

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

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

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017



ИХТЦ
ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ



**БАНК
ХОУМ КРЕДИТ**
Просто. Быстро. Удобно.



открытие
БАНК



СБЕРБАНК
Всегда рядом



МИКРАН



Премьер
БКС
Больше, чем банк



MARS

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
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

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

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017

Томск 2017

ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

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

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОЛУЧЕНИИ И ИССЛЕДОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Направление 04.03.01 Химия

Модульная структура обучения:

Модуль 1: Новые подходы и технологии в получении функциональных материалов

Модуль 2: Методы исследования структуры, состава и физико-химических свойств функциональных материалов

Профессиональные компетенции, формируемые в результате обучения:

- теоретическими знаниями в области современных методов получения функциональных материалов и изучения их физико-химических характеристик;
- умением выбирать необходимые методы и подходы к разработке функциональных материалов исходя из постановки задач и формы представления данных;
- основами технологии получения каталитических, фармацевтических, сорбционных, металлических и других функциональных материалов;
- умением выбирать необходимые методы анализа, исходя из постановки задач и формы представления данных;
- навыками работы на современном лабораторном оборудовании по аналитическому контролю материалов;
- навыками интерпретации полученных экспериментальных данных полученных на современном оборудовании при использовании физических и физико-химических методов исследования 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.

Координатор программы: Зыкова Анна Петровна, к.ф.-м.н., доцент ТПУ, zykovaap@mail.ru.

АДРЕС

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

УДК 501(063)

ББК 20л0

П278

П278 Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]: сборник трудов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Россия, Томск, 25–28 апреля 2017 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2017. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2017_vol_6.pdf – 226 с.

ISBN 978-5-4387-0748-6

ISBN 978-5-4387-0754-7

Сборник содержит труды участников XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». Включает доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные на секции «Строительство и архитектура». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов, молодых ученых, и преподавателей.

УДК 501(063)

ББК 20л0

Редакционная коллегия

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;

Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;

С.А. Поробова

ISBN 978-5-4387-0748-6

ISBN 978-5-4387-0754-7

© ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», 2017

© Томский политехнический университет,
электронный текст, 2017

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»:

- «Архитектура и градостроительство»
- «Вторая жизнь исторических зданий»
- «Общественное здание с простой функцией»

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ВЫСОТЕ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ПОДОБНЫХ ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол	11
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ШИРИНЕ ГРАНЕЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПОТОКУ ВОЗДУХА ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ М.Н. Сокол, А.Г. Дёгин	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНОВ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	17
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ РИТВЕЛЬДА НА СТАДИИ ТВЕРДЕНИЯ К.С. Гаусс	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛАСТИН С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПЕРВОЙ ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЫСОТОЙ И ШИРИНОЙ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РЕБЕР О.О. Кондратенко	23
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА Н.В. Гусакова, К.Э. Филюшина, О.И. Добрынина	26
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВЯННЫХ ОКОН А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, К.Е. Петров	29
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Р.В. Будянский, А.Ю. Малиновский, К.Е. Петров	32
НОВЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Н. Мухаметгазы, М. Жамигат, К.А. Садыков	35
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСФЕР ПОЛУЧЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ Р.Е. Гафаров, В.В. Шеховцов, О.Г. Волокитин	38
ЛЕГКИЙ ШЛАКОВЫЙ БЕТОН С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ Н.В. Корейбо, А.Б. Стешенко	41
ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНИКА ПАНТОГРАФНОГО ТИПА В.С. Калинин	44
МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТА, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИТАМИ А.А. Хрюкин, М.В. Смолина	47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА В ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА Е.А. Бартеньева	50
БЕЗУСАДОЧНЫЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНОГО ПЕСКА КИЛЬДЯМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Д.В. Васильева	53
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНЫХ БОРТОВ ПЛИТЫ БАЛЛАСТНОГО КОРЫТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ С. В. Ефимов	56
АНГОБЫ ИЗ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЯКУТИИ Э.М. Сутакова, А.А. Ли-Фу, О.А. Бурнашева	59
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ЯЧЕСТОГО БЕТОНА В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	62
БЕТОНЫ С МИНИМАЛЬНОЙ МЕЖЗЕРНОВОЙ ПУСТОТНОСТЬЮ НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ А.В. Анашкина, А.Б. Стешенко	65
СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ФИБРОПЕНОБЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЯЖУЩИХ В.И. Федоров, В.Н. Унаров	68
ЛИГНОПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ Е.Е. Ибе	71
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАКРОМОДЕЛИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ В.А. Сыромясов, А.И. Иванов, Д.В. Акст	74
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА ДО И ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ В МЕЛЬНИЦЕ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В.В. Шевченко, Д.В. Акст	77
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ НАНОДИОКСИДА КРЕМНИЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДИСПЕРСНОСТИ О.В. Демьяненко	80
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД Н.В. Войтенко, А.И. Прима	83
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТЬЮ АРБОЛИТОВ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ Л.С. Иннокентьева, С.Ю. Егорова	86
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ К.В. Кобелев	89
ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШПИЛЕК В БОЛТО-ФРИКЦИОННОМ СОЕДИНЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И.Ю. Мурованный	92
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛЭП К.П. Васильева	95
РАЗРАБОТКА БЕЗОБЖИГОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНОВ Е.В. Лазаревич, Н.Е. Никитенко, А.А. Гилевич	98

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА АНГИДРИТОВЫХ ВЯЖУЩИХ	
О.В. Волкова, А.И. Курмангалиева	101
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРА С УЧЕТОМ ЭЛЕМЕНТОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ	
А.А. Грученкова, П.В.Чепур	104
ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛЬНОГО СТРОЕНИЯ	
Д.С. Горкольева	107
ПРИГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА С ПОСЛОЙНЫМ ПЕРЕХОДОМ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ДЕКОРАТИВНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ	
Д.В. Акт, В.А. Сыромясов, М.С. Дружинин	110
ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ ПОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С УЧЕТОМ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВ	
Ю.А. Бабилова, С.А. Арзамасцев	113
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ ХРИЗОТИЛОВЫМ ИЛИ БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ НА СВОЙСТВА ФИБРОБЕТОНА	
Е.А. Щеткова	116
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ДОБАВКАМИ НАПРАВЛЕННОГО ДЕЙСТВИЯ	
В.А. Ефремова, А.С. Симакова	119
ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА СО СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ «АРМИДОН»	
Д.А. Ястремский., Ю.Н. Шабанова	122
ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И СТРУКТУРЫ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА ПРИ ВВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК	
С.А. Хакимуллина	125
АРХИТЕКТУРА КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОЗДОРОВЛЕНИЯ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ	
А.В. Чистякова	128
ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВОМ ШТРАБЫ ДЛЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	
Д.С. Баронин	131
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ	
Е.А. Сорокина	134
ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК НА ПОДАТЛИВЫХ ОПОРАХ С РАСПОРОМ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И КРАТКОВРЕМЕННОМ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ	
Д.Р. Галяутдинов	137
ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ГИДРОФОБНО-ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ТВЕРДЕНИЕ ЦЕМЕНТА	
А.А.Чикичев, В.И.Сивкова.	140

NANOTECHNOLOGY IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY D.A. Startseva, K.P. Devyatova	143
LASER WELDING IN MECHANICAL ENGINEERING (COMPARISON OF SOME TYPES OF LASERS AND THEIR DEMAND) D.S. Nikiforov, V.V. Sherbakov	146
«SMART HOUSE» TODAY AND TOMORROW A. E. Tsiplukhina.	149
WELDED JOINTS OF BUILDING DESIGNS M.A. Golousenko, A.A. Proshina, N.S. Kabykenov	152
FORMATION FEATURES OF MASS AND INDIVIDUAL PASSENGER TRANSPORT IN LARGE CITIES S.V. Schastlivtsev	155
АННОТАЦИИ КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ	158
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛОЙ ДОМ "УНГОЛИАНТА" В ПОС. РОСИНКА» Ю.О. Гашилова	158
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КВАРТИРЫ В СТИЛЕ «КАНТРИ» Е.А. Казанцева	161
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПАРК ОТДЫХА В РАЙОНЕ МАВЛЮКЕЕВСКОГО ОЗЕРА В Г. ТОМСКЕ» Д.С. Горколыцева	164
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ ВБЛИЗИ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО» Р.М. Исмаилова	167
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКИЙ САД НА 160 МЕСТ В Г. ТОМСКЕ» К.Н. Кавтеладзе	170
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ» В.И. Квашнин	173
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЗДАНИЕ ЖИЛОЕ МНОГОКВАРТИРНОЕ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ» М.А. Ким	176
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК ГОРОДСКОГО ТИПА В РАЙОНЕ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ» М.Е. Костенко	179
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КРЫТЫЙ РЫНОК НА 500 ТОРГОВЫХ МЕСТ» А.А. Кривошеина	182
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК ГОРОДСКОГО ТИПА В РАЙОНЕ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО НА 2500 ЖИТЕЛЕЙ» А.А. Ломаев	185
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛАЯ ГРУППА НА 1000 ЧЕЛОВЕК» А.А. Симонова	188
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКИЙ САД НА 160 МЕСТ Г. ТОМСК» А.С. Смирнова	190
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ» З.Р. Шамсутдинова	193

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВОДОРАЗБОРНОЙ БУДКИ ПО АДРЕСУ ПЕР. САККО, 67А, В Г. ТОМСКЕ ПОД «СТУДИЮ ДИЗАЙНА ТОРЖЕСТВ»	
Е.П. Долгова	196
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА ПО АДРЕСУ УЛ. ПУШКИНА, 28А, В ТОМСКЕ ПОД СТУДИЮ КИНО И МУЛЬТИПЛИКАЦИИ «МАЛЕНЬКИЙ ПРИНЦ»	
Ю.О. Макарова	199
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОКВАРТИРНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. ТОМСКЕ»	
А.А. Осипова	202
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ХОСТЕЛ НА 24 МЕСТА В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ Г.ТОМСКА»	
А.П. Подорова	204
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ВОДОРАЗБОРНОЙ БУДКИ ПО АДРЕСУ УЛ. РОЗЫ ЛЮКСЕМБУРГ, 67А ПОД МАСТЕРСКУЮ ПО СОЗДАНИЮ И ПРОДАЖЕ ПОЧТОВЫХ ОТКРЫТОК»	
Т.Ю. Резниченко	207
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ»	
А.А. Дятлова	209
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КОМПЛЕКС СТУДЕНЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ «UNIVERSAL MODULE»	
В.И. Елизарова	212
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО НАПРАВЛЕНИЯ «THE MIRROR»	
К.С. Карпенко	215
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ «PROJECT STUDIO»	
Д.С. Паршуков	218
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СТУДЕНЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ МАСТЕРСКАЯ»	
Т.А. Рекун	221
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СТУДИЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА «ЖИВОЕ ПРОСТРАНСТВО»	
А.В. Яценко	223

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО
ТЕПЛООБМЕНА ПО ВЫСОТЕ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ
ПОДОБНЫХ ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ**

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: degall@mail.ru

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE DISTRIBUTION OF LOCAL HEAT TRANSFER
HEIGHT MODEL BUILDING LOCATED IN A GROUP OF SIMILAR VARIATIONS IN THE
DISTANCE BETWEEN THEM**

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: degall@mail.ru

Abstract. *The report presents the results of the distribution of local heat transfer height of the building model, being in a group of similar models in the form of a square prism, which simulate a group of buildings, mutually influence each other. The results on heat transfer tandem building models, depending on their location. Experiments were carried out at the maximum Reynolds number $Re = 7 \times 10^4$, air flow attack angles from 0 to 45 degrees for models with relative height $H/a = 1; 3$ and 5.*

Обширный объем сведений в области аэродинамики строительных конструкций в значительной мере покрывает потребности современных методик проектирования. Однако взаимодействие ветровых потоков от ряда зданий, влияние их местоположения на интерференцию потоков остается малоизученным. 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. Поэтому актуальным являются исследования, направленные на совершенствование расчетов локального и интегрального теплообмена при обтекании воздушным потоком группы зданий.

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). Теплообмен измерялся только у позадистоящей модели «2» (тепловая модель), две впередистоящие модели «1» не нагревались.

Изучались процессы теплообмена для группы из 3 зданий, а также их характерные особенности при вариации их высоты (относительная высота $H/a = 1; 3; 5$), местоположения относительно друг друга (поперечное смещение $L1/a=1; 2; 3$; продольное смещение $L2/a=2; 6; 10$) и углов атаки воздушного

потока $\varphi = 0$ и 45 градусов. Максимальная скорость воздушного потока составляла 35 м/с, а максимальное число Рейнольдса, рассчитанное по размеру грани призмы $Re = U_0 \cdot a/\nu = 7 \times 10^4$.

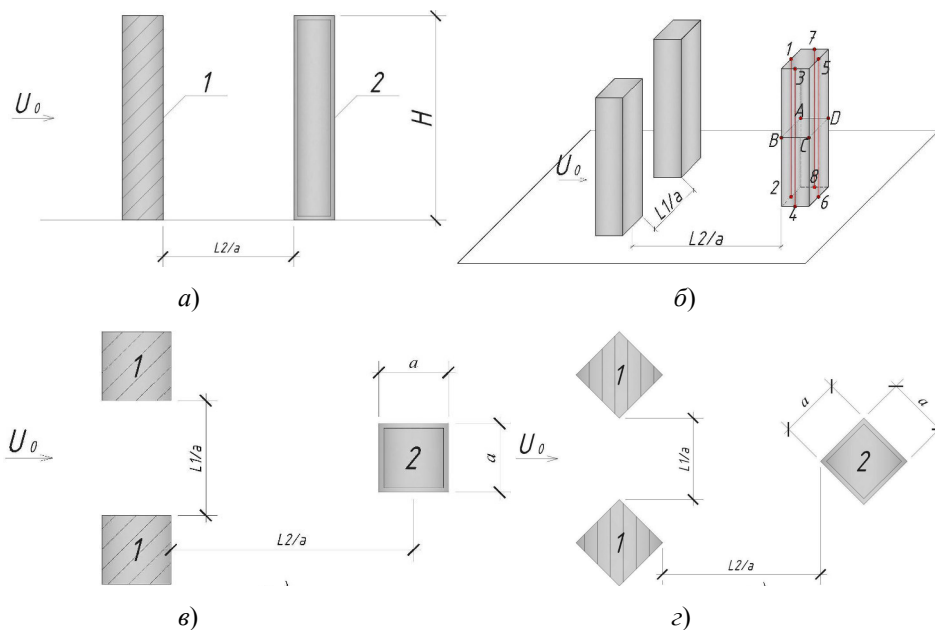


Рис. 1. Схема расположения исследуемой тепловой модели «2» относительно моделей-препятствий «1»: а) - общий вид экспериментальной модели; б) – вертикальные и горизонтальные сечения; в) – схема расположения моделей при поперечном смещении $L1/a$ и продольном смещении $L2/a$, угол $\varphi=0^\circ$; г) – схема расположения моделей при поперечном смещении $L1/a$ и продольном смещении $L2/a$, угол $\varphi=45^\circ$

Измерение температуры тепловой модели «2» осуществлялось при помощи ХК-термопар диаметром $0,5$ мм, зачеканенных на одной из граней моделей (рис. 2). Термопары расположены в горизонтальных и вертикальных сечениях. Количество термодатчиков на измерительной грани тепловой модели составило: $H/a = 1 - 9$ шт.; $H/a = 3 - 13$ шт.; $H/a = 5 - 19$ шт.

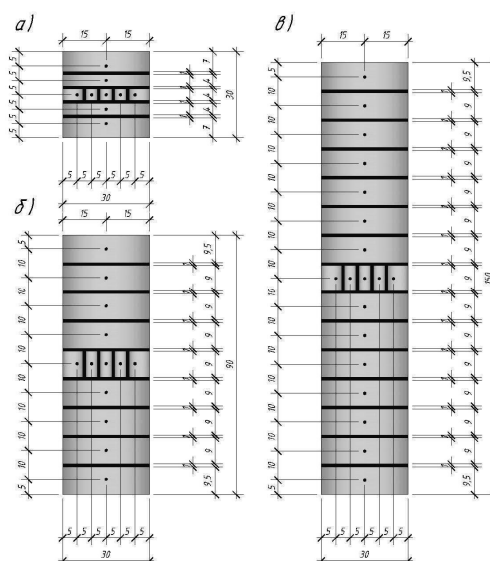


Рис. 2. Схемы размещения термопар на измерительной грани моделей с относительной высотой:

а) – $H/a = 1$; б) – $H/a = 3$; в) – $H/a = 5$

Серии экспериментов проводились на аэродинамическом стенде в лаборатории кафедры ТСП ТГАСУ, общий вид которого и методика проведения исследований представлены в [1,2]. Основной величиной, подлежащей опытному исследованию при конвективном теплообмене, является коэффициент теплоотдачи.

