ШКОЛА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕРКВИ  
ВОСКРЕСЕНИЯ ХРИСТОВА»**

М.И. Маркивская, М.Д. Пычкина

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов,  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [marmarusia@mail.ru](mailto:marmarusia@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT “SUNDAY SCHOOL ON THE TERRITORY OF CHRIST’S  
RESURRECTION CHURCH”**

M.I. Markivskaya, M.A. Pychkina

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov,

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [marmarusia@mail.ru](mailto:marmarusia@mail.ru)

***Abstract.** The construction area of the project is located on the territory of Christ’s Resurrection Church in Tomsk, in the historical center of the town. This territory lies on the terrain elevation, which gives an opportunity to see the church and surrounding ensemble from various points. The project resolves not architecture of the Sunday school building only, but adjoined territory as well. It works out a whole new space, which contains of a big park, a house for the priest, a hotel and the Sunday school. So its area becomes good attraction point not for the citizens of Tomsk only, but also for visitors of our town. The project creates a modern space for education, gives new functions to the territory and attracts new people. The concept of the project is: “Contemplate during playing, study during contemplating, create during studying”.*

Церковь Воскресения Христова в Томске – не только важный центр духовной жизни города, но и одна из архитектурных достопримечательностей, определяющих его облик. Расположенный в историческом центре храмовый комплекс имеет большое градостроительное значение и является одной из знаковых сакральных построек, помогающих сложить представление об архитектурном наследии Томска. Храм и прилегающая к нему территория располагаются на возвышении рельефа – Воскресенской горе, крутой юго-восточный спуск которой выходит на Кузнечный взвоз, при проезде по которому открывается вид на всё здание церкви снизу-вверх. С другой стороны, Воскресенскую гору обрамляет Октябрьский взвоз; рельеф с этой стороны более пологий, террасированный и застроен частными деревянными домами, что дает возможность видеть церковь в комплексе с прилегающей застройкой.

Архитектурным проектом воскресной школы предлагается помимо концепции непосредственно здания школы разработка прилегающей территории. Предполагается дополнить её зданиями дома священника, церковной лавки и приходского дома, создав тем самым храмовый ансамбль, включающий как духовно-образовательные, так и жилые модули. Кроме того, предусматривается размещение торговой точки, которая будет прилегать к территории комплекса, но в то же время находиться за её пределами, отделяя торговую функцию от духовной.

Развитие территории храма создает центр притяжения не только для Томичей, но также и для гостей города (приходской дом даёт возможность приема паломников и формирует градостроительное ядро с функцией дополнительного образования не только в религиозном, но и в творческом ключе).

Целью данного проекта является создание лаконичного архитектурного образа, гармонично сочетающегося с окружающей средой и поддерживающего архитектурные особенности существующего храмового ансамбля.

В проектном предложении сформулированы объемно-пространственное и эстетическое решения здания школы с глубокой проработкой благоустройства прилегающей территории.

Проектируемый комплекс находится на территории церкви Воскресения Христова, архитектурного памятника, имеющего историческую, градостроительную и сакральную значимость, оказывающего немалое влияние на архитектурный облик и силуэт города. Поэтому здание школы призвано подчеркнуть архитектурные особенности церкви в гармоничном сочетании с ее фасадом. Созданный архитектурный облик сочетает исторически узнаваемые детали здания храма и архитектурные традиции стиля барокко (определяющие образ существующего комплекса) с современными технологиями и приемами проектирования.

На территорию комплекса, окруженного кованой оградой, выдержанной в стилистике собора, посетители попадают через главные восточные или дополнительные ворота, которые ведут на прихрамовую территорию. Церковь окружена мощением, соединяющим её с прилегающими иорданью и колокольней. Переходом с этой территории в зону парка служит часовня воскресной школы. Также на территорию парка можно пройти по дорожке, параллельной Октябрьскому взвозу. Парк связывает здания комплекса, создаёт зону отдыха и собраний. Композиция завершается видовой точкой выходящей на центр города.

Художественно-выразительный образ здания сформирован стреловидным очертанием боковых фасадов и протяженным главным фасадом, метрическая композиция которого задается рядами килевидных арок. Центральный объем завершается куполом со шпилем и венчающим православным крестом. Купол поддерживается четырьмя опорами, соединенными поперечными балками, образующими квадрат. В интерьере под куполом расположен витражный плафон с изображением «Животворящего Креста».