На рис. 3 представлены графики распределения локального коэффициента теплоотдачи по высоте тепловой модели «2» с относительной высотой $H/a = 3$ при калибре $L1/a = 1,0$ между моделями «1» и их смещении на $L2/a = 2,0; 6,0; 10,0$ ($Re = 7,0 \times 10^4$, $\varphi = 0^\circ$).

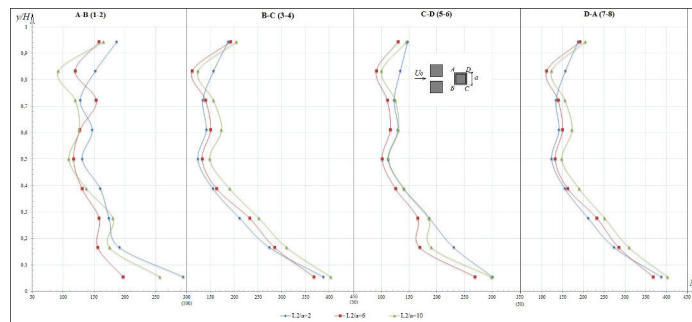


Рис. 3. График распределения локального коэффициента теплоотдачи по высоте модели «2» с относительной высотой $H/a = 3$ при фиксированном калибре $L1/a=1$ и вариации калибра $L2/a = 2,0; 6,0$ и $10,0$ ($Re = 7,0 \times 10^4$, $\varphi = 0^\circ$)

Все графики распределения локального коэффициента теплоотдачи по высоте в зависимости от расстояния $L1/a = 1$ и $L2/a=2; 6$ и 10 между моделями имеют четкую закономерность. Наименьший теплообмен по все поверхности грани наблюдается у лобовых граней, средняя теплоотдача присуща боковым граням и все кормовые грани имеют самый высокий коэффициент теплообмена.

При фиксированном калибре $L1/a = 1$ между впередистоящими моделями «1» с увеличением калибра $L2/a$ с 2 до 10 наблюдается возрастание локальных коэффициентов теплоотдачи на модели «2», особенно это заметно в нижней части модели на участке от 6,0 до 9,0 y/H . Минимальное значение локального коэффициента теплоотдачи находится на 2,0 y/H .

Результаты экспериментальных исследований, полученных при обдуве моделей, могут быть перенесены на реальные здания и сооружения. В этом случае неперенным условием перехода от модели к реальным зданиям является сохранение чисел Рейнольдса, их геометрическое подобие, а также подобие условий на их поверхности.

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., Мокшин Д.И., Кошин А.А., Гаусс К.С., Терехов В.И. Исследование теплообмена моделей системы зданий. Часть 2: две призмы, находящиеся в следе // Известия вузов. Строительство. – 2015. - № 9. – С. 83–90.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ШИРИНЕ
ГРАНЕЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ
ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПОТОКУ ВОЗДУХА ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ
НИМИ**

М.Н. Сокол, А.Г. Дёгин

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: frost2232900@gmail.com

**RESULTS OF LOCAL HEAT FIT MODEL FACE BUILDING, LOCATED IN A GROUP OF TWO
MODELS PERPENDICULAR TO THE FLOW OF AIR AT VARIATIONS DISTANCE BETWEEN
THEM**

M.N. Sokol, A.G. Dyogin

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

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

E-mail: frost2232900@gmail.com

Abstract. *The report presents the results of the distribution of local heat transfer on the faces of the model of the building, located in the two-group model perpendicular to air flow by varying the distance between the $L1/a = 1, 2, 3$. The experiments were carried out at the maximum Reynolds number $Re = 7 \times 10^4$, corners air flow attack from 0 to 45 degrees and relative models $H/a = 1; 3$ and 5.*

Целью данной работы является проведение комплексных экспериментальных исследований внешнего теплообмена группы из 2х моделей зданий в условиях интерференции воздушных потоков, моделирующих реальную застройку микрорайонов. Данные исследования направлены на уточнение и верификацию расчетных методов, предназначенных для использования при проектировании городской застройки с целью минимизации тепловых потерь и обеспечения безопасности и комфортности городской среды.

Предметом исследований являются конвективный теплообмен наружной поверхности оболочки здания в зависимости от его высоты, скорости и угла атаки воздушного потока, местоположения его в группе подобных зданий. Внешний теплообмен группы моделей зданий изучался на специальном аэродинамическом стенде, который установлен в лаборатории теплообменных процессов кафедры технологии строительного производства ТГАСУ (рис. 1).

Изучались процессы теплообмена и структуры отрывных потоков для группы из 2 моделей зданий при вариации их высоты (относительная высота $H/a = 3; 5$), местоположения относительно друг друга (поперечное смещение $L1/a = 1; 2; 3$ и углов атаки воздушного потока 0 и 45 градусов. Модели располагались на одной линии фронта перпендикулярно ветровому потоку, причем одна из моделей являлась тепловой (модель «1»), а другая не тепловая (модель «2»). Максимальная скорость воздушного

потока составляла 35 м/с, а максимальное число Рейнольдса, рассчитанное по размеру грани призмы $Re = 7 \times 10^4$.

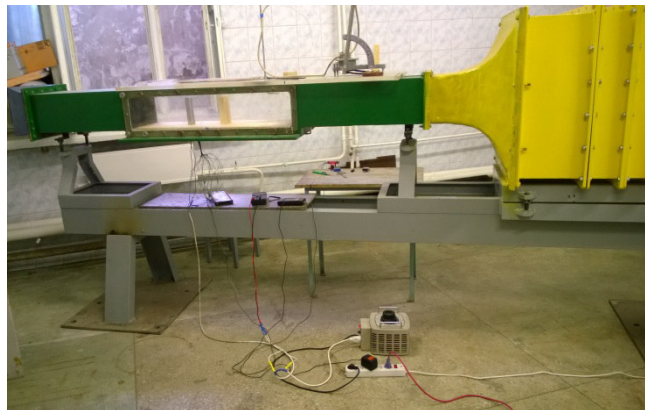


Рис. 1. Общий вид аэродинамического стенда

На рис. 2 показана схема расположения испытуемых моделей в аэродинамической трубе во время эксперимента. Методика проведения и обработки результатов эксперимента исследований представлена в [1,2]. Основной величиной, подлежащей опытному исследованию при конвективном теплообмене, является коэффициент теплоотдачи.

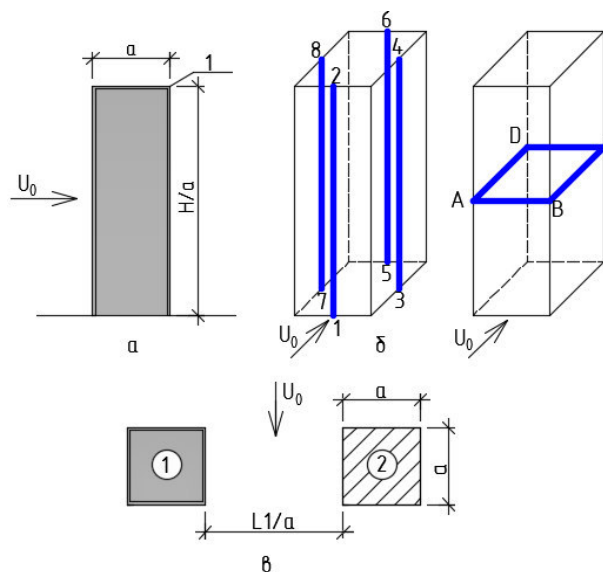


Рис. 2. Схема расположения испытуемых моделей в аэродинамической трубе во время эксперимента:
а – вид сбоку; б – сечения моделей по граням; в – расположение тепловой модели «1» относительно модели «2»

На рис. 3 представлены графики распределения локального числа Нуссельта по ширине тепловой модели «1» с относительной высотой $H/a = 5$ при вариации расстояния между призмами $L1/a = 1, 2$ и 3 , фиксированном числе Рейнольдса $Re = 7 \times 10^4$ и при угле атаки воздушного потока $\varphi = 0$ град.

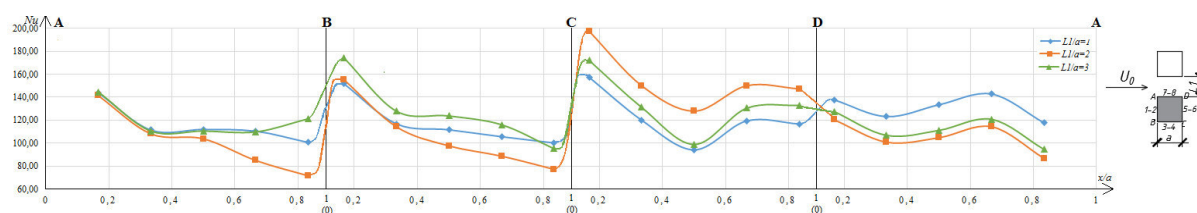


Рис. 3. График распределения числа Нуссельта по ширине тепловой модели «1» с относительной высотой $H/a = 5$ при вариации расстояния между призмами $L1/a = 1, 2$ и 3 ($Re = 7,0 \times 10^4$, $\varphi = 0^\circ$)

Анализируя графики на рис. 3, можно сказать, что теплопотери по ширине грани (А-В) модели «1» уменьшаются. Чем дальше от ребра А грани, которая находится в потоке, тем меньше утечки тепла. На участке $0-0,25x/a$ все показатели теплопотерь всех калибров совпадают, а дальше каждый график теплопотерь каждого калибра ведет себя по-разному. При 2-ом калибре наблюдаются самые малые теплопотери которые снижаются на всем участке $0-1x/a$. При калибрах $L1/a$ 1 и 3 теплопотери на участке $0-0,75x/a$ практически совпадают, а с увеличением между призмами калибра $L1/a$ до 3 теплопотери увеличиваются.

На грани (В-С) на участке $0-0,25x/a$ от ребра В при калибре $L1/a = 1-2$ теплопотери одинаковы, но далее по ширине грани к ребру С утечки тепла 2-ого калибра становятся меньше 1-ого. Максимальные теплопотери грани (В-С) достигают при увеличении калибра $L1/a = 3$. При всех калибрах на участке $0-1x/a$ идет понижение теплопотерь, то есть ближе к кормовой грани утечки тепла становятся меньше.

На кормовой грани (С-Д) отчетливо видна разница в теплопотерях в зависимости от калибра. Самыми большими теплопотерями обладает модель «1» при калибре $L1/a = 2$, а низкими – при $L1/a = 1$. На участке $0-0,5x/a$ идет равномерное понижение утечек тепла, а далее на участке $0,5-0,75x/a$ идет их возрастание и затем происходит выравнивание. При 2-ом калибре наблюдаются максимальные теплопотери в сравнении с другими гранями.

На боковой грани (D-A) на участке $0-0,25x/a$ идет понижение теплопотерь, затем - возрастание до точки $0,75x/a$, а потом потери тепла принимают минимальное значение. Самыми большими теплопотерями обладает модель «1» при $L1/a = 1$, а наименьшими – при $L1/a = 2$. Все диаграммы имеют схожее очертание.

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.

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., Мокшин Д.И., Кошин А.А., Гаусс К.С., Терехов В.И. Исследование теплообмена моделей системы зданий. Часть 3: две призмы при поперечном их смещении // Известия вузов. Строительство. – 2015. – № 10. – С. 74–81.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНОВ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ**

О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

**STUDY OF FOAM CONCRETE WITH PRODUCTS OF PROCESSING OF ASH AND SLAG
MATERIALS OF SEVERSK CHP PLANT**

O.O. Syrkin, A.B. Steshenko

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

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The results of studies of modified foam concrete with products of processing of ash and slag materials are given in this article. The use of ash and slag as raw material in the production of basic building materials leads to reduction of 15-30 % their prime cost. The goal was to study the efficiency of the aluminosilicate microspheres from ashes and slag mixtures of Seversk CHP plant in foam concrete technology. The optimal composition for the production of effective foam concrete is the aluminosilicate microspheres in an amount of 10 % by weight of cement.*

При производстве строительных материалов и возведении объектов строительства недостаточное внимание уделяется использованию золошлаковых материалов (ЗШМ), образующихся при сжигании твердого топлива, как высокотехнологичному строительному сырью с большим энергетическим потенциалом [1,2]. Степень использования золошлаковых отходов в производстве строительных материалов, строительстве зданий и автомобильных дорог России составляет всего 8-12 %. В стране сложилась сложная ситуация с накоплением и утилизацией золошлаковых отходов.

При предварительной классификации, подготовке и обогащении ЗШМ можно получить прекрасное сырье для строительной индустрии, что позволит заменить природные ресурсы при изготовлении эффективных материалов (ГОСТ 25592-91, ГОСТ 25818-91, ТУ 34-70-10347-81, ГОСТ 530-2012, ГОСТ 25485-89, ГОСТ 21520-89). Использование ЗШМ в качестве сырьевого материала в производстве цемента, сухих строительных смесей, бетона, строительных растворов, стеновых бетонных и пенобетонных блоков, кирпича, тротуарной плитки и других материалов на 15-30 % снижает их себестоимость [3-5].

В данной работе рассматриваются результаты исследований по использованию продуктов переработки ЗШМ Северной ТЭЦ Томской в производство ячеистых теплоизоляционных бетонов. Разделение ЗШМ осуществлено по технологии НИ Томского политехнического университета (научный руководитель Тихонов В.В.).

Цель работы – исследование эффективности применения алюмосиликатной микросферы из золошлаковых материалов (ЗШМ) Северской ТЭЦ в технологии приготовления поризованных цементных бетонов.

Объект исследования – пенобетон с продуктами переработки ЗШС Северской ТЭЦ.

Предмет исследования – закономерности влияния продуктов переработки ЗШМ Северской ТЭЦ на свойства пенобетона естественного твердения.

В качестве сырьевых материалов для приготовления пенобетонных смесей применялся портландцемент Топкинского цементного завода ПЦ М500 Д0 (ГОСТ 10178-85 и 30515-2013), песок Кудровского месторождения Томской области с модулем крупности 1,86 (ГОСТ 8736-2014 и ГОСТ 26633-2012), вода водопроводная (ГОСТ 23732-2011).

Для управления пористой структурой и скоростью структурообразования пенобетона применялись добавки: тонущая алюмосиликатная микросфера из ЗШМ Северской ТЭЦ, пенообразователь ПБ-2000. Характеристики тонущей алюмосиликатной микросферы приведены в таблицах 1-3.

Таблица 1

Химические свойства тонущей алюмосиликатной микросферы

Потеря массы при прокаливании при температуре $815 \pm 15^\circ\text{C}$, % по массе	Содержание оксида кальция СаО в зольной составляющей, % по массе	Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO_3 , % по массе
1,4-1,5	0,2 – 0,8	1,15-1,25

Таблица 2

Физические свойства тонущей алюмосиликатной микросферы

Цвет	Марка по насыпной плотности	Влажность, % по массе	Содержание плавающего осадка, % по массе
серый	D900	0,1	0,1

Таблица 3

Зерновой состав тонущей алюмосиликатной микросферы

Частные/полные остатки, % по массе на ситах размером, мм					Посторонние засоряющие примеси
0,5	0,315	0,16	0,08	менее 0,08	
0,0/0,0	0,0/0,0	0,4/0,4	23,1/ 23,56	76,5	отсутствуют

Зерновой состав микросферы соответствует требованиям ТУ 5712-089-00884306-2016.

Приготовление пенобетонной смеси проводилось одностадийным способом с использованием лабораторного пенобетоносмесителя [6]. Готовую пенобетонную смесь укладывают в металлические формы 10х10х10 см. Были разработаны составы и проведены испытания образцов для определения влияния тонущей алюмосиликатной микросферы на свойства пенобетонной смеси и пенобетона.

Как следует из рис. 1, при введении алюмосиликатной микросферы из ЗШС Северской ТЭЦ в смесь позволило получить пенобетон марки по средней плотности D600. Прочность на сжатие при этом в возрасте 7 и 28 суток увеличилась до 2,3 и 2,5 МПа, соответственно. Получен пенобетон с классом по прочности на сжатие В1,5 и В2. При введении зольной составляющей и алюмосиликатной микросферы в количестве 5-30 % от массы цемента наблюдается увеличение средней плотности пенобетона на 10-70

кг/м³. Для изготовления эффективных пенобетонов оптимальным является состав с содержанием зольной составляющей или алюмосиликатной микросферы, в количестве 10 % от массы цемента.

По результатам проведенных лабораторных исследований пенобетона естественного твердения с тонущей алюмосиликатной микросферой ЗШМ Северской ТЭЦ сделаны следующие выводы:

– наибольший прирост прочности пенобетона получен на оптимальном составе смеси с содержанием алюмосиликатной микросферы 10 % от массы цемента, водотвердом отношении 0,5, песчано-цементном отношении 0,5 и времени перемешивания 4,5 минут;

– установлена эффективность использования тонущей алюмосиликатной микросферы из ЗШМ Северской ТЭЦ в производстве стеновых изделий из конструкционно-теплоизоляционных бетонов, что позволит расширить сырьевую базу производства и решить экологические проблемы утилизации золошлаковых отходов.