Облик здания школы представляет собой трехчастную композицию, состоящую из двух корпусов, объединенных стеклянным вестибюлем, в котором располагается часовня Животворящего Креста. Входная группа выполняет функцию духовного портала, через который осуществляются переходы между творческой и образовательной зонами корпусов, а также между церковью и парком. Парковая зона выходит на южный и западный склоны, а с севера и востока замыкается прихрамовыми постройками. Создается природно-ландшафтная среда, которая, являясь общественной, формируется администрацией церкви и отвечает духовному назначению всего комплекса. Попадая через часовню на территорию парка, мы оказываемся на главной аллее, которая связана с приходским домом и домом священника. Вторая аллея начинается форумом и замыкается смотровой площадкой, с которой открывается вид на панораму города. В западном конце парка параллельно аллеям идет ряд ветряков, служащих в качестве альтернативных источников энергии и дополнения к пространственной композиции территории. Парк засажен различными деревьями и кустарниками, включая живую изгородь.

Здание запроектировано в металло-каркасном конструктивном исполнении с применением ИВС («умных» строительных конструкций), и имеет большую площадь остекления – лишь с восточной и западной сторон находятся неостекленные объемы, в которых располагаются санузелы и технические помещения. В этих частях здания внутренний объем делится на два этажа. Несущими элементами являются арки металлокаркаса. Они остеклены двухкамерным энергосберегающим стеклом либо заполнены кирпичом с утеплителем. Энергосберегающие стекла INT GLASS контролируют температурный режим и создают благоприятные условия внутри помещения в течение всего года.

*Восточный корпус здания* – образовательный; он включает себя библиотеку и классы для устных занятий, бесед, изучения литературы. Внутренними перегородками он делится на три пространства: зону презентаций, зону бесед и зону работы с информацией, оснащенную компьютерами с электронной библиотечной базой. Эти зоны могут трансформироваться в общее выставочное пространство. Стеклянным переходом на уровне второго этажа этот корпус соединён с приходским домом, что упрощает для его постояльцев доступ в библиотеку.

*Западный корпус* – корпус творчества; он предназначен для занятий прикладным творчеством, рисованием, лепкой, для знакомства с витражным искусством и иконописью. В центре расположена зона для совместной работы и проведения мастер-классов; к окнам прилегают столы для индивидуальной работы. Также помещение оснащено шкафами для выставки и хранения работ учащихся. В отличие от восточного корпуса его фасад имеет полностью остекленную часть, вдоль которой идут отступающие арки, и которая соответствует расположению класса. В арках располагаются цветочные клумбы. Большая поверхность остекления создает хорошо освещенное, визуально открытое пространство, и позволяет увеличить естественное освещение в течение дня, что способствует занятиям творчеством.

Внутренние помещения также включают объекты зеленой архитектуры, которые связывают интерьер с экстерьером. Таким образом, газон, который мы видим не только за остекленными стенами, но и внутри здания, проводит связь между окружающим миром и пространством внутри школы. Интерьер подчеркивает продольный неф, сформированный арками стреловидного очертания. Оба корпуса решены единым пространством, свободным, просторным, хорошо освещенным. Оно отделено от входов стенкой, которая служит полотном для проектора, создает небольшую входную зону перед гардеробом, и в то же время замыкает композицию класса. В решении интерьера преобладает симметрия, цветовое решение основано на использовании натуральных материалов, природных фактур и оттенков.

В проекте создаётся качественно новая среда, преобразовывающая существующую территорию в новый интеллектуальный градостроительный комплекс духовного центра города Томска.

Технико-экономические показатели:  $S_o = 290 \text{ м}^2$ ,  $S_n = 248 \text{ м}^2$ ,  $S_p = 165 \text{ м}^2$ ,  $V_{cmp} = 1400 \text{ м}^3$ ,  $S_3 = 306 \text{ м}^2$ ,  $K1 = 0,85$ ,  $K2 = 4,8$ .



Рис. 1 Графическое изображение конкурсного проекта “Воскресная школа на территории церкви Воскресения Христова”, авторы проекта: М.И. Маркивская, М.Д. Пычкина, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030. ИННОВАЦИОННО-  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРНЫХ КОМПЛЕКСОВ В ИНФРАСТРУКТУРЕ  
Г. ТОМСКА (СТРАТЕГИЯ – 2030)»**

У.В. Распопова, А.Г. Павлова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: [ul.raspopova@gmail.com](mailto:ul.raspopova@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT “CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030. INNOVATIVE  
EDUCATIONAL MODELS OF ARCHITECTURAL COMPLEXES IN TOMSK INFRASTRUCTURE”**

U.V. Raspopova, A.G. Pavlova

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov  
Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [ul.raspopova@gmail.com](mailto:ul.raspopova@gmail.com)

***Abstract.** The project is carried out for the natural landscape of the Siberian city of Tomsk on the territory of Central City Park. The architectural complex “CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030” has a compact volume-planning structure of the space on the reference plane with detailed study of landscaping. The main advantage of this area is its convenient location – on natural area in the city center. The complex territory “CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030” is a multifunctional space for all groups of people. The main architectural ensemble is designed near the artificial pond. Communication link between buildings is carried out by means of ramp-portal, which crosses the two objects “THE SIGN A (ART)” and “THE SIGN B (BOOK)”. The general plan structure includes the existing communication forum, a fountain, small architectural forms, such as treelike art-objects, lanterns, billboards, portal-arches and other elements of territory improvement. The lightening of park and architectural models is possible due to energy-saving and environmentally friendly wind energy objects, WINDS. The interacting objects of design, architecture and natural landscape are harmoniously combined in general plan. Generally, the design solution is a universal typological system of creating dynamic communications in the city park infrastructure. Concept: “Creativity is the moment of creation future in the present”.*

Архитектурный проект «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030» (ТВОРЧЕСКОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ – 2030) – это комплекс зданий дизайн-студий дополнительного образования по различным направлениям (художественное – «THE SIGN A (ART)» и типографическое – «THE SIGN B (BOOK)»), а также концепция благоустройства территории городского сада с включением малых архитектурных форм.

Целью данного проекта является создание современной, качественной и комфортной архитектуры Сибирского региона РФ, а именно знаковых универсальных общественных зданий с малой функцией в исторической застройке Томска. Предполагается решение динамично-пространственных и

планировочных задач, новой генерации научно-образовательного комплекса Томской области, художественной выразительности, творческой наукоёмкости, технологичности и экономической целесообразности объектов.

Проект выполняется в природном рекреационном ландшафте города Томска на территории центрального городского парка «Городской сад» в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на втором курсе. Архитектурный комплекс «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030» предлагает компактную объёмно-планировочную структуру образов визуализации пространства на опорном плане с глубокой проработкой благоустройства прилегающей территории. Данный район проектирования является исторической средой. Современный томский городской сад был основан в 1886 году на месте заболоченного участка Новособорной площади томским губернатором Г.А. Тобизеным, а план был разработан «главным томским ботаником» Порфирием Крыловым. Сад был устроен в традициях английского пейзажного садового стиля с чередой древесных насаждений и значительных по размеру полей. Сейчас большую часть парка занимает роща, в основном из деревьев лиственных пород.

Главным преимуществом данного участка является его удобное расположение – в центре города на естественной природной территории. Проектируемый участок располагается между офисным комплексом «Томсктрансгаз» (на севере) и улицей Герцена (на юге), Новособорной площадью (на западе) и стадионом «Труд» (на востоке). Вход в парк осуществляется непосредственно со всех сторон. Новособорную площадь и городской сад разделяют трамвайные пути. Предусмотрены места парковки автомобилей и велосипедов.

Территория комплекса «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030» является многофункциональным пространством для всех групп населения, где можно выделить следующие зоны: познавательную, развлекательную, спортивную, природно-созерцательную и зону общения. Планировочная структура парка строится на решении глубинно-пространственных композиционных задач. Основной архитектурный ансамбль запроектирован вблизи искусственного водоема (бетонированный участок глубиной 500 мм, который точно воспроизводит пластичную конфигурацию ранее находившегося на территории городского сада пруда). Коммуникационная связь между зданиями осуществляется с помощью своеобразной пешеходной оси объектов – пандуса-портала шириной 1,5 м, который пересекает два объекта, образуя террасы или балконы. Также перпендикулярную ось к зданиям подчеркивает природная инсталляция – это четко сформированные линии кустарников с порталами для непосредственного передвижения по мощеным пешеходным и асфальтированным велосипедным дорожкам. Кроме того, в структуру генерального плана входит уже существующий форум общения и с противоположной стороны парка – фонтан. Структурную модульную сетку дополняют объекты малых архитектурных форм (арт-объекты, напоминающие по форме деревья, фонари, рекламные стенды, порталы-арки и другие элементы благоустройства.). Освещение парка и архитектурных моделей возможно с помощью применения автономных энергосберегающих и экологически чистых объектов ветровой энергии WINDS. В генеральном плане гармонично взаимодействуют объекты архитектуры, дизайна и природного ландшафта. В целом проектное решение представляет собой универсальный типологический комплекс для создания динамичной знаковой коммуникации в инфраструктуре городского парка города Томска.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030. Инновационно-образовательные модели архитектурных комплексов в инфраструктуре г. Томска (стратегия – 2030)», авторы проекта: У.В. Распопова, А.Г. Павлова, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН-СТУДИЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО НАПРАВЛЕНИЯ  
«THE SIGN A (ART)»**