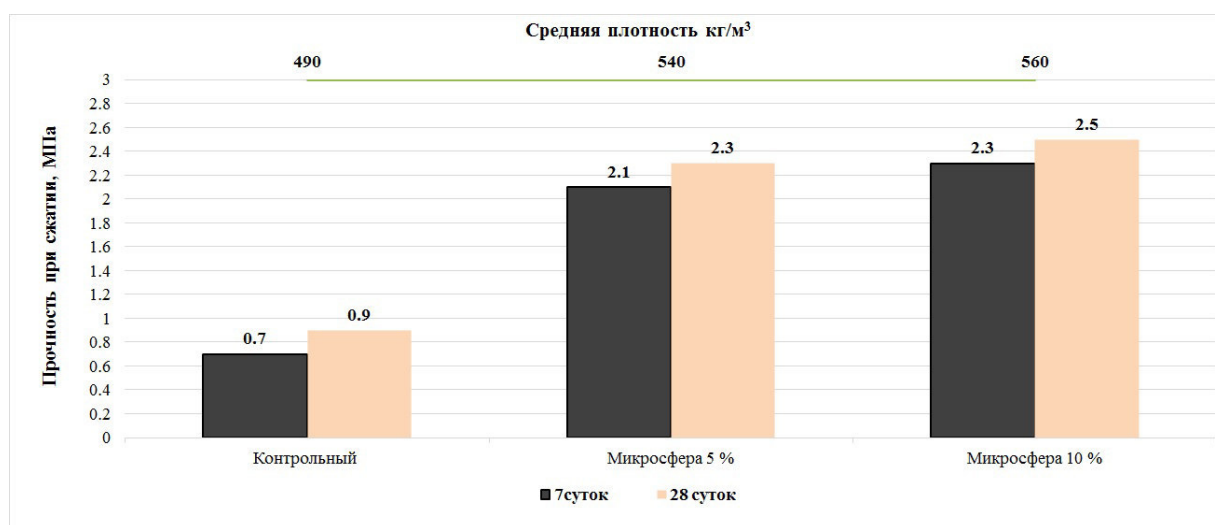


Рис. 1 – Влияние алюмосиликатной микросферы на среднюю плотность и прочность при сжатии пенобетона

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилович И.Ю., Сканава Н.А.. Использование топливных шлаков и зол для производства строительных материалов – М.: Высш. шк., 1988. – 72 с.
2. Белякова Е.А., Москвин Р.Н., Белякова В.С. Золошлаковые отходы ТЭЦ и перспективы их утилизации // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2016. – №5. – С.156–157.
3. Кудяков А.И., Радина Т.Н., Свергунова Н.А. Технология получения легкого зернистого материала // Строительные материалы. – 2002, №10. – С. 34.
4. Казьмина О.В., Кузнецова Н.А. Получение высокоэффективного теплоизоляционного строительного материала на основе золошлаковых отходов тепловых электростанций // Огнеупоры и техническая керамика. – 2012. – №1–2. – С.78–82.
5. Кудяков, А.И. Стеновые материалы из наполненных пеностекольных композиций / А.И. Кудяков, С.А. Белых, Т.А. Лебедева. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2016. – 192 с.
6. Стешенко А.Б., Кудяков А.И. Ранее структурообразование пенобетонной смеси с модифицирующей добавкой // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – №2. (54). – С. 56–62.

**КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ
РИТВЕЛЬДА НА СТАДИИ ТВЕРДЕНИЯ**

К.С. Гаусс

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

**QUANTITATIVE PHASE ANALYSIS BY THE RIETVELD METHOD CEMENT STONE
HARDENING ON STAGE**

K.S. Gauss

Scientific Supervisor: DSc, Professor A.I. Gnyrya

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

E-mail: gauss.ksyu@mail.ru

Abstract. *The article presents the results of the quantitative research phase content in the cement stone by the Rietveld method on the curing stage in the range of 6 – 61 hours at temperatures of 40, 50, 70 °C. It was found that the major phases include test cement stone Tobermorite, Deliate, $m\text{Ca}n\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$, where $m = 5$ or 3 and $n = 3$ or 1 . Phase content was evaluated on the contribution of the individual phases in the integrated intensities calculated, which in turn, is compared with the experimental diffraction pattern. There were also evaluated the mass fractions of phase gratings. Time and temperature isothermal hardening have a significant influence on the structuring of cement stone.*

В бетонах различного типа основным связующим является цементный камень, портландцемент. Структурирование цементного камня на начальных стадиях твердения – это сложный многостадийный процесс. На качественном уровне механизмы твердения бетонов являются разработанными. Выделяются стадии: 1) гидролиза (15 мин); 2) индукционный период (до 4 часов); 3) период интенсивных химических реакций (4-8 часов); 4) период замедления (8-24 часа); 5) период твердения [1]. При высокой координации атомов Са в решетках силикатов портландцемента наблюдается нерегулярное строение координационных многогранников в цементном тесте, и в материале в большом количестве встречаются зоны с переменной концентрацией зарядов ионов, которые являются источниками топохимических реакций гидратации частиц на поверхности раздела. Продукты начальной реакции образуют защитную мембрану. Негидратированные цементные зерна покрываются оболочками гелеобразных новообразований. В период ускорения - замедления химических реакций гидратирования формируются решетки со стабильной фазой [2-4]. На химическую активность оказывает существенное влияние упорядоченность, дефектность фаз минералов, плотность удельной поверхности, пористость скелета твердой фазы, доля и содержание влаги, температура изотермического твердения. Механизмы твердения цементного камня в существенной степени оказываются индивидуальными на различных стадиях. К осложняющим факторам относится также то, что клинкерные минералы в цементах представлены в виде твердых растворов, а не чистых химических соединений. Для предсказания модельных эффективных

прочностных характеристик, упругих модулей, теплопроводности, движения влаги, пористости и т.д. в бетонах необходимы данные о количественном фазовом составе цементного камня. Представляется актуальным исследование количественного состава фаз цементного камня в зависимости от времени и температуры твердения, и который не осложнен добавками различного типа.

Схема изотермического твердения цементного камня приведена на рис.1.

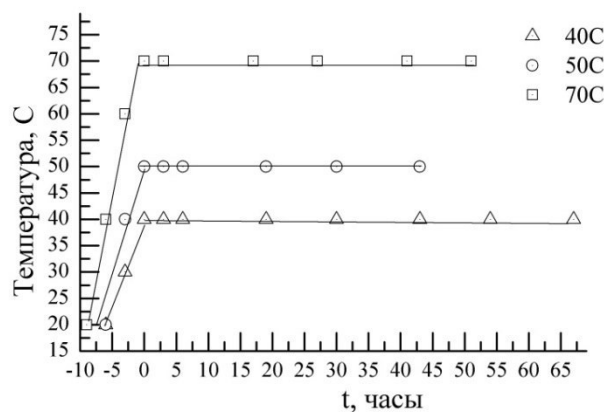


Рис. 1. Схема изотермического твердения цементного камня
при температурах $T=40^{\circ}\text{C}$, 50°C , 70°C

Цементное тесто разогревалось до начала изотермического твердения при 40, 50 и 70 °C в течение 6, 6, 9 часов соответственно. В данной схеме к началу изотермического твердения в портландцементе будут наблюдаться интенсивные процессы структурирования. Рентгеноструктурные исследования образцов с плоской поверхностью проводились на ДРОН4 – 07, который был модифицирован к цифровой обработке сигнала. Съемки производились на медном излучении (K_{α}) по схеме Брегга - Бретано с шагом $0,02^{\circ}$, временем экспозиции в точке 1 сек и в угловом диапазоне $16^{\circ}-81^{\circ}$. Напряжение на рентгеновской трубке составляло 30 кВ, ток пучка 25 мА. При температуре прогрева 40 °C были выбраны следующие значения времени: $t = 0, 3, 6, 19, 30, 43, 54, 67$ часов. При температуре прогрева 50 °C – $t = 0, 3, 6, 19, 30, 43$ часов. При температуре прогрева 70 °C – $t = 0, 3, 17, 27, 41, 51$ часов.

В количественном фазовом анализе (КФА) методом Ритвельда оценивается вклад интенсивностей отдельных решеток минералов в интегральную интенсивность нелинейным методом наименьших квадратов разности интегральных и экспериментальных интенсивностей рентгеновского излучения в зависимости от вариации профильных, структурных параметров решеток фаз.

В табл. 1 приведены номера эталонных карточек базы COD, которые использовались для КФА, химические формулы, имя, число атомов и пространственный класс.

КФА при $T = 40^{\circ}\text{C}$ показали, что в цементном камне доминируют фазы Tobermorite, Deliate, $\text{O}_{20}\text{Si}_4\text{Ca}_7$ до 3 часов твердения, и при дальнейшем твердении. В интервале времени твердения $t = 3-30$ часов существенно возрастает доля фазы Afwillite, и с дальнейшим увеличением времени ее доля существенно снижается. После 67 часов в камне доминируют фазы Tobermorite, Deliate, Reinhardbraunsite и $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$. Фаза Afwillite в существенно степени оказывается неустойчивой.

Таблица 1

КФА цементного камня в исходном состоянии, $t = 0$ часов твердения

N	Номер карты	Хим. формула	Хим. имя	Число атомов	Кристаллическая система и класс
1	96-900-2246	$\text{Ca}_3\text{HO}_9\text{Si}_3$	Tobermorite	30	P1, Triclinic
2	96-901-3985	$\text{Ca}_3\text{H}_6\text{O}_{10}\text{Si}_2$	Afwillite	84	P1, Triclinic
3	96-900-9534	$\text{Ca}_6\text{H}_2\text{O}_{13}\text{Si}_3$	Deliate	44	P1, Triclinic
4	96-100-1769	$\text{H}_2\text{O}_2\text{Ca}$	Calcium hydroxide	12	P-3m1, trigonal
5	96-152-9965	$\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$	$\text{Ca}_5(\text{SiO}_4)_2(\text{OH})_2$	40	2/m, monoclinic
6	96-900-1777	$\text{Al}_2\text{Ca}_3\text{H}_{12}\text{O}_{12}$	Katoit	263	m-3m, Cubic
7	$\text{O}_{12}\text{Al}_{2,8}\text{H}_{10}\text{Ca}_3$	$\text{O}_{96}\text{Al}_{2,8}\text{H}_{10}\text{Ca}_3$	Hydrogarnet	203	m-3m, Cubic
8	96-901-1877	$\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$	Reinhardbraunsite	40	2/m, monoclinic

При температуре $T = 50^\circ\text{C}$ в цементном камне на начальном этапе доминируют фазы Tobermorite, Deliate, Afwillite. В процессе твердения доля фаз Tobermorite, Deliate, $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$ последовательно возрастает. Начальная высокая доля фазы $\text{Ca}_3\text{H}_6\text{O}_{10}\text{Si}_2$ с ростом времени твердения существенно снижается. Происходит ее перераспределение в фазу $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$. После 54 часов твердения возрастает доля Calcium hydroxide, $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Вклад остальных фаз в интегральную интенсивность оказывается небольшим.

При температуре $T = 70^\circ\text{C}$ на начальных стадиях в цементном камне доминирует Afwillite. Ее доля оказывается высокой до начала изотермического отжига. В процессе изотермического отжига доля фазы Afwillite постепенно снижается до 26,76%, и возрастает доля фаз Tobermorite, Deliate, $\text{Ca}_5\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$ до 20,33%. Необходимо отметить, что содержание фазы Afwillite в цементном тесте является неоднородным. Вклад остальных фаз в интегральную интенсивность оказывается небольшим на всех этапах твердения цементного камня.

Из анализа результатов КФА следует, что при взаимодействии алита с водой образуются гидросиликаты $\text{Ca}_3\text{HO}_9\text{Si}_3$ (Tobermorite), $\text{O}_{26}\text{Si}_6\text{Ca}_{12}$ ($\text{Ca}_6\text{H}_2\text{O}_{13}\text{Si}_3$), $\text{Ca}_3\text{H}_6\text{O}_{10}\text{Si}_2$ (Afwillite). Время и температура изотермического твердения оказывает существенное влияние на количественное содержание гидросиликатов.

Таким образом, процесс твердения цементного камня оказывается сложным. Время и температура отжига оказывают существенное влияние на количественное содержание гидросиликатов цементного камня. Показано, что к основным фазам относятся фазы Tobermorite, Deliate, $m\text{Ca}_n\text{H}_2\text{O}_{10}\text{Si}_2$, где $m = 5$ или 3, а $n = 3$ или 1. Гидросиликаты Tobermorite, Deliate находятся на стадии насыщения, об этом свидетельствуют данные по энергии решеток фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Издательство АСВ, 2003. – 500 с.
2. Вовк А.И. Гидратация C_3S и структура C-S-H-фазы: новые подходы, гипотезы и данные // Цемент и его применение. – 2012. – №3. – С. 89–92.
3. Тейлор Х. Химия цемента. – М.: Издательство Мир. – 1996. – 560 с.
4. Теория цемента / Под ред. А.А. Пашенко. – К.: Будивельник. 1991. – 168 с.

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛАСТИН С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПЕРВОЙ
ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЫСОТОЙ
И ШИРИНОЙ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РЕБЕР**

О.О. Кондратенко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Р.П. Моисеенко
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная 2, 634003
E-mail: olg-kond@yandex.ru

**OPTIMIZATION OF RECTANGULAR RIBBED PLATES WITH THE CONSTRAINT
OF THE FIRST NATURAL FREQUENCY WITH THE HEIGHT CONTROL
AND THE TRANSVERSE WIDTH OF THE RIBS**

O.O. Kondratenko

Scientific Supervisor: Professor, Ph. D. R. P. Moiseenko
Tomsk state university of architecture and building, Russia, Tomsk, 2, Solyanaya Pl., 634003
E-mail: olg-kond@yandex.ru

***Abstract.** The presented algorithm of optimization of rectangular ribbed plates at a predetermined first natural frequency. As control parameters are taken the width and height of the rectangular cross section of the ribs. Formulated new property of optimality by varying the height and width of the cross section of the ribs. Based on the property of optimality is composed of the iterative algorithm has a stable convergence. The examples show that it can be obtained a substantial saving of material.*

Оптимизация пластин, как научное направление, началась с работ по определению формы пластины. Важный вывод из теоретических разработок этого начального периода сделали К.А. Лурье и Н. Ольхофф: минимум веса пластин при заданной первой частоте собственных колебаний существует на множестве ребристых пластин с заданной постоянной толщиной пластины.

Работы прикладного значения по оптимизации ребристых пластин разделились на две группы. В первой группе рассматриваются пластины с рёбрами, симметричными относительно срединной плоскости. Во второй группе работ по оптимизации ребристых пластин рассматриваются односторонние рёбра. Этот вариант ребристых пластин наиболее часто встречается в качестве элементов строительных конструкций. Экспериментально и теоретически доказано, что пластины с односторонними рёбрами имеют наибольшую прочность и жёсткость. Этот вывод обоснован в работах В.А. Крысько, Т.А. Бочкарёвой, В.А. Постнова, Г.А. Тумишина, Р.Д. Степанова и др.

В многочисленных работах по оптимизации ребристых пластин учтены ограничения по прочности, жесткости, устойчивости. Ограничение по первой частоте собственных колебаний использовано в работе Ю.М. Почтмана, но расположение ребер принято симметричным относительно срединной плоскости. Впервые ограничение по первой частоте с односторонними ребрами реализовано в работах Р.П. Моисеенко [1,2]. В качестве параметров управления приняты или ширина поперечного сечения ребер или высота.

В данной работе впервые рассматривается оптимизация ребристых пластин с заданной первой частотой собственных колебаний при управлении шириной и высотой поперечных сечений рёбер. Решение поставленной задачи позволяет достичь большей экономии материала, т.к. увеличение параметров управления в соответствии с первой теоремой ОПК (оптимальное проектирование конструкций) приводит к уменьшению целевой функции [3].

Постановка задачи. Рассматривается прямоугольная тонкая пластина постоянной заданной толщины (h) с шарнирными опорами. Пластина подкрепляется односторонними рёбрами прямоугольного поперечного сечения, как показано на рис.1.

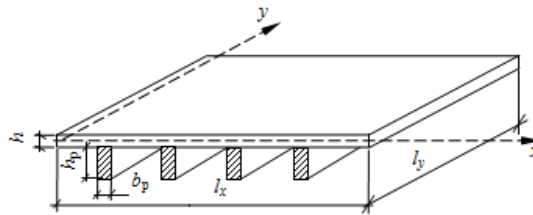


Рис.1. Расчётная схема ребристой пластины

Материал – упругий, однородный, изотропный. Относительная ширина сечения рёбер – $B = b_p / l_x$. Относительная высота поперечного сечения рёбер – $H = h_p / h$.

Минимизация веса рёбер проводится при ограничении первой частоты собственных колебаний пластины:

$$\omega_1 = \bar{\omega} \quad (1)$$

Значение $\bar{\omega}$ задаётся из спектра частот собственных колебаний пластины без рёбер.