У.В. Распопова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов,  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [ul.raspopova@gmail.com](mailto:ul.raspopova@gmail.com)

**COMPETITION PROJECT “ARTISTIC DESIGN-STUDIO “THE SIGN A (ART)”**

U.V. Raspopova

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [ul.raspopova@gmail.com](mailto:ul.raspopova@gmail.com)

***Abstract.** Purpose: the project is designed for a new generation of creators of the 21<sup>st</sup> century – extraordinary and talented. Task: To formulate and to create artistic images, embody them during a labor results. Architecture: Connection with nature, harmonious and bright expressive image, modern designs, energy efficient environment and environmentally friendly technologies. Concept: “FREE CREATION OF FREE PEOPLE ON THE FREE AREA”.*

Структура облика здания дизайн-студии «THE SIGN A (ART)» представляет собой объемную композицию, состоящую из трех объектов. Основной объем здания и одновременно креативного пространства – это параллелепипед габаритами 23,5 × 7 × 5,55 м, поднятый над уровнем земли на 1,2 м, что зрительно облегчает восприятие данной конструкции и делает ее более воздушной. Вместе с тем, фасады, выполненные из самозатемняемого стекла INT GLASS (может проецировать на собственной поверхности любые графические изображения, рекламные баннеры и тексты), способствуют реализации такого же эффекта. Шесть основных конструктивных деревянных цельноклееных рам формируют несущую конструкцию здания (150 × 150 × 5150 мм); большую площадь остекления разбивают узкие металлические рамы, которые придают особенную художественную выразительность фасаду. Фундамент конструкции – более мощные опоры (300 × 300 × 1000 мм). С северо-восточной стороны располагается коммуникативный творческий портал – это объект кубической формы (10 × 8,5 × 7,5 м), одна половина которого перекрывает часть здания металлической никелированной сеткой ISO METAL-MESH (сетка с мелкими отверстиями, не скапливает грязь и отталкивает осадки от поверхности), а другая выступает за пределы объекта (INT GLASS) и образует своим пространством природный форум общения. С северо-западной стороны находится инсталляционный объект в виде рамы (ISO METAL-MESH + декоративная трава; 4,225 × 1,5 × 8 м), выполняющий различные функции: освещение, источник энергии (MINI WINDS), реклама и озеленение.

Генеральный план и объёмно-планировочное решение здания формируются комфортными многофункциональными пространствами для всех групп населения. Дизайн-студия художественного направления – это непосредственно творческая и технологическая среды (информация, искусство, наука,

творчество, коммуникация, отдых). Проект «THE SIGN A (ART)» демонстрирует современный качественный уровень при решении архитектурных и функциональных задач.

Внутренний объем здания делится на два этажа, в которых располагаются зоны рабочего пространства. На первом этаже располагается творческая мастерская, с компактной и комфортной мебелью, которая имеет разнообразные сценарии перестановки. На уровне второго этажа находится компьютерный класс с библиотекой. Подъем на второй этаж осуществляется по лестнице. Входы и выходы из здания (коммуникативная зона) располагаются с трех сторон (портал, лестница; пандус, терраса; балкон, стеклянный коридор). Санитарно-техническая зона находится симметрично от рабочей зоны, отделена перегородкой, которая выполняет функции экрана проектора, стенда заметок, меловой поверхности и т.д. Зона хранения: гардероб при входе (лестница, коридор-пандус), шкафы для крупногабаритных принадлежностей, выставки и хранения работ учащихся (зона холла перед зоной администрации), подвесная консоль (рабочая зона) с высаженной на ней декоративной травой, места хранения (второй этаж).