Практически условие (1) реализуется с помощью уравнения частот собственных колебаний.

$$D^* = 0 \quad (2)$$

где D^* – определитель линейных алгебраических уравнений, получаемых энергетическим методом при аппроксимации прогибов (w) рядом:

$$w = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} \sin\left(\frac{i\pi x}{l_x}\right) \sin\left(\frac{j\pi y}{l_y}\right) \quad (3)$$

Решение задачи. Общий метод решения поставленной задачи оптимизации основан на применении особых свойств оптимальных конструкций. Это свойство формулируется с помощью метода Лагранжа.

Функция цели – это минимум веса рёбер.

$$F = \sum_{i=1}^k B_i H_i - \min \quad (4)$$

Функция Лагранжа в соответствии с ограничением (2) записывается в виде

$$L = \sum_i B_i H_i - \lambda D^* \quad (5)$$

Минимум функции L (5) достигается при условиях:

$$\frac{\partial L}{\partial B_i} = H_i - \lambda \frac{\partial D^*}{\partial B_i} = 0 \quad (6)$$

$$\frac{\partial L}{\partial H_i} = B_i - \lambda \frac{\partial D^*}{\partial H_i} = 0 \quad (7)$$

Из уравнений (6) и (7) получается условие:

$$\frac{\partial^2 D^*}{\partial B_i \partial H_i} = \frac{1}{\lambda} = const \quad (8)$$

Таким образом, получено условие оптимальности (8) ребристой пластины при варьировании высотой и шириной поперечных сечений рёбер.

Для организации вычислительного процесса параметры H_i и B_i выражаются по формулам:

$$H_i = c_i H \quad (9)$$

$$B_i = d_i B \quad (10)$$

1. В первом приближении задаются числа $c_i = 1$, $d_i = 1$ и значение параметра $B = B_0$.

2. Условие (2) записывается в развёрнутом виде

$$\left| U_0 + BH^3 \sum_{i=1}^k d_i c_i^3 U_i - \bar{\lambda} \left(T_0 + BH \sum_{i=1}^k c_i d_i T_i \right) \right| = 0 \quad (11)$$

где $\bar{\lambda} = \rho h l_x^2 \bar{\omega}^2 / D$; U_i – матрица потенциальной энергии деформации i – го ребра; T_i – матрица кинетической энергии i – го ребра; U_0 – матрица потенциальной энергии деформации пластины без рёбер; T_0 – матрица кинетической энергии пластины без рёбер; D – цилиндрическая жёсткость пластины.

Из уравнения (11) определяется наибольший корень H .

3. При известных значениях B и H вычисляются производные (8).

4. Вычисляется среднее значение вторых производных (8).

5. Вычисляются новые значения коэффициентов c_i и d_i по формулам:

6. При известных значениях c_i , d_i и H из уравнения (11) определяется B .

Выводы:

1. Сформулированы два новых условия оптимальности ребристых пластин при заданной первой частоте собственных колебаний. Эти условия оптимальности имеют самую общую в строительной механике энергетическую основу. В известных курсах строительной механики производные от энергии по геометрическим параметрам поперечных сечений не используются, поэтому физический смысл этих производных пока не ясен. Однако применение вторых смешанных производных от полной энергии или от определителя системы уравнений дает возможность составить простой, эффективный алгоритм решения сложной задачи оптимизации.
2. Достоверность результатов показана на теоретическом уровне. Оптимальные проекты, полученные по двум различным алгоритмам, совпали.
3. В представленном виде алгоритм может быть использован для оптимизации металлических пластин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моисеенко Р.П. Свойства ребристых пластин минимального веса при заданной первой частоте собственных колебаний // Изв. вузов. Строительство. – 2003. – № 2. – С. 16 – 19.
2. Моисеенко Р.П., Ботьева И.А. Оптимизация прямоугольных ребристых пластин с заданной первой частотой собственных колебаний при управлении высотой рёбер. – М.: Известия. Строительная механика и расчёт сооружений. – 2011. – № 3. – С. 66 – 69.
3. Ляхович Л.С. Особые свойства оптимальных систем и основные направления их реализации в методах расчёта сооружений. // Изд. ТГАСУ. – 2009. – 352 с.

**РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-
ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ
БЛОКИРОВАННОГО ТИПА**

Н.В. Гусакова, К.Э. Филушина, О.И. Добрынина

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

**DEVELOPMENT OF THEORETICAL FOUNDATIONS OF CHOOSING OPTIMAL LINEAR SPACE-
PLANNING AND CONSTRUCTIVE DECISIONS IN LOW-RISE BUILDINGS BLOCKED TYPE**

Gusakova N.V., K.E. Filushina, O.I. Dobrynina

Scientific Supervisor: Prof., PhD. N.N. Minaev

Tomsk State University of architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: gusakovanata@mail.ru

***Abstract.** Developed theoretical and methodological foundations of the optimal choice of space-planning and constructive decisions of low-rise buildings blocked type, aimed at improving efficiency of investment, energy and resource saving, creation of comfortable conditions for the population, ensure sustainable development of low-rise construction in the context of socio-economic priorities in the climatic zoning of the area of construction.*

Стратегической целью государственной жилищной политики является формирование рынка доступного жилья экономического класса с внедрением энергоресурсов, сберегающих технологий, современных материалов, обеспечением комфортных условий проживания граждан. Особое место в этом процессе должно занять малоэтажное многоквартирное строительство, как один из наиболее оптимальных форматов развития на вновь осваиваемых территориях [1].

Комплексный подход оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений будет способствовать увеличению объемов ввода жилья экономического класса, снижению его стоимости, соответствию требованиям комфорта, безопасности и энергетической эффективности зданий, увеличению количества граждан, способных самостоятельно улучшить свои жилищные условия [2].

Несмотря на многочисленные исследования в области энергоэффективности и энергосбережения в строительстве они отличаются разрозненностью и не в полной мере систематизированы в рамках имеющейся специфики региональных условий [3-5]. Публикуемые нормативные документы по энергосбережению отчасти охватывают весь спектр полученных результатов исследований только конкретного региона.

Особо важно уделить внимание разработке новых объемно-планировочных решений, поиску оптимальных конструктивных решений с приоритетным использованием местных строительных материалов, отвечающих требованиям энергоэффективности, эффективности капитальных вложений,

комфарту и безопасности, а также использовании возобновляемых источников энергии для инженерных систем в течение полного жизненного цикла здания.

Анализ классификации малоэтажных жилых зданий позволил сформулировать предложения по формированию типологии малоэтажного жилого дома с учетом требований (критериев) для оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажной жилой застройки [6]. Для этого необходима разработка классификационного и критериального аппарата.

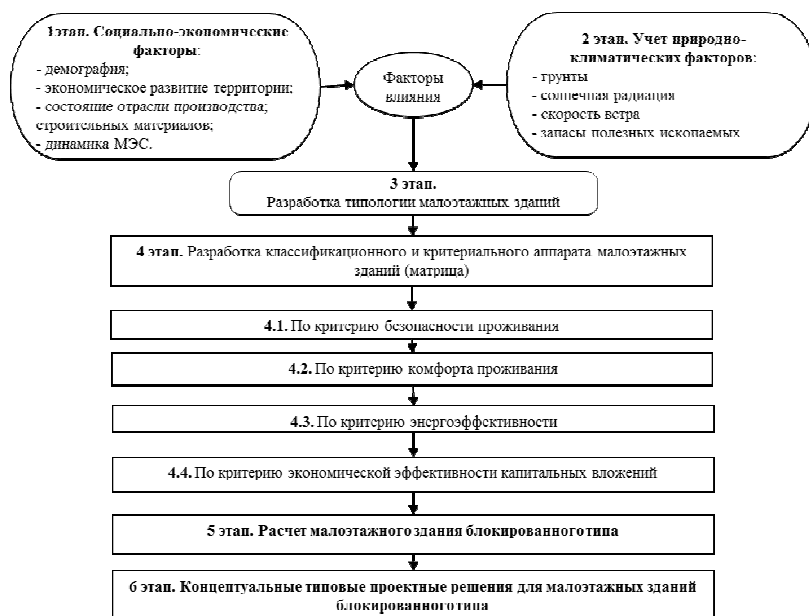


Рис. 1. Алгоритм исследования для выявления оптимального выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий

Выявленные факторы оказывают непосредственное влияние на оптимальность выбора объемно-планировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий (рис.1).

Предлагаемая методика позволяет уйти от традиционных схем выбора объемно-планировочных и конструктивных решений для малоэтажных зданий и дает возможность совершить оптимальный выбор с помощью критериев: безопасность, комфорт проживания, энергоэффективность, эффективность капитальных вложений.

Следующим этапом является создание энергоэффективного малоэтажного дома блокированного типа и его обоснованию, применительно к выбранному типу объемно-планировочных и конструктивных решений, способствующих повышению энергоэффективности, безопасности, комфорту проживания и экономической целесообразности. Для реализации методического аппарата, были проведены расчеты по предлагаемым критериям. Все рассматриваемые варианты соответствуют принятому нормируемому значению приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, что в свою очередь, позволит возводить малоэтажные здания с наивысшим классом энергоэффективности «А» [7].

По результатам расчета принято решение об использовании комбинированной системы теплоснабжения. Основная система - тепловой насос, солнечные коллекторы обеспечивают необходимое покрытие расходов на ГВС. Ветрогенераторы не могут быть использованы на выбранной территории жилой застройки в связи с ограничениями шумовых воздействий.

При проектировании объектов строительства особое внимание уделялось не только финансовой эффективности строительства, но и эксплуатационной. Экономия при строительстве достигается за счет внедрения оптимальных конструктивных решений, позволяющих увеличить теплозащиту ограждающих конструкций, а также за счет оборудования. Эксплуатационный эффект получаем за счет экономии на коммунальных услугах, в частности на отоплении и горячем водоснабжении.

В результате расчета экономической эффективности малоэтажного здания блокированного типа, наименьшие затраты на строительство дома из бруса составляют 6256,8 руб./м². Стоимость инженерных систем составляет 3766 руб./м². Экономический эффект достигается за счет сокращения коммунальных платежей. Стоимость коммунальных услуг при локальном типе энергообеспечения в год составляет 43,58 руб./м².

В результате проведенных исследований обоснована техническая возможность и экономическая целесообразность создания малоэтажных энергоэффективных зданий экономического класса. Максимальный эффект энергосбережения может быть достигнут при комплексном рассмотрении объемно-планировочных и конструктивных решений, а также применения возобновляемых источников энергии при строительстве инженерных систем.

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 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/ – 21.02.20017.
2. Минаев Н.Н., Филюшина К.Э., Гусаков А.М Гусакова Н.В., Жарова Е.А. Формирование региональной модели управления процессами повышения энергоэффективности малоэтажного жилищного строительства // Региональная экономика: теория и практика. 2015. № 46 (421). С. 34-41.
3. Васильев Г.П. Одна из главных проблем энергоэффективности - отсутствие контроля качества строительства // Энергосбережение. 2014. № 6. С. 10-12.
4. Горшков А.С., Ливчак В.И. История, эволюция и развитие нормативных требований к ограждающим конструкциям // Строительство уникальных зданий и сооружений. №3(30). С. 7-37
5. Табунчиков Ю.А., Бродач М.М. Системный анализ проектирования энергоэффективных зданий // Architecture and Modern Information Technologies. 2015. № Special. С. 14.
6. А.Н. Асаул, Ю.Н. Казаков, Н.И. Пасяда, И.В. Денисова. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России / Под ред. д.э.н., проф. А. Н. Асаула. - СПб.: «Гуманистика», 2005. - 563с.
7. 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.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВЯННЫХ ОКОН

А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, К.Е. 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

IMPROVING THERMAL CHARACTERISTICS OF WOODEN WINDOWS

A.Y. Malinowsky, R.V. Budyansky, K.E. 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

Abstract. *This article presents the results of experimental studies of the thermal characteristics of designs of wooden windows in separate bindings. During the carried out experimental studies were identified temperature fields and heat flows for represented window constructions and provided a method for increasing thermal resistance of this construction windows.*

Введение. Одним из основных направлений проводимой в нашей стране политики в области энергосбережения является снижение тепловых потерь при эксплуатации существующих зданий и сооружений. Наиболее уязвимым элементом наружных ограждающих конструкций, через которые происходят наибольшие потери тепловой энергии, являются оконные конструкции [1–3]. В большей степени это имеет отношение к конструкциям окон, которые были установлены в зданиях массовых серий ранней застройки. Основными конструкциями окон, которые применялись в тот период времени в зданиях, были окна в раздельных и раздельно-спаренных переплетах [5–7].

Материалы и методы исследования. Для исследования тепловых характеристик конструкций деревянных окон в раздельных переплетах были проведены экспериментальные исследования по определению температурных полей и тепловых потоков данных оконных конструкций [8–10]. При проведении экспериментальных исследований по измерению тепловых характеристик окна применялись: измеритель плотности тепловых потоков и температуры ИТП–МГ4.03/Х(У) «Поток» и ИК прибор пирометр АКИП 9302. Для установки измерительных датчиков была произведена разметка остекления в вертикальной плоскости в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

Температура внутреннего воздуха в помещении составляла плюс 16°C, наружного воздуха минус 34°C. Распределение температур по поверхности внутреннего и наружного остекления окна в раздельных переплетах по вертикали представлено на рисунке 2. Как видно из представленных данных, температура поверхности остекления увеличивается снизу вверх. Разница температур между верхней и нижней точкой по вертикали на внутренней поверхности остекления составляет 7,5°C (+5,5°C в верхней части остекления и –2,0°C в нижней части). Абсолютные значения температур являются достаточно низкими, что ведет к нарушению условия комфортности по величине допустимых температур поверхностей остекления и увеличению тепловых потерь через окно.



Рис. 1. Схема установки датчиков температуры по поверхности остекления

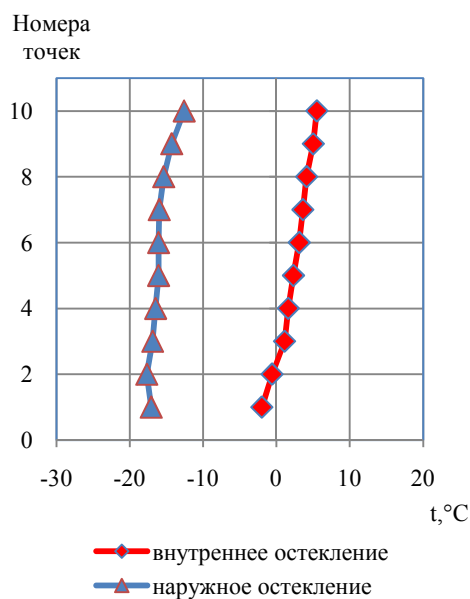


Рис. 2. Распределение температур по внутренней и наружной поверхности остекления

Для снижения тепловых потерь через конструкцию деревянного окна в отдельных переплетах, была применена пленка толщиной 300 мкм, которая была установлена между переплетами оконной конструкции. Это привело к тому, что при помощи пленки была создана дополнительная воздушная прослойка между слоями остекления данной конструкции окна. После данного изменения конструкции деревянного окна были произведены измерения тепловых характеристик окна на поверхности остекления. Сравнительные данные по изменению температуры по поверхности внутреннего остекления конструкции окна с пленкой и без пленки приведены на рисунке 3. Как видно из графика увеличение температуры внутреннего остекления составило от 2,3°C в нижней части остекления до 5,4°C в верхней части остекления.

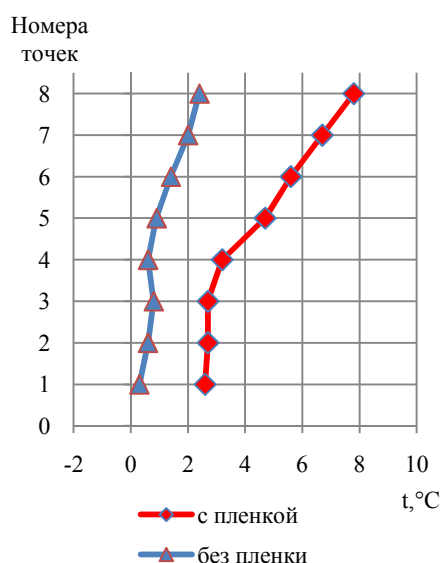


Рис. 3. Распределение температур по внутренней поверхности остекления

Заключение. На основе представленных данных экспериментальных исследований видно, что применение пленки позволяет существенно повысить температуру внутренней поверхности остекления и, соответственно, снизить тепловые потери через светопрозрачные ограждающие конструкции и уменьшить расход тепловой энергии на отопление зданий в зимний период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2000. – 172 с.
2. 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.
3. Петров Е.В. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Томск, 2000. – 22 с.
4. 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.
5. Гныря А.И., Петров Е.В. Численное моделирование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ, 2001. – Т.4, Вып.2(13). – С. 250 – 254.
6. 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.
7. 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.
8. 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; Приоритет 21.01.2002, Бюл. № 22 // Изобретения. Полезные модели. – 2002. – № 22. – С. 647.
9. Кравченко А.Е., Петров Е.В. Энергоэффективные светопрозрачные конструкции, их особенности и применение в строительстве // Избранные доклады 62-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Электронные текстовые данные]. – Томск: Изд-во Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2016. – С. 171 – 176.
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. 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.

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СНИЖЕНИЕ
ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Р.В. Будянский, А.Ю. Малиновский, К.Е. 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

**INFLUENCE HEAT-REFLECTIVE COATING ON THE DECREASE
OF HEAT LOSSES OF WINDOW CONSTRUCTIONS**

R.V. Budyansky, A.Y. Malinowsky, K.E. 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

Abstract. *This article presents the results of experimental studies of the thermal characteristics of designs of windows. During the carried out experimental studies were identified temperature fields and heat flows for represented window constructions and provided a method for increasing thermal resistance of this construction windows.*

Введение. Наиболее значимым направлением в рамках проводимой энергетической политики в Российской Федерации, является уменьшение тепловых потерь эксплуатируемых зданий и сооружений. Для решения этой задачи необходимо снизить тепловые потери при эксплуатации зданий путем увеличения сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций, в том числе и оконных конструкций [1–3]. Для того, чтобы выполнить данные требования и повысить теплозащитные характеристики светопрозрачных ограждений, можно использовать в установленных оконных конструкциях теплоотражающие пленочные покрытия [6–8]. Данные теплоотражающие покрытия позволяют влиять на лучистую составляющую теплообмена в светопрозрачных ограждениях.

Материалы и методы исследования. В рассматриваемой работе были проведены экспериментальные исследования влияния теплоотражающего покрытия на тепловые характеристики оконной конструкции в сравнении с окном без теплоотражающего покрытия. Для сравнительного эксперимента была взята теплоотражающая пленка Save Energy, которая, согласно данным производителя, отражает тепло в сторону его источника, то есть внутрь помещения, до 60...65% в зимний период времени, когда необходимо максимально сохранить тепло. Использование данного свойства пленки позволяет уменьшить потери тепла через оконные конструкции.

Уникальность свойств таких пленок достигается за счет нанесения ультра тонкого керамического слоя, который представляет собой нано-структуру, состоящую из титана, азота и керамики. Применение в пленках указанных нано-структур делает материал устойчивым к температурным, механическим и химическим повреждениям, обеспечивая его долговечность. Титан и азот придают керамическому слою особые диэлектрические свойства с высокой степенью отражения инфракрасных лучей.

Целью настоящего исследования является определение влияния пленки Save Energy на тепловые характеристики оконных конструкций и на снижение тепловых потерь при ее нанесении на поверхность остекления окна. Для исследования тепловых характеристик конструкций пластиковых окон без теплоотражающего покрытия и с применением теплоотражающей пленки были проведены экспериментальные исследования по определению температурных полей и тепловых потоков данных оконных конструкций [10].

Для выполнения указанных задач, на первом этапе были проведены измерения тепловых характеристик окна по вертикальной оси на поверхности остекления в 10 точках согласно схеме, представленной на рисунке 1.



Рис. 1. Схема установки датчиков температуры по поверхности остекления

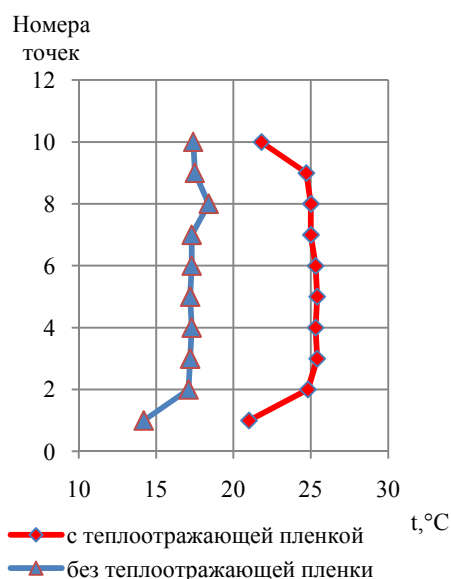


Рис. 2. Распределение температур по внутренней поверхности остекления

При проведении экспериментальных исследований по измерению тепловых характеристик окна применялись: измеритель плотности тепловых потоков и температуры ИТП–МГ4.03/Х(У) «Поток» и ИК прибор пирометр АКИП 9302. Для установки измерительных датчиков была произведена разметка остекления в вертикальной плоскости в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.

При проведении экспериментальных исследований, температура наружного воздуха составляла минус 16°C, а температура внутреннего воздуха в помещении составляла плюс 25°C. Распределение температур по поверхности внутреннего остекления окна без теплоотражающего покрытия по вертикали (в точках 1–10) представлено на рисунке 2.

На втором этапе на поверхность остекления была нанесена теплоотражающая пленка и были проведены измерения тепловых характеристик окна по вертикальной оси на поверхности остекления в тех же самых точках согласно схеме, представленной на рисунке 1. Распределение температур по поверхности внутреннего остекления окна с применением теплоотражающего пленочного покрытия по вертикали (в точках 1–10) представлено на рисунке 2.

При сравнении данных по температурам поверхностей остекления в вертикальной плоскости без теплоотражающего покрытия и с применением теплоотражающей пленки Save Energy, представленных

на рисунке 2 видно, что применение теплоотражающей пленки на поверхности остекления позволяет существенно повысить температуру внутренней поверхности остекления на 4,4...8,2°C.

Заключение. На основе представленных данных экспериментальных исследований видно, что применение теплоотражающей пленки на поверхности остекления позволяет не только существенно повысить температуру внутренней поверхности остекления, но и как результат, снизить тепловые потери через светопрозрачные ограждающие конструкции и, тем самым позволить экономить на отоплении зданий в зимний период времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 Томского политехнического университета. – 2014. – С. 820 – 822.
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. 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. 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. Гныря А.И., Петров Е.В. Численное моделирование процессов теплопередачи через наружные ограждающие конструкции // Труды НГАСУ. – Новосибирск: НГАСУ, 2001. – Т.4, Вып.2(13). – С. 250 – 254.
6. 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.
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. Влияние различных факторов на тепловые характеристики оконных заполнений: диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2000. – 172 с.
9. 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.
10. 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; Приоритет 21.01.2002, Бюл. № 22 // Изобретения. Полезные модели. – 2002. – № 22. – С. 647.

НОВЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ.

Н. Мухаметгазы, М. Жамигат, К.А. Садыков

Научный руководитель: д.х.н., профессор Н.А. Бектенов.

АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»,

Алматы, Республика Казахстан. E-mail: bekten_1954@mail.ru

NEW ASPHALT CONCRETE AND THEIR APPLICATIONS.

N. Muhametgazy, M. Zhamigat, K.A. Sadykov

Scientific adviser – Doctor of chemistry, Professor N.A. Bektenov

JSC "Institute of Chemical Sciences after A.B. Bekturov" Almaty,

The Republic of Kazakhstan. E-mail: bekten_1954@mail.ru

Abstract. *To solve the above problems, it is preferable to use local man-made materials – waste phosphate, petroleum and other industrial sectors of the Republic of Kazakhstan.*

Road construction is one of the most material-intensive works that require the extension of the range of used binders and mixes, the main components of which can be varied technogenically.

Mineral raw materials for the construction of roads of local and Republican appointment is not always available. Use in road construction and mineral alternative cheap materials such as phosphate slag economic and ecological more efficient. The use of phosphorous slag for road construction Kazakhstan's economic benefits and will help solve the problem of recycling waste phosphoric industry. According to the latest published data in Zhambyl region are more than 10,707.49 ths. Tons of phosphorous slag and about 6032.14 thousand. Tonnes of waste Phosphogypsum.

In many industrial processes, there are benefits of microwave technology, which allows you to quickly heat the entire thickness of the material with a reduction in temperature gradients, and thus can reduce the processing time and save energy

Us in the laboratory received several types of asphalt concrete, including stone mastic asphalt. The filler they used phosphorous slag LLP "Kazphosphate" (NDFS) of Zhambyl region. To improve the adhesion properties was applied microwave radiation (microwave). The modified bitumen 60/90 was used as binders. To keep the bitumen from dripping, as stabilizing additive used shredded cardboard.

It should be noted that most used additives and modifiers for bitumen are expensive. Although, their use and a minor content in the asphaltic concrete, leads to the final product more expensive.

Введение. Дорога – это основной показатель экономического развития любого государства. Большая часть перевозки товаров и товарообмен осуществляется дорожным транспортом, особенно в Казахстане. Минеральное сырье для строительства дорог местных и республиканских назначений не всегда бывает доступным. Использование в дорожном строительстве альтернативных и дешевых минеральных материалов, таких как фосфорные шлаки, экономически и экологически эффективнее.

С 60-х годов XX века впервые в Германии были успешно использованы щебеночно-мастичные асфальтобетоны (ЩМА) на дорогах с интенсивным движением. Дорожные власти Германии, а также развитые европейские страны быстро приняли щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) в качестве стандартного асфальтобетона из-за его высокой износостойкости, высокой прочности и шероховатости

для дорожного покрытия. Особенность щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) от других бетонных материалов в том, что оно состоит из щебня плотных горных пород (до 80 %), наполнителя, битумно-вяжущего материала и специальной стабилизирующей добавки. В качестве стабилизирующих добавок используются в основном асбестовые и целлюлозные волокна.

Рядами авторов изучено потенциальное использование фосфорного шлака в качестве наполнителя для щебеночно-мастичного асфальтобетона, так как оно улучшает водостойкость асфальта и повышает устойчивость к разрушению. Как утверждают авторы, по результатам испытания оказалось, что фосфорный шлак гидрофобен и более стабилен при высокой температуре [1].

Практическая ценность возможности применения фосфорного шлака в качестве минерального компонента для асфальтобетонных смесей и получения на их основе высококачественного асфальтобетона для дорожного и аэродромного строительства в Казахстане описана в работе Л.И. Джулай [2].

Использование фосфорного шлака в дорожном строительстве Казахстана экономически выгодно и поможет решить проблему с утилизацией отходов фосфорной промышленности. По последним литературным данным в Жамбылской области находятся более 10 707,49 тыс. тонн фосфорных шлаков и около 6 032,14 тыс. тонн фосфогипсовых отходов [3].

Во многих технологических процессах есть микроволновые технологии, позволяющие осуществлять быстрый нагрев всей толщины материала со снижением температурных градиентов, и, как следствие – сокращать время обработки и снижение энергетических затрат [4-5].

Цель работы – разработка способа получения различных асфальтобетонов на основе промышленных отходов (фосфорные шлаки Новоджамбульского фосфорного завода). Изучение их физико-механических свойств для практического применения в дорожном строительстве.

Экспериментальная часть. Нами в лабораторных условиях получены несколько видов асфальтобетонов, в том числе щебеночно-мастичные асфальтобетоны (рисунок 1-2). В качестве наполнителя применялись фосфорные шлаки ТОО «Казфосфат» (НДФЗ) Жамбылской области. Для повышения адгезионных свойств применялись микроволновые излучения (СВЧ).

В качестве связующих материалов был использован модифицированный битум БНД 60/90. Для удержания битума от стекания, в качестве стабилизирующей добавки использовался измельченный картон. Физико-механические характеристики полученных асфальтобетонов представлены в таблице.

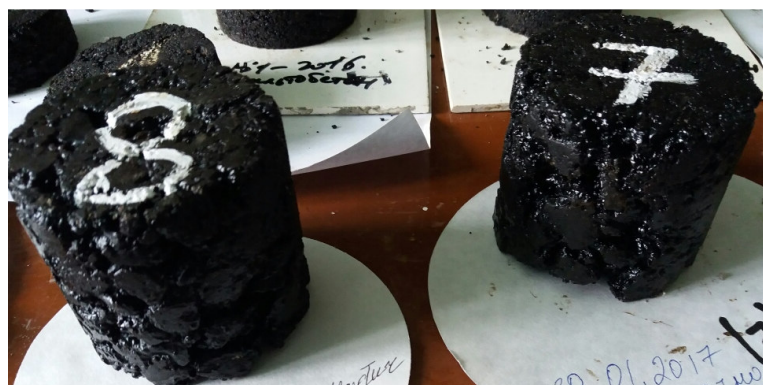


Рис. 1. Щебеночно - мастичный асфальтобетон



Рис. 2. Мелкозернистый асфальтобетон

Таблица

Физико-механические характеристики асфальтобетонов

Показатель	Образцы			ГОСТ 310115-2002
	1	2	3	
Предел прочности при 20 ⁰ С, МПа	2,8	3,1	3,5	не менее 2,2
Предел прочности при 50 ⁰ С, МПа	1,48	1,57	1,60	не менее 0,65
Коэффициент водостойкости	0,89	0,90	0,93	не менее 0,85

Нужно отметить, что большинство используемых добавок и модификаторов для битума являются дорогостоящими. Несмотря на их незначительное применение и содержание в составе асфальтобетона, это приводит к удорожанию конечного продукта. Используя местное, легкодоступное сырье, можно получить продукт, который соответствует требованиям Госстандарта, а также способствует утилизации отходов промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Guoping Qian, Shiyao Bai, Suoji Ju, Tuo Huang // Laboratory Evaluation on Recycling Waste Phosphorus Slag as the Mineral Filler in Hot-Mix Asphalt // Journal of Materials in Civil Engineering. V. 25. July 2013.
[http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0000770#sthash.IZX3hBrD.dpuf](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000770#sthash.IZX3hBrD.dpuf)
- 2 Л.И. Джулай. Строительство асфальтобетонных покрытий с использованием фосфорных шлаков // Автореферат кандидата технических наук. – М.: 1984. – 223 с.
- 3 Суранкулов Ш.Ж. // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-12: Молодежь в науке – инновационный потенциал будущего» г. Астана 2016. Т.1. ч.3. С.235-237.
- 4 В.В. Ядыкина, А.Е. Акимов, А.М. Гридчин. // СВЧ-активация битумов как способ повышения физико-механических и эксплуатационных параметров асфальтобетона // Строительные материалы. 2010. №5. С. 20-21.
- 5 Д.Л. Рахманкулов, С.Ю. Шавшукова, Р.Р. Даминев, И.Х. Бикбулатов. Микроволновое излучение и интенсификация химических процессов. М.: Химия, 2003. – 220 с.

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСФЕР
ПОЛУЧЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

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

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: GreexRayne@gmail.com

**PHYSICAL AND CHEMICAL RESEARCH MICROSPHERES
OBTAINED BY PLASMA METHODS BASED ON TECHNOGENIC WASTE**

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

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

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

E-mail: GreexRayne@gmail.com

Abstract. In this paper, we present the results of research based on microspheres of ash waste of Ekibastuz GRES-1 obtained by the plasma method. Held XRF and IR spectral analyzes of the resulting microspheres. When comparing the infrared spectra of the feedstock, and the resulting microspheres based ASW plasma method, a shift of the fundamental absorption bands in the shortwave frequency range (absorption band at 1062.12 cm^{-1}).

Вопросам получения сферических частиц с использованием энергии низкотемпературной плазмы посвящено достаточно много научно-исследовательских работ [1, 2]. Тем не менее, вопросу применения золошлаковых отходов в виде исходного сырья для получения сферических частиц уделяется не достаточно внимания. Морфология частиц определяется свойствами исходного сырья (дисперсионный, химический состав), и электрофизическими характеристиками эксперимента. В связи с неоднородным химическим составом золы необходимо провести ряд предварительных преобразований для получения частиц с заданными характеристиками. В предыдущих работах показана возможность использования золошлаковых отходов (ЗШО) при производстве микросфер плазменным методом [3, 4]. В большинстве случаев ЗШО представлены смесью алюмосиликатов с высоким содержанием SiO_2 и Al_2O_3 до 80 % от общей массы [5]. На рисунке 1, а представлены полученные микросферы на основе золошлаковых отходов Экибастузской ГРЭС-1 (Павлодарская область, Казахстан).

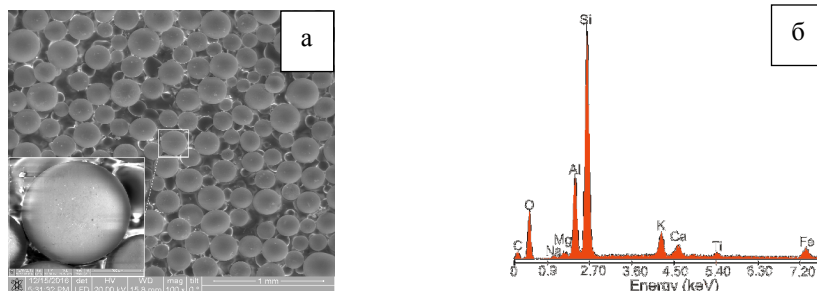


Рис. 1. а) Электронное изображение микросфер на основе золошлаковых отходов полученных плазменным методом; б) Распределение элементного состава, мас. %: $\text{Al} = 11.34$; $\text{Ca} = 2.63$; $\text{Fe} = 6.23$; $\text{Mg} = 0.67$; $\text{Na} = 0.34$; $\text{Si} = 34.39$; $\text{Ti} = 1.32$; $\text{K} = 5.29$; $\text{O} = 23.67$; $\text{C} = 14.10$.