Внутренние пространства также включают объекты зеленой архитектуры (по периметру здания), которые связывают интерьер с экстерьером. Таким образом, газон, который мы видим не только за остекленными стенами, но и внутри здания, проводит связь между окружающей средой и пространством внутри дизайн-студии. Объекты визуального восприятия и тактильного доступа так же эффективно гармонируют с природой.

В проектировании использованы следующие материалы: здание из стекла INT GLASS (оконное стекло, прозрачное, матовое с одной стороны и зеркальное с другой; дерево, бетон), природный портал общения из стекла INT GLASS с металлической никелированной сеткой и малые архитектурные формы (IBC металлопрокат, армированное стекло, металлопластик, полимеры, дерево), покрытия и мощения (бордюрные блоки, плиты и плитка, декоративный камень, асфальт), системы освещения (металл, стекло, художественное стекло), дендрология (кустарники, декоративная трава, цветы).

Проект раскрывает возможности гармоничной организации пространства «THE SIGN A (ART)» в структуре «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030», многоплановость, разнообразие углов зрительного восприятия объектов и лаконизм образного решения. Данная типологическая модель создает качественно новое учебное пространство с многофункциональным использованием и привлечением разных групп населения с целью просвещения и продвижения дополнительного образования. Элегантный европейский стиль, компактность, конструктивность, универсальность и экономичность делают проект привлекательным для инвестиций.

Технологии: «интеллектуальные» строительные конструкции (IBC), самозатемняемое стекло (INT GLASS), автономные энергосберегающие и экологически чистые технологии объектов (WINDS), электронные системы управления (WI-FI), рекламные инсталляции (INT GLASS+ ISO METAL-MESH).

Состав проекта: карта Томска, ситуационные схемы различных масштабов, генеральные планы, схемы зонирования, освещения, озеленения, движения транспортно-пешеходных потоков, фасады зданий, планы этажей, перспективные изображения объекта, разрезы (продольные, поперечные) и детали.

Технико-экономические показатели:  $S_n = 195,59 \text{ м}^2$ ,  $S_p = 179,87 \text{ м}^2$ ,  $S_o = 206,02 \text{ м}^2$ ,  $V_{cmp} = 1025,26 \text{ м}^3$ ,  $K_1 = 0,9$ ,  $K_2 = 4,9$ ,  $S_s = 592,49 \text{ м}^2$ .



Рис. 1 Графическое изображение конкурсного проекта «Дизайн-студия художественного направления «THE SIGN A (ART)», автор проекта У.В. Распопова, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДИЗАЙН-СТУДИЯ ТИПОГРАФСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ  
«THE SIGN В (BOOK)»**

А.Г. Павлова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [a\\_magik@mail.ru](mailto:a_magik@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT «TYPOGRAPHIC DESIGN-STUDIO «THE SIGN В (BOOK)»**

A.G. Pavlova

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003  
E-mail: [a\\_magik@mail.ru](mailto:a_magik@mail.ru)

***Abstract.** Purpose: the project is designed for a new generation of creators of the 21<sup>st</sup> century, extraordinary and talented. Task: to teach them to formulate, analyze and visualize the results of the creative process (with the help of typographic equipment (computers, printers, plotters and etc.). Architecture: connection with nature, harmonious and bright expressive images, modern designs, energy efficient environment and environmentally friendly technologies. Concept: «FREE CREATION OF FREE PEOPLE ON THE FREE AREA».*

Структура облика здания дизайн-студии «THE SIGN В (BOOK)» представляет собой объемную композицию, состоящую из двух объектов. Основной объем здания и одновременно креативного пространства – это эллипсоидный цилиндр габаритами 22,5 × 10 × 4,5 м, поднятый над уровнем земли на 1,3 м, что создаёт динамичное впечатление, подчеркивает пластическую выразительность образа и зрительно облегчает восприятие данной конструкции. Вместе с тем, фасады, выполненные из самозатемняемого стекла INT GLASS, которое может проецировать на собственной поверхности любые графические изображения, рекламные баннеры или тексты, способствуют такому же эффекту. Пять основных конструктивных металлических рам с поперечными балками (11500 × 210 × 6700 мм) совместно с массивной опорой (22900 × 1900 × 1500 мм), северо-западная сторона которой стоит на фундаменте дна искусственного водоёма и скрыта в воде, формируют несущую конструкцию здания. Большую площадь остекления цилиндрического фасада композиционно разбивают узкие металлические рамы, которые придают особенную художественную выразительность фасаду, формируя структурную динамику восприятия объекта «THE SIGN В (BOOK)». С юго-восточной стороны находится балкон скобообразной формы (1100 × 5800 × 3100 мм), ограждённый по краям никелированными бортиками (100 мм), и обустроенный искусственный водоём (2500 × 3700 × 500 мм), дублирующий форму северо-западного балкона. С северо-западной стороны над водой находится балкон криволинейной формы (6000 × 4500 мм), ограждение которого составляют: никелированные бортики (100 мм) и закалённое стекло (1000 мм). Над самим зданием располагается навес (11200 × 6000 × 200 мм), защищающий центральную часть здания от природных осадков и загрязнений.