Следующим этапом работы является проведение рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) полученных микросфер на основе ЗШО, результаты которого представлены на рисунке 2. В работе использовался рентгеновский флуоресцентный спектрометр S4 Pioneer фирмы Bruker AXS, который предназначен для определения элементного состава различных материалов.

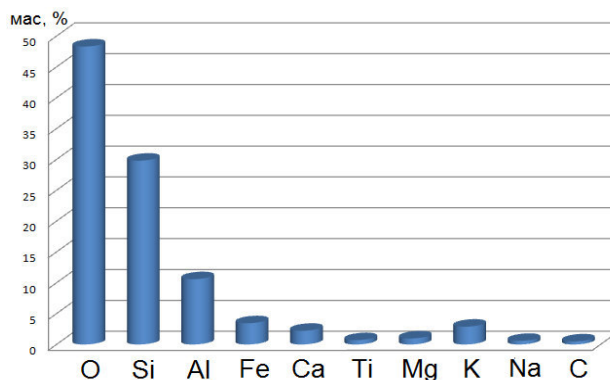


Рис. 2. Гистограмма распределения элементного состава полученных микросфер на основе ЗШО.

Из представленной гистограммы видно, что в составе полученных микросфер преобладает кремний (Si) и алюминий (Al), в среднем составляющие 29.82% и соответственно 10.58% без учета кислорода (O=48%). Помимо них в полученных микросферах отмечено достаточно высокое содержание железа (Fe) на уровне 3.44%. Следующим по значимости является кальций (Ca), титан (Ti), магний (Mg), калий (K), натрий (Na) и углерод (C). В пересчете на оксидную систему процентная масса будет не значительной, таким образом, высокое содержание кремнезема и глинозема указывает, что полученные микросферы на основе ЗШО обладают высокой стойкостью к термическим, химическим и механическим воздействиям. Результаты РФА сопоставимы с исследованиями элементного состава на поверхности полученных микросфер, представленного на рис. 1, б.

Для выяснения внутри- и межмолекулярных взаимодействий, образования различных химических связей был проведен спектральный анализ. На рисунке 3 представлены результаты спектрального анализа в ИК-диапазоне ЗШО и полученных микросфер на их основе плазменным методом. Как было отмечено выше, ЗШО являются алюмосиликатной смесью, таким образом, выявленная основная валентная полоса поглощения в области 1093.82 см^{-1} характерна каркасной структуре Si–O–Si. Слабые полосы в области 797.9 и 603.26 см^{-1} соответствует колебанию шестичленных алюмосиликатных колец из тетраэдров $[\text{SiO}_4]$. Полоса поглощения с небольшой интенсивностью в области 2323.59 см^{-1} отвечает валентным колебаниям связи –ОН.

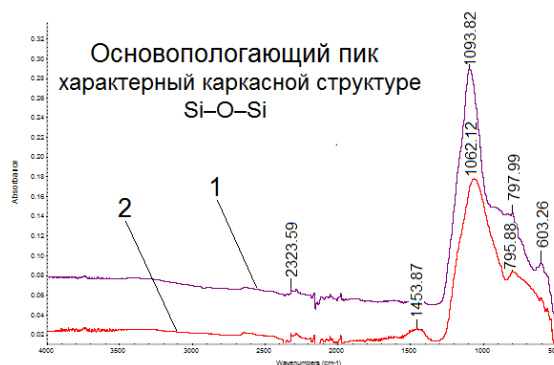


Рис. 3. ИК-спектры поглощения: 1 – ЗШО;

2 – микросферы на основе ЗШО полученные плазменным методом.

При сравнении инфракрасных спектров исходного сырья и полученных микросфер на основе ЗШО плазменным методом, наблюдается смещение основной полосы поглощения в коротковолновую область частот (полоса поглощения 1062.12 см^{-1}), это связано с увеличением среднего расстояния (Si, Al)–O и упорядочиванием каркасной сетки за счет ее аморфизации. Важным компонентом, вносящим интенсивный вклад в формирование структуры полученных микросфер, является оксид алюминия, находящийся в алюмосиликатах либо в тетраэдрической координации, либо в октаэдрической. В нашем случае воздействие потоков плазмы привело к реструктуризации и увеличению содержания тетраэдрически координированных катионов алюминия (полоса поглощения 1453.87 см^{-1}). Положение этой полосы поглощения зависит от отношения Si/Al.

В результате проведенных работ установлено, что в микросферах на основе золошлаковых отходов, полученных плазменным методом, преобладает кремний (Si) и алюминий (Al), в среднем составляющие 29.82% и соответственно 10.58% без учета кислорода (O=48%). Высокое содержание кремнезема и глинозема указывает, что полученные микросферы на основе ЗШО обладают высокой стойкостью к термическим, химическим и механическим воздействиям. При сравнении инфракрасных спектров наблюдается смещение основной полосы поглощения в коротковолновую область частот (полоса поглощения 1062.12 см^{-1}), это связано с увеличением среднего расстояния (Si, Al)–O и упорядочиванием каркасной сетки за счет ее аморфизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhukov A.S., Arkhipov V.A., Bondarchuk S.S. and Gol'din V.D. // Russian Journal of Physical Chemistry 7 (6), – 2013. – pp. 777–782.
2. Solonenko O.P., Gulyaev I.P. and Smirnov A.V., Journal of Thermal Science and Technology 2 (6), – 2011. – pp. 219–234.
3. Shekhovtsov V.V., Volokitin O.G., Kondratyuk A.A., Vitske R.E. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – V. 156.
4. Shekhovtsov V.V., Volokitin G.G., Skripnikova N.K., Volokitin O.G., Gafarov R.E. // AIP Conference Proceedings. – 2017 – V. 1800, Issue 1.
5. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. №4. 2011. С. 16-21.

**ЛЕГКИЙ ШЛАКОВЫЙ БЕТОН С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ
СМЕСЕЙ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ**

Н.В. Корейбо, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Н.П. Душенин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

**LIGHTWEIGHT SLAG CONCRETE WITH PRODUCTS OF PROCESSING OF ASH AND SLAG
MIXTURES OF SEVERSK CHP PLANT**

N.V. Koreybo, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: A/Prof., PhD. N.P. Dushenin

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The paper presents research results of fine-grained concrete with products of processing of ash and slag materials. Not enough attention during the production of building materials paid to the ash and slag formed during the combustion of solid fuels, as the high-tech building raw material with great energy potential. The goal was to study the efficiency of the slag sand from ashes and slag mixtures of Seversk CHP plant in concrete technology. Prepared fine slag concrete with quality class B25.*

При строительстве энергоресурсосберегающих жилых зданий экономического класса большое внимание уделяется разработке и применению для изготовления стеновых конструкций легких бетонов с использованием пористых заполнителей из местного сырья и отходов промышленности. При производстве строительных материалов и возведении объектов строительства недостаточное внимание уделяется золошлаковым материалам (ЗШМ), образующимся при сжигании твердого топлива, как высокотехнологичному строительному сырью с большим энергетическим потенциалом [5,6]. Основная причина не востребованности золошлаковых отходов на рынке заключается в неоднородности по зерновому и вещественному составу [7,8].

В настоящее время в золошлакохранилищах накопилось 1,2-1,5 млрд. т. ЗШМ. 70 % золошлаковых отвалов в настоящее время переполнены или близки к этому. Возникают большие сложности в выделении дополнительных площадей под хранение золошлаковых отходов. Степень использования золошлаковых отходов в России составляет всего 8-12 % и преимущественно в производстве строительных материалов, строительстве зданий и сооружений, автомобильных дорог.

Одно из направлений использования продуктов переработки ЗШМ Северной ТЭЦ, рассмотренное в рамках данной работы, – является производство шлаковых конструкционно-теплоизоляционных бетонов. Разделение ЗШМ осуществлено по технологии НИ Томского политехнического университета (научный руководитель Тихонов В.В.) [11].

Цель – исследование эффективности применения шлакового песка из ЗШС Северной ТЭЦ в технологии приготовления мелкозернистых шлакобетонов.

Объект исследования – легкий шлаковый бетон с продуктами переработки ЗШС Северной ТЭЦ.

Предмет исследования – закономерности влияния продуктов переработки ЗШС Северной ТЭЦ на свойства шлакобетонов.

Пробу бетонной смеси для испытаний готовят в лабораторном бетоносмесителе. Объем пробы должен обеспечивать не менее двух определений всех контролируемых показателей качества бетонной смеси. Испытание бетонной смеси и изготовление контрольных образцов бетона должно быть начато не позднее чем через 10 мин после приготовления пробы. Температура бетонной смеси от момента приготовления пробы до момента окончания испытания не должна изменяться более чем на 5°C.

Условия хранения пробы бетонной смеси после ее приготовления до момента испытания должны исключить потерю влаги или увлажнение. Образцы-кубы из легких бетонов твердеют (хранятся) в камере естественного твердения. Перед испытанием производится внешний осмотр образцов-кубов.

В качестве сырьевых материалов для приготовления бетонных смесей применялся портландцемент Топкинского цементного завода ПЦ М500 Д0. Цемент удовлетворяет требованиям ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» и ГОСТ 30515-2013 «Цементы. Общие технические условия». В качестве мелкого заполнителя использовался шлаковый песок из ЗШС Северной ТЭЦ.

Зерновой состав шлакового песка представлен в таблице 1.

Физико-механические характеристики шлакового песка представлены в таблице 2.

Таблица 1

Зерновой состав шлакового песка

Частные/полные остатки, % по массе на ситах размером, мм						Модуль крупности	Содержание зерен, % по массе, крупностью	
2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,05		более 5 мм	менее 0,315 мм
32,0	21,3	26,0	14,2	3,0	3,5	3,55	0,3	6,5
32,0	53,3	79,3	93,5	96,5				

Таблица 2

Физико-механические характеристики шлакового песка

Плотность, кг/м ³			Пустот- ность, %	Содержание, % по массе		Потеря массы при прокаливании (ППП), %, при температуре 815±15°C
средняя зерен	истинная	насыпная		сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO ₃ ,	свободного оксида кальция	
1950±40	2520	850±35	56,4	1,25	отсутствуют	6,1±1,0

По средней плотности зерен шлаковый песок относится к пористым пескам. Шлаковый песок удовлетворяет требованиям ГОСТ 26644-85.

Подбор состава легких шлакобетонов проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-86 «Рекомендации по подбору легких бетонов».

Основная задача подбора состава бетона – обеспечение требуемой прочности при минимальной средней плотности и расходе цемента. Для того чтобы обеспечить указанные характеристики легкий

шлакобетон при наименьшей средней плотностью, необходимо максимально насыщать его наиболее легким компонентом – крупным пористым заполнителем.

Таблица 3

Соотношение цемент : шлаковый песок в составах шлаковых мелкозернистых бетонов

Соотношение компонентов, по массе	Номер состава					
	1	2	3	4	5	6
Цемент	1	1	1	1	1	1
Шлаковый песок	1	0,75	0,5	0,4	0,3	0,2

Таблица 4

Прочность при сжатии шлаковых мелкозернистых бетонов, МПа

Номер состава	Возраст образцов, сутки			Класс по прочности на сжатие
	3	7	28	
1	18,1	27,5	34	B25
2	8,8	16,2	22	B15
3	6,1	13,0	18	B12,5
4	3,6	8,0	11	B10
5	3,1	7,1	10	B7,5
6	1,7	4,8	7	B5

В результате выполненных исследований бетонов с использованием продуктов переработки ЗШС сделаны следующие выводы:

- получен мелкозернистый шлакобетон с классом по прочности B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B25.
- установлена принципиальная возможность использования золошлаковых отходов Северской ТЭЦ для изготовления конструкционно-теплоизоляционных бетонов, используемых в производстве стеновых материалов, что позволит расширить сырьевую базу производства стеновых материалов и решать экологические проблемы утилизации золошлаковых отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белякова Е.А., Москвин Р.Н., Белякова В.С. Золошлаковые отходы тэц и перспективы их утилизации // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2016. – №5. – С.157-157.
2. Гусев Б.В., Набоков А.Н., Щерблякина Т.П. Оценка эффективности применения кондиционной минеральной добавки на основе золошлаковых смесей ТЭС в технологии производства бетонов // Технологии бетонов. – 2015. – №5-6. – С. 38-41.
3. Овчаренко Г.И. Зола углей КАТЭКа в строительных материала. – Изд-во Красноярского ун-та, 1991. – 214 с.
4. Технический отчет. 3-354/2016/308/339-Д. «Опытно-промышленная установка по извлечению компонентов из ЗШМ Северской ТЭЦ». Договор между ФГБОУ ТГАСУ и ФГАОУ ВО ТПУ №514/260916 ЕП от «26» сентября 2016 г.

**ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНИКА
ПАНТОГРАФНОГО ТИПА**

В.С. Калиниченко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Г. Ананин

Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия,

г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: kvs-2010@mail.ru

**BASES OF THE THEORETICAL CALCULATION OF METAL STRUCTURE OF THE LIFT-MAST
OF THE PANTOGRAPH TYPE**

V.S. Kalinichenko

Scientific supervisor: Prof., Dr. V.G. Ananin

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

E-mail: kvs-2010@mail.ru

Abstract. *The publication analyzes the main existing methods for the theoretical calculation of the metal structure of a pantograph type hoist.*

Введение. Металлоконструкция подъемника пантографного типа по общепринятой классификации наиболее близка к специальному строительному выжимному подъемнику сопряженно-рычажного типа, используемые для производства наружных и внутренних строительно-ремонтных работ на фасадах зданий и высоких внутренних помещениях, для производства строительно-монтажных работ при сборке массивных конструкций (металлоконструкции крупных зданий и сооружений значительных размеров, к примеру торговые центры, стадионы, вокзалы и т.п.).

Методы исследования. Работа над созданием специального ножничного подъемника, выявила ряд мало исследованных направлений в расчетах возникающих усилий, как для общей схемы подъемника такого типа, так и для частной. Анализ определения усилий в металлоконструкции подъемника сопряженно-рычажного (ножничного) типа определил круг основных методов расчета. Аналитические способы расчета обычно начинаются с нахождения опорных реакций, для определения которых используется три уравнения равновесия для всей системы в целом. При определении усилий в стержнях выделяют сечениями отдельные части фермы или узлы фермы, а затем рассматривают условия их равновесия. Рассечение производят так, чтобы максимально упростить расчет и по возможности устранить совместное решение системы уравнений с несколькими неизвестными. Наиболее рационально проводить сечение так, чтобы в каждое уравнение вошло только одно определяемое неизвестное [1].

Плоская расчетная схема пантографного подъемника (рис.1), описанная методом вырезания узлов является статически определимой задачей, позволяющей составить матрицу жесткости, которую возможно реализовать в виде подпрограммы для ЭВМ. Опишем в общем виде уравнениями четыре верхних узла, для остальных узлов уравнения аналогичные (1). Но реальная схема исследуемого подъемника имеет более сложную конструкцию, состоящую из двух параллельных «ферм» с шарнирным закреплением и гибким подъемным механизмом, который в свою очередь является конструктивным элементом, придающим жесткость и устойчивость всему подъемнику в целом.

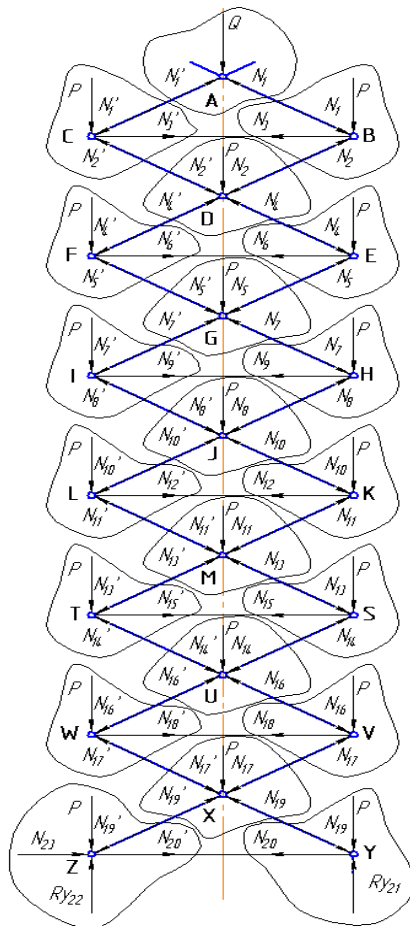


Рис. 1. Плоская расчетная схема

$$\begin{aligned}
 &\text{Узел А} \\
 &1 \sum X : (N'_1 - N_1) \cos \varphi = 0; \\
 &2 \sum Y : 2 \sin \varphi \cdot N_1 = Q. \\
 &\text{Узел В} \\
 &3 \sum X : N_1 \cos \varphi + N_2 \cos \varphi - N_3 = 0; \\
 &4 \sum Y : -N_1 \sin \varphi + N_2 \sin \varphi = P. \\
 &\text{Узел С} \\
 &5 \sum X : -N'_1 \cos \varphi - N'_2 \cos \varphi + N'_3 = 0; \\
 &6 \sum Y : -N'_1 \sin \varphi + N'_2 \sin \varphi = P. \\
 &\text{Узел D} \\
 &7 \sum X : (N'_2 - N_2) \cos \varphi + (N'_4 - N_4) \cos \varphi = 0; \\
 &8 \sum Y : -2 \sin \varphi \cdot N_2 + 2 \sin \varphi \cdot N_4 = P.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Также, расчет металлических конструкций надлежит производить по методу допускаемых напряжений или предельных состояний. В сложных случаях согласно нормативным указаниям вопросы расчета конструкций и их элементов рекомендуется решать путем специально поставленных теоретических и экспериментальных исследований. При отсутствии надежных теоретических методов расчета или проверенных ранее аналогичных решений такие исследования обязательны [2].

Следовательно, при традиционном подходе для решения такой задачи в общем случае необходимо решить систему уравнений, обеспечивающих выполнение условий равновесия и совместности деформаций. Возникающая в связи с этим проблема заключается в том, что в случае двумерной или трехмерной конструкции поведение системы описывается уравнениями высоких порядков с большим количеством неизвестных. В настоящее время наиболее эффективным приближенным методом решения прикладных задач механики является метод конечных элементов (МКЭ). Этот метод по существу сводится к аппроксимации сплошной среды с бесконечным числом степеней свободы совокупностью подобластей (или элементов), имеющих конечное число степеней свободы [3].

Решение задачи с помощью САПР.

Смоделированы следующие нагрузки, действующие на конструкцию пантографного подъемника (рис.2): от собственного веса конструкции; сосредоточенная сила от веса рабочей площадки (иного заграждения), действующая на вершину мачты и приложенная к крайним верхним узлам, равная 600 кг;

сосредоточенная сила от лебедок механизма подъема, приложенная к нижним опорам мачты в месте моделирования ползунов; предварительная деформация тросов механизма подъема [4].

Подобраны поперечные сечения несущих элементов металлоконструкции: основные балки – труба 102x10 ГОСТ 8732-78 (Сталь 10ХСНД); поперечины жесткости – труба 57x6 ГОСТ 8732-78 (Сталь 10ХСНД); оси с шарнирами – твердотельный стержень диаметром 50 мм (Сталь 40Х); канаты механизма

подъема являются конструктивными элементами мачты, придающие необходимую жесткость и дополнительную устойчивость подъемника в целом, смоделирован стальной канат диаметром 16 мм.

Закключение.

В результате моделирования в модуле APM Structure3D системы APM WinMachine были получены: карта распределения напряжений в конструкции подъемника (рис. 3), позволяющая определить наиболее нагруженные элементы; проверка конструктивных элементов на несущую способность; коэффициент запаса устойчивости конструкции по Эйлеру; напряженно-деформированное состояние конструкции при больших перемещениях (геометрически нелинейная задача).

Полученные результаты позволяют на стадии проектирования или при принятии решения об оптимизации конструкции оценить прочностные характеристики несущих элементов металлоконструкции подъёмника и определить запас прочности.

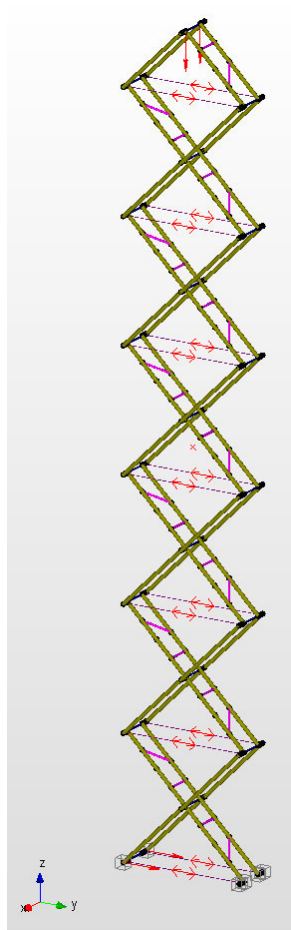


Рис. 2. Объемная расчетная схема

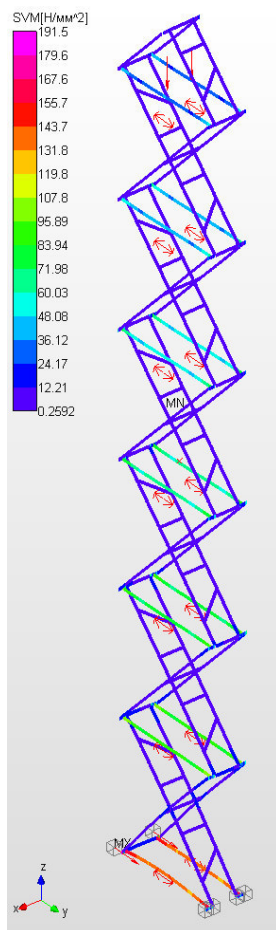


Рис. 3. Карта распределения напряжений

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительная механика и металлические конструкции / Под ред. М.М. Гохберга. – Л.: Машиностроение, 1984. – 231 с.
2. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин / М.М. Гохберг. – Л.: Машиностроение, 1976. – 456 с.
3. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ, 2010. – 376 с.
4. М.Б. Иваненко, В.Г. Ананин, В.А. Слепченко. Исследование напряженного состояния сочлененной стрелы карьерного экскаватора // Вестник ТГАСУ, № 3. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016, С. 205-210.

**МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТА, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ
КОМПОЗИТАМИ**

А.А. Хрюкин, М.В. Смолина

Научный руководитель: старший преподаватель М. В. Смолина

Северо-Восточный федеральный университет,

Россия, г. Якутск, ул. Белинского, 58, 677000

E-mail: hr-art@mail.ru

**MONITORING OF CFRP-STRENGTHENED REINFORCED CONCRETE BRIDGE SPANS IN LOW
TEMPERATURE CONDITIONS**

A.A. Khryukin, M.V. Smolina

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.V. Smolina

North-Eastern Federal University, Russia, Yakutsk, Belinsky str., 58, 677000

E-mail: hr-art@mail.ru

***Abstract.** The article discusses strengthening bridges using composite materials at extreme low temperatures. Provides the results some experimental studies FRP strengthened concrete samples at low temperatures.*

Введение. В настоящее время для усиления железобетонных мостов широко используются композитные материалы. Современная технология усиления железобетонных конструкций композитными материалами имеет распространение, как за рубежом, так и в Российской Федерации. Однако, применимость технологии в условиях экстремально низких температур, ранее не была достаточно глубоко изучена и в практике усиления железобетонных конструкций мостовых сооружений композитными материалами нет достоверных данных о работе данной технологии в условиях экстремально низких температур.

I-я дорожно-климатическая зона, на которой расположена большая площадь Республики Саха (Якутия), характеризуется суровыми климатическими условиями. В республике «хорошее» техническое состояние имеют лишь 9 % железобетонных мостов, запроектированные на нагрузки, которые не соответствует современным требованиям (АК-14, НК-14) [1]. Принимая во внимание данный факт, а также учитывая суровые климатические условия эксплуатации мостов Якутии, актуальным вопросом является изучение технологии усиления композитными материалами в условиях экстремально низких температур.

Целью работы является изучение и совершенствование технологии усиления железобетонных конструкций композитными материалами и ее адаптация к условиям низких температур.

Материалы и методы исследования. В рамках исследования ведется мониторинг действительной работы системы усиления композитными материалами на мосту через р. Протока, включающий в себя изучение физического и напряженно-деформированного состояния пролетных строений, обследования сооружения, анализ изменения грузоподъемности моста, инструментальные измерения и проверку внешнего вида системы усиления.

Результаты экспериментальных исследований эффективности усиления образцов при действии отрицательных температур, проведенных в «РОСДОРНИИ» в 2011 году показали, что морозостойкость системы усиления такая, что применение усиления с использованием тканей с углеродными волокнами возможно в строительно-климатических районах от II до V [2]. Следует отметить, что область применения технологии усиления с использованием лент и холстов ограничена по характеристикам клеевого состава, используемого для приклеивания композитного материала на усиливаемую конструкцию, а именно: на территориях с минимальной среднесуточной температурой воздуха наиболее холодных суток (в зимний период) с обеспеченностью 0,95 не ниже -40°C [3]. Среднее значение данного показателя по районам Якутии составляет $-60,2^{\circ}\text{C}$. [4] Для районов с суровым климатом возможность применения наклеиваемых холстов должна быть подтверждена опытными работами.

Подобные эксперименты проводились в СГУПС совместно с СВФУ, под руководством проректора СГУПС по научной работе С.А. Бокарева, д.т.н., профессора. Результаты этих экспериментов показали, что прочность усиленных образцов после 12 циклов попеременного замораживания и оттаивания не изменилась. [3] К этим же выводам приходят исследователи P. Burke, L.A. Bisby, M.F. Green Университета Куинс в Канаде, утверждающие, что нет каких-либо заметных негативных последствий от воздействия низкой температуры на производительность усиления углепластиком железобетонных плит с использованием либо эпоксидных, либо цементных адгезивных составов [5]. Однако, следует обратить внимание на то, что в исследовании «РОСДОРНИИ» и экспериментах Канадских ученых температура замораживания образцов составляла не ниже -36°C и -28°C соответственно. В исследовании СГУПС и СВФУ использовались железобетонные балки размерами $1550 \times 120 \times 220$ мм, которые были подвергнуты циклам замораживания и оттаивания в климатической камере с замораживанием до -50°C в соответствии с методикой определения морозостойкости бетонных образцов размерами $100 \times 100 \times 100$ мм по ГОСТ 10060.2-95. Такой метод ускоренных климатических испытаний определяет характеристику морозостойкости бетонных образцов, но не позволяет получить достаточно данных для полного представления модели работы железобетонных конструкций, усиленных композитными материалами, эксплуатируемых в суровых климатических условиях. Также температура замораживания образцов, в упомянутых экспериментах, не охватывает температурный режим эксплуатации мостовых сооружений в I-й дорожно-климатической зоне, в частности Якутии.

Следует отметить, что во всех приведенных выше экспериментах разрушение усиленных образцов происходило вследствие отслоения композитного материала с разрушением защитного слоя бетона рабочей арматуры. С этим явлением столкнулись и ученые Мичиганского университета США при изучении усиленных углепластиковыми композитами образцов при действии низких температур. Их результаты показывают, что чем большим количеством циклов замораживания и оттаивания подвергаются усиленные образцы, тем больше возникает усталостных напряжений в зоне контакта клей-бетон, что способствует трещинообразованию [6].

Мониторинг опытной конструкции, усиленной композитными материалами на основе углеволокна, производился в течение четырех лет. Район расположения объекта находится в центральной части Республики Саха (Якутия) на территории микрорайона Кангалассы ГО «Город Якутск» на 11+079 км автомобильной дороги «Подъезд к п. Кангалассы». Местность характеризуется суровыми климатическими условиями, характерными для I дорожно-климатической зоны. Средняя

температура наиболее холодной пятидневки составляет -55°C , среднегодовая температура воздуха $-10,3^{\circ}\text{C}$, средняя температура января составляет -40°C , абсолютный минимум температуры воздуха -64°C [2]. Мост имеет железобетонные тавровые пролетные строения длиной 15 м, усиленные путем наклейки на боковые поверхности по низу ребер лент FibARM Tape-230/300 и ламинатов Sika Carbodur S1012.

Во время мониторинга многократно проводились обследования моста согласно ОДМ 218.3.014-2011. В 2016 году по данным проведенного обследования произведена оценка напряженно-деформированного состояния (НДС) пролетных строений моста на 4-й год эксплуатации после усиления. Расчет выполнен с учетом изменения НДС, вызванного включением полимерных композитных материалов (ПКМ) в совместную работу с основным материалом пролетного строения. Результаты расчетов, выполненных по методике рекомендованной производителем использованных композитных материалов, составили следующие значения: предельный изгибающий момент — 3548,24 кНм, предельная поперечная сила — 6873,52 кН. По сравнению с данными несущей способности до усиления, прирост по поперечной силе и изгибающему моменту составил 8,08 и 1,4 раза соответственно [1].

Заключение. Применение технологии усиления композитными материалами в суровых условиях Крайнего Севера, в том числе Якутии, позволит обеспечить достаточный уровень надежности и безопасности эксплуатации мостовых сооружений. Однако изученность вопроса использования систем усиления композитными материалами в условиях экстремально низких температур не дает достаточных данных об эффективности их работы, поскольку существующие методики расчета усиленных конструкций не учитывают такие эффекты как нелинейность деформирования и неодинаковость работы железобетона на растяжение и сжатие. В рамках работы предстоит провести дополнительные исследования в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрюкин А.А., Смолина М.В. Оценка напряженно-деформированного состояния пролетных строений моста, усиленного композитными материалами // Наука и образование. – Якутск: Изд-во Академия наук Республики Саха (Якутия). – 2016. – Т.84. – №4. – С. 100–105.
2. Исследование возможности и области рационального применения гибких лент и тканей из композиционных материалов при ремонте железобетонных конструкций мостовых сооружений с разработкой ОДМ. – М: ФГУП «РОСДОРНИИ», 2011. – 40 с.
3. Изучение свойств полимерных композитных материалов, применяемых для ремонта пролетных строений железобетонных мостов через р. Протока на а/д «Подъезд к п. Кангалассы», и через р. Камалас-Юрях на а/д «Нам». – Якутск: ФГУП «РОСДОРНИИ», 2013. – 70 с.
4. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. - М.: Мин-регион России, 2012. - 264 с.
5. Burke P.J., Bisby L.A., Green M.F. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aslanfrp.com/Resources/NSM%20systems%20with%20elevated%20temp-BISBY.pdf> – 25.04.08.
6. Naaman A., Mar Lopez d. M., Pinkerton L. Repair and strengthening of reinforced concrete beams using CFRP laminates. Vol. 5. – Ann Arbor: Michigan University, 1999 - 53 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА В ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА

Е.А. Бартеньева

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.А. Машкин

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),

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

E-mail: ek.bartenjeva@yandex.ru

WOLLASTONITE USE IN NON-AUTOCLAVE FOAM CONCRETE TECHNOLOGY

E.A. Bartenjeva

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.A. Mashkin

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Russia, Novosibirsk,

Leningradskaya str., 113, 630008

E-mail: ek.bartenjeva@yandex.ru

Abstract. *The influence of mineral additive on the properties of technical foam and its physical and mechanical parameters of non-autoclave foam concrete. It is determined that the introduction in its composition of 1% wollastonite to reduce the density of finished products, to increase their strength. Thus, there is improvement in the foam stability coefficient in the cement paste, increases its multiplicity. This highly dispersed mineral additive can be used as foam and plastics foam concrete stabilizers. The injection of researched additives allows to obtain the insulating foam with a stable space-frame structure.*

Введение. В последнее время повышенный интерес уделяется производству теплоизоляционных материалов. К ним можно отнести и неавтоклавный пенобетон. Он обладает рядом преимуществ по сравнению с другими материалами: низкой теплопроводностью, достаточной прочностью, биостойкостью, экологической безопасностью [1-3].

В качестве недостатков неавтоклавного пенобетона можно выделить низкую прочность, длительные сроки схватывания, значительную усадку и повышенный коэффициент вариации. По результатам многочисленных научных работ и опыту практического применения известно, что имеющиеся технологии получения неавтоклавных пенобетонов нуждаются в совершенствовании. Поэтому актуальной задачей является улучшение этих параметров для получения качественного и долговечного эффективного теплоизоляционного материала. Перспективным направлением в улучшении качества пенобетона является применение различных модификаторов, таких как минеральные добавки [4-6].

В связи с этим цель данной работы состояла в установлении влияния минеральной добавки волластонита на организацию структуры технической пены и свойства пенобетона.

Материалы и методы исследования. Для получения пенобетона использовался портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 (г. Искитим) со следующим минералогическим составом, мас. %: C_3S – 69, C_2S – 11; C_3A – 7; C_4AF – 13. Истинная плотность портландцемента – $3,060 \text{ г/см}^3$, насыпная плотность – $1,083 \text{ г/см}^3$. В качестве кремнеземистого заполнителя применяли кислую золу-уноса, полученную на ТЭЦ-5 г. Новосибирска от сжигания Кузнецких каменных углей. Химический состав заполнителя, мас. %: SiO_2 –

60,77; Al_2O_3 – 19,45; Fe_2O_3 – 5,16; CaO – 5,12; MgO – 2,10; Na_2O – 0,89; K_2O – 2,01; SO_3 – 0,54; P_2O_5 – 0,39; TiO_2 – 0,82; BaO – 0,20, MnO – 0,07. Насыпная плотность золы – 0,885 г/см³, истинная плотность – 1,870 г/см³ (ГОСТ 9758-2012), остаток на сите 008(по массе) – 4,49 % (ГОСТ 310.2-76). Для приготовления пены использовали белковый пенообразователь «FoamCem» (Италия).