Генеральный план и объёмно-планировочное решение здания формируются комфортными многофункциональными пространствами для всех групп населения. Дизайн-студия типографического направления – это непосредственно творческая и технологическая среда (информация, искусство, наука, творчество, коммуникация, отдых). Проект «THE SIGN В (BOOK)» демонстрирует современный качественный уровень при решении архитектурных и функциональных задач.

Внутренний объём здания представляет собой целостную структуру гуманистической функциональной среды в воспитании новой личности XXI века. В нем располагаются всевозможные виды компьютерного и типографического оборудования, отдельные помещения для 3D-принтера и плоттера с вытяжкой, а также компактная и комфортная мебель. Выходы и входы в здание (коммуникативная зона) располагаются с двух сторон (лестница, балкон, остеклённый тамбур; коридор – пандус, остеклённый тамбур). Санитарно-техническая зона находится симметрично от рабочей зоны, содержит элемент зелёной архитектуры и отделена перегородкой от помещения администрации. Зона хранения: гардероб при входе, ящики под полом для хранения работ учащихся и принадлежностей для обслуживания оборудования (рабочая зона), выставки работ учащихся (рабочая зона).

Особенную оригинальность интерьеру придаёт парящее пространство зальной платформы полиграфической студии, опирающейся на горизонтальные балки. Цилиндрический корпус внешней оболочки здания воздушно обтекает внутреннюю конструкцию и создаёт единый выразительный образ гармоничного взаимодействия с внешней природной средой. Функциональный лаконизм и многоплановость зрительного восприятия пространства помогают формированию творческой личности нового поколения. В проектировании использованы следующие материалы: здание из стекла INT GLASS (оконное стекло, прозрачное, матовое с одной стороны и зеркальное с другой; бетон; никель; закалённое стекло), конструкции (металлопрокат, бетон), интерьер (металл, стекло, композитные материалы, дерево), покрытия и мощения (бордюрные блоки, плиты и плитка, асфальт, ламинат), системы освещения (металл, стекло, художественное стекло), дендрология (декоративная трава, цветы), навес (металл, стекло INT GLASS с металлической никелированной сеткой). Колористическое решение образа здания решено в сдержанной элегантной цветовой палитре.

Проект раскрывает возможности гармоничной организации пространства «THE SIGN BOOK В» в структуре «CREATIVE COMMUNITY TOMSK – 2030», многоплановость, разнообразие углов зрительного восприятия объектов и лаконизм образного решения. Данная архитектурная модель создает качественно новое творческое инновационное пространство с многофункциональным использованием и привлечением разных групп населения с целью просвещения и продвижения дополнительного образования. Элегантный европейский стиль, плавность линий, конструктивность, универсальность и экономичность делают проект привлекательным для инвестиций.

Технологии: самозатемняемое стекло (INT GLASS); автономные энергосберегающие и экологически чистые технологии объектов (WINDS); электронные системы управления (WI-FI).

Состав проекта: карта Томска, ситуационные схемы различных масштабов, генеральные планы, схемы зонирования, освещения, озеленения, движения пешеходных потоков, фасады зданий, планы этажа, перспективные изображения объекта, разрезы (продольные, поперечные) и деталь.

Технико-экономические показатели:  $S_n = 173 \text{ м}^2$ ,  $S_p = 129 \text{ м}^2$ ,  $S_o = 212 \text{ м}^2$ ,  $V_{cmp} = 822 \text{ м}^3$ ,  $K_l = 0,8$ ,  $K_2 = 4,7$ ,  $S_s = 297 \text{ м}^2$ .

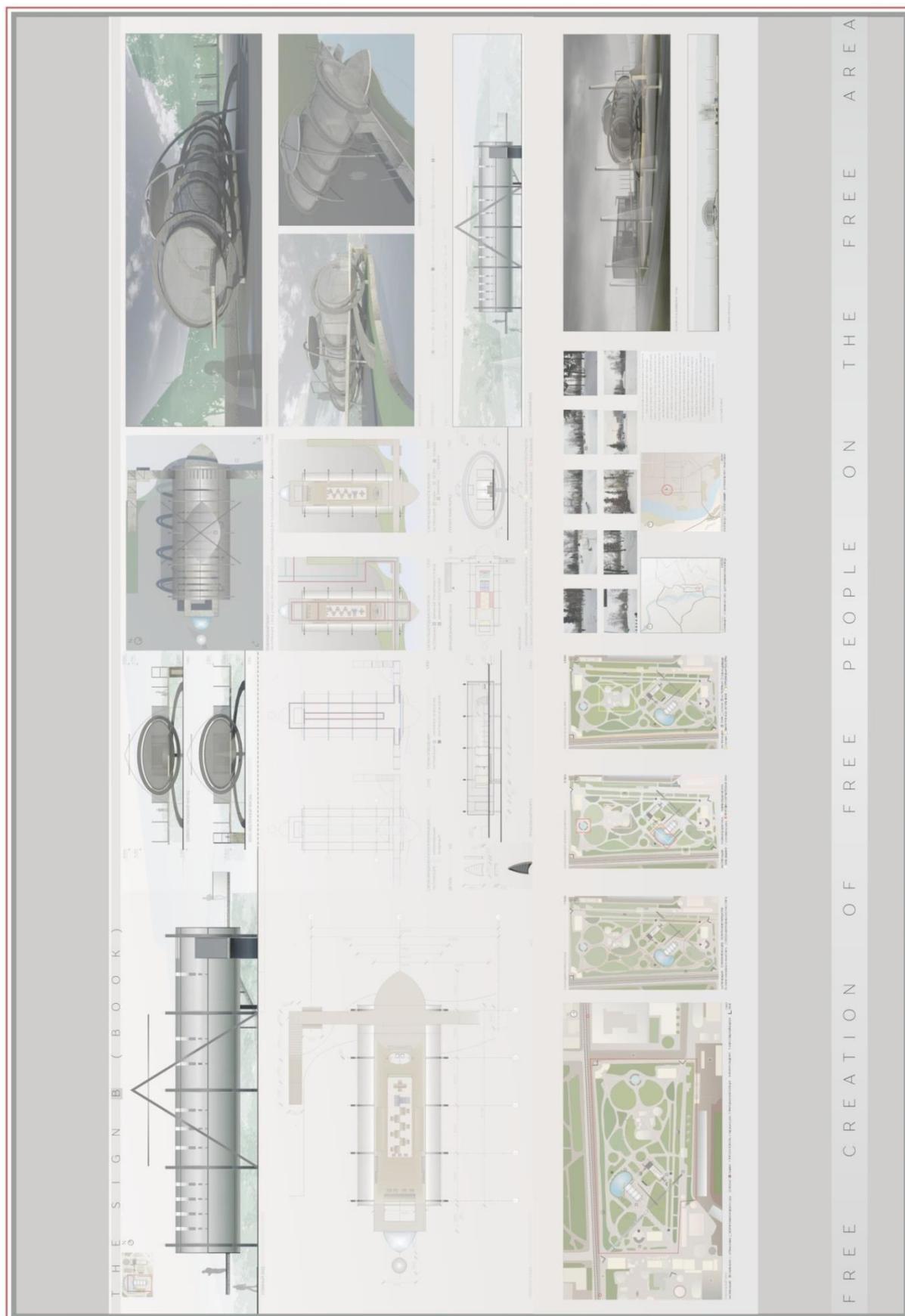


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Дизайн-студия типографского направления «THE SIGN B (BOOK)», автор проекта А.Г. Павлова, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

Научное издание

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник научных трудов  
XIII Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых

**Издано в авторской редакции**

Компьютерная верстка С.А. Поробова  
Редактор Г.А. Воронова, И.А. Курзина

Тираж 100 экз.



---

Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического  
университета сертифицирована в соответствии с  
требованиями ISO 9001:2008  
. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)

---