В качестве минеральной добавки использовался волластонит Алтайского месторождения – это минерал из класса силикатов, истинная плотность которого равна 2,455 г/см³. Химический состав волластонита: SiO_2 – 46,1; Al_2O_3 – 2,93; Fe_2O_3 – 4,44; CaO – 45,12; MgO – 0,9; п.п.п. – 0,51. Удельная поверхность материала составляла исходного 900 см²/г и измельченного 5740 см²/г.

Кратность пены определяется отношением начального объема пены к объему водного раствора пенообразователя. Для оценки влияния компонентов пенобетона на объем пены рассчитывался коэффициент стойкости пены в цементно-зольном растворе.

Состав пенобетона был принят из соотношения заполнителя к вяжущему 0,6, а В/Т = 0,61 для марки по плотности пенобетона D500. Пенобетон готовился по классической технологии, выдерживался в нормальных условиях в течение 28 суток, после чего был испытан на прочность при сжатии.

Результаты. Для определения влияния волластонита на свойства пены и пенобетона добавка вводилась в пену и цементно-зольный раствор. В таблице 1 представлены свойства пены в зависимости от количества волластонита, способа его введения и удельной поверхности. При введении волластонита в пену наблюдается повышение кратности пены. Наибольший выход пены замечен для волластонита с удельной поверхностью 5740 см²/г с увеличением по сравнению с контрольной пеной на 16%, что, возможно, происходит за счет его высокой дисперсности. Такие тонкодисперсные частицы могут адсорбироваться на поверхности ячеек пены и препятствовать стеканию жидкой фазы на границу Плато.

Таблица 1

Кратность и стойкость пеномассы в зависимости от количества волластонита и его уд. поверхности и способа его введения

Уд. поверхность, см ² /г	Способ введения добавки	Количество, % масс							
		0		1		2,5		4	
		К	$C_{\text{шт}}^{\text{п}}$	К	$C_{\text{шт}}^{\text{п}}$	К	$C_{\text{шт}}^{\text{п}}$	К	$C_{\text{шт}}^{\text{п}}$
900	Пена	18,33	0,74	20,65	0,79	13,53	0,91	19,80	0,71
	Раствор			-	0,81	-	0,89	-	0,73
5740	Пена			21,23	0,67	19,78	0,84	20,51	0,56
	Раствор			-	0,81	-	0,87	-	0,74

Примечание: К – кратность пены; $C_{\text{шт}}^{\text{п}}$ – коэффициент стойкости пены в цементно-зольном растворе

Коэффициент стойкости пены в поризованном растворе выше для пенобетона с волластонитом ($S_{\text{уд}}=5740$ см²/г), введенным в раствор, для удельной поверхности 900 см²/г показатели в обоих случаях примерно одинаковые.

В таблице 2 представлены результаты физико-механических характеристик пенобетона в зависимости от количества вводимой добавки, способа ее введения и удельной поверхности. Наилучшие результаты по прочности можно отметить для пенобетона с волластонитом, введенным в раствор. При введении в пену волластонита ($S_{\text{уд}}=5740$ см²/г) в количестве 1% от массы цемента прочность увеличивается на 72%, при 4% прочность пенобетона равна 2,95 МПа, но и плотность составляет 783 кг/м³, а. Благоприятное воздействие волластонита на прочность пенобетона возможно за счет армирования раствора. Что происходит из-за его игольчатой формы частиц, которая сохраняется и при измельчении благодаря своей

кристаллической структуре. Данный эффект позволяет снизить пластическую усадку, ограничить седиментацию минеральных составляющих за счет создания трехмерной сети в межпоровом пространстве пенобетонной смеси.

Таблица 2

Прочность и плотность пенобетона в зависимости от количества вводимой добавки волластонита, его уд. поверхностью и способа его введения

Уд. поверхность, см ² /г	Способ введения добавки	Количество, мас. %							
		0		1		2,5		4	
		ρ	R	ρ	R	ρ	R	ρ	R
900	Пена	547	1,22	415	1,37	435	0,55	638	1,56
	Раствор			375	1,00	395	0,55	449	1,61
5740	Пена			545	2,10	404	1,05	783	2,95
	Раствор			361	0,73	406	1,18	436	1,94

При разных способах введения плотность пенобетона уменьшается, при введении добавки в раствор эффект заметен сильнее. Более высокая стойкость пены в растворе обеспечивает сохранность пенной структуры. Возможно, при введении в раствор волластонит играет роль центра кристаллизации гидратных соединений и обеспечивает более быстрое схватывание смеси, которая при смешивании с пеной обеспечивает более четкую, стойкую макроструктуру и меньший процент разрушения.

Заключение. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1. При введении волластонита в пену можно отметить повышение кратности пены;
2. Пенобетонные смеси обладают более высокой стойкостью при введении волластонита до 2,5% от массы цемента, что обеспечивает пониженную плотность материала, меньшую расслаиваемость, более четкую и равномерную структуру порового пространства. Таким образом, данную минеральную добавку можно использовать как стабилизатор поризованной пенобетонной смеси.
3. Использование данной минеральной добавки позволяет снизить плотность пенобетона до 361 кг/м³.
4. Наибольшая прочность пенобетона достигается при введении волластонита с удельной поверхностью 5740 см²/г и повышается по сравнению с контрольным образцом на 72%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Foamer influence on the foam concrete properties obtained in the high-speed foam generator/ Mashkin N.A., Bartenjeva E.A.// Materials Science Forum. – 2016. – Vol. 870. – P. 163-168.
2. Шахова Л.Д. Технология пенобетона: теория и практика. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2010. – 246с.
3. Моргун Л.В. Пенобетон. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. ун-т, 2012. – 154с.
4. Величко Е.Г. Рецептурно-технологические проблемы пенобетона/ Е.Г. Величко, А.Г. Комар. – Строительные материалы. – 2004. - №3. – С. 26-29.
5. Дворкин Л.И. Сухая строительная смесь для производства неавтоклавного пенобетона/ Л.И. Дворкин, О.М. Бордюженко// Сухие строительные смеси. – 2009. -№4. – С.28-30.
6. Ружинский С.И. Все о пенобетоне/ С.И Ружинский, А. Портник, А. Савиных. – СПб: ООО «Стройбетон», 2006. – С. 139.

**БЕЗУСАДОЧНЫЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНОГО ПЕСКА
КИЛЬДЯМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Д.В.Васильева

Научный руководитель: доцент, к.т.н., А.Д. Егорова
Северо-Восточный Федеральный Университет им. М.К. Аммосова
Россия, г. Якутск, ул.Кулаковского, 50, 677000
E-mail: omsvdv2910@mail.ru

DIMENSIONAL STABILITY PORTLANDCEMENT OF MINING SAND KILDYAMSKOE DEPOSITS

D.V.Vasilyeva

Scientific Supervisor: assistant professor, A.D. Egorova
North – Eastern Federal University
E-mail: omsvdv2910@mail.ru

Abstract. *Stringing cement - is expanding, straining cement with very low shrinkage. For unshrinkable concrete is small or non-existent as a plastic shrinkage and shrinkage after curing. Cements have not so useful in the construction of a property, contractual shrinkage, making it difficult to repair and installation work. This problem is solved by using non-shrink Portland. Since the non-shrink cement binder consists of cement and plaster - this may give ettringite formation, and as a result - uncontrollable increment of the linear volume. To control this process, we decided to use as a stabilizer in an active mineral additives mountain sand.*

Введение. Портландцемент – вяжущее вещество, обладающее гидравлическими свойствами, состоящее из клинкера и гипса или его производных и добавок. Цементы классифицируют по назначению (общестроительные, специальные строительные, нестроительные), по виду клинкера и вещественному составу, по прочности при сжатии, скорости твердения, срокам схватывания, нормированию специальных свойств. [1] Но все они, в виду своего минералогического состава, обладают таким отрицательным свойством как контракционная усадка, что может отразиться на качестве ремонтно-монтажных работ. Это проблема решается при использовании безусадочных портландцементов в составах растворов и бетонов.

Безусадочный цемент – это расширяющийся, напрягающий и реопластичный цемент с очень малой усадкой. Для безусадочного бетона мала или отсутствует как пластичная усадка, так и усадка после схватывания [2]. Известно, что в таких цементах усадку компенсируют образованием этtringита, для чего в состав вводят некоторое количество гипса в виде вяжущего или камня. Для регулирования процесса образования сульфогидроалюмината кальция вводят активную минеральную добавку.

В настоящее время в Республике Саха (Якутия) существует один патент на расширяющую добавку (РД), разработанную ЯкутПНИИС г. Якутска совместно с НИИЖБ Госстрой Российской Федерации [3]. Эта добавка представляет собой смесь тонкомолотой слюды и диопсида АО «Алданслюда» с гипсом. РД получают механическим перемешиванием составляющих в определенных пропорциях, исключив предварительную обработку с целью химической активации компонентов.

В данной работе были исследованы местные пески для возможного их применения в качестве активной минеральной добавки в РД.

Материалы. Горные пески Кильдямского месторождения произошли в результате возгорания залегающих на месторождении угольных линз и пластов [4], в результате чего они приобрели красный цвет. Месторождение расположено в 30-32 км к северо-западу от г. Якутска и в 13 км от п. Жатай. Ближайший к месторождению населенный пункт – п. Кильдямцы находится от него на расстоянии 8 км. [5]

Кильдямское месторождение было разведано в 1940 г геологической партией Управления промышленности строительных материалов при СНК ЯАССР. Более полные разведочные работы на этом месторождении были проведены Центральной геолого-топосъемочной экспедицией Якутского геологического управления в 1953 г. Согласно данным отчета начальника поисково-разведочной партии на сырье для строительных материалов М.И. Кочетова, запасы полезного ископаемого по категории А2 составляют 87,7 тысячи м³, по категории С1– 2,3 тысячи м³. Общие запасы составляют 90000 м³. [6]

Песок с поймы р. Лена отличается мелкой фракцией и по модулю крупности относится к группе «очень мелкие», в них отсутствуют пылеватые и глинистые частицы, светлого оттенка.

Элементный состав исходных материалов определялся рентгеноспектральным анализом (РСА). В табл. 1 приведены результаты РСА пробы горного песка Кильдямского месторождения и речного песка с поймы р. Лена.

Таблица 1

Рентгено-спектральный анализ песка

песок	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Cl	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	MnO	Pt
Горный	76,32	13,30	6,88	4,94	3,41	1,08	0,37	0,52	0,02	0,24	0,02	0,06	0,03
Речной	73,00	3,46	1,60	4,95	4,07	4,56	0,40	1,87	2,14	0,958	1,37	0,87	0,05

Анализ полученных результатов показывает, что в Кильдямском песке преобладает содержание ключевых оксидов SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, по сравнению с составом речного песка, что определяет возможность его применения в качестве АМД.

Методы исследования. Для определения влияния красного горного песка на процессы расширения цементного камня были изготовлены образцы-балочки 4х4х16 см из цементно-песчаного раствора состава 1:3 стандартной консистенции с введением 15 % по массе расширяющей добавки состоящей из гипсового вяжущего вещества и красного горного песка с удельной поверхностью 280 м²/кг. В последующем замерялись линейные размеры образцов с помощью электронного штангенциркуля по изменению линейных размеров по реперам согласно ГОСТ 166-89, также определяли предел прочности при сжатии в возрасте 7 и 28 суток. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты определения физико-механических показателей образцов на основе безусадочного цемента

№	Расширяющая добавка, %			Линейное расширение, %		Прочность на сжатие, МПа	
	Вяжущее вещество	Горный песок, %	Гипсовое вяжущее вещество, %	7 сут.	28 сут.	7 сут.	28 сут.
1	85	10,0	5,0	0,051	0,053	14	28
2	85	7,5	7,5	0,046	0,058	16	30
3	85	5,0	10,0	0,211	0,287	15	29

Выводы. Первичные исследования показывают, что в начальные сроки твердения АД в виде горного песка Кильдямского месторождения обеспечивает стабильную структуру затвердевшего цементного камня, что отражается на показателях прочности. При этом выявлено оптимальное соотношение в РД оставляющих компонентов горный песок : гипс = 1 : 1.

В связи с тем, что горный песок является более доступным сырьем, результаты исследований могут быть использованы не только при производстве бетонных смесей для ремонтно-монтажных работах, но и при строительстве капитальных сооружений монолитным способом, мостовых сооружений и т.д., где необходимо обеспечить монолитность конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классификация цемента. URL: <http://mirznani.com/a/216837/klassifikatsiya-tsementa> (дата обращения: 04.04.2017)
2. Безусадочный цемент. URL: http://guard.atex-russia.ru/materialy/cement/bezusadochnyj_cement (дата обращения: 25.03.2017).
3. Отчет ГУП ЯкутПНИИС «Провести поисковые научно-исследовательские работы по проблеме производства цементов нового поколения (ВКВ, ТМЦ, НЦ) на основе местных материалов ЯССР», 1991.
4. Куликов, В.А. Использование горелых пород в производстве кирпича полусухого прессования / Башкирский химический журнал. 2010. Том 17. № 4. С. 82-84.
5. Каймонов В.В., Егорова А.Д., Попова М.Н. Поведение бетонов на основе портландцемента с добавкой горелых пород Якутии в агрессивных средах. / Вестник ВГАСУ. Строительство и архитектура. – Изд-во: ВГАСУ (Волгоград). – 2014. – №37. – С.73-78.
6. Бунин Б.И. Исследования строительных материалов ЯАССР. Горелые породы Кильдямского месторождения как сырье для производства строительных материалов. Якутск: Книжное издание – 1961.
7. Растворные смеси на основе расширяющихся цементов, твердеющих в условиях вечной мерзлоты. /А.Д. Егорова, В.В. Народов, А.Е. Местников // Изв. вузов. Строительство. – 2008. – № 8. – С.28-31.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНЫХ БОРТОВ
ПЛИТЫ БАЛЛАСТНОГО КОРЫТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ**

С. В. Ефимов

Научный руководитель: профессор, д.т.н. С.А. Бокарев
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, 630049
E-mail: esv@sgups.net

**THE EXPERIMENTAL GROUNDING OF THE METHOD CALCULATION OF LONGITUDINAL
BOARDS OF PLATE BALLAST TROUGH REINFORCED CONCRETE SUPERSTRUCTURES**

S. V. Efimov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.A. Bokarev
Siberian state university of railway engineering, Russia, Novosibirsk, D. Kovalchuk str., 191, 630049
E-mail: esv@sgups.net

***Abstract:** This paper presents the results of laboratory tests the longitudinal boards of plate ballast trough on the action of the vertical load. The comparison of the experimental data with the calculated for the current method, the proposed VNIIZhT. The conclusion about the need to correct the calculation method of the longitudinal board.*

Введение. На сегодняшний день на сети железных дорог ОАО «РЖД» эксплуатируют более сорока трех тысяч железобетонных пролетных строений с ездой на балласте. Эти пролетные строения запроектированы по разным нормам и под различные нагрузки - начиная с конца XIX века и по настоящее время [1-3]. Возможность пропуска по ним временной подвижной нагрузки осуществляют в соответствии с требованиями Руководства по определению грузоподъемности железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов [4]. Однако в нем отсутствует расчет по прочности продольного борта плиты балластного корыта, хотя, как показала практика эксплуатации, неоднократно происходило их обрушение. При проектировании размеры и армирование бортов всегда назначали из конструктивных соображений. В 70-х годах прошлого века ВНИИЖТом была предложена методика расчета продольного борта [5], в которой для определения давления балласта на продольный борт использованы методы механики грунтов сплошной среды. Нам не удалось найти экспериментального подтверждения того, что методика ВНИИЖТа отражает фактическую работу продольного борта с допустимой погрешностью.

Цель исследований - уточнение методики расчета продольных бортов балластного корыта, в том числе с наращенной частью, на основе экспериментальных данных. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выбор конструкции опытных образцов;
- разработка программы испытаний;
- сравнение экспериментальных данных с результатами, полученными по методике ВНИИЖТа;
- корректировка и обоснование методики расчета продольного борта.

Экспериментальная часть. В 2015 году в лаборатории «Мосты» СГУПС были проведены лабораторные испытания железобетонных образцов, выполненных в натуральную величину. Опытные образцы изготовили по арматурным и опалубочным чертежам наиболее распространенных типовых и типичных проектов железобетонных пролетных строений, эксплуатируемых на сети железных дорог ОАО «РЖД» [3, 6]. Железобетонные образцы представляли собой фрагмент плиты балластного корыта полной шириной 4,18 м и длиной 1,75 м с продольными бортами различной конфигураций с каждой стороны. Опытные образцы были разделены на четыре группы (1, 2, 3.1, 3.2) и соответствовали разным типовым проектам. Каждая группа образцов имела размеры и армирование, взятые из соответствующего типового проекта [3, 6]. На рисунке 1 приведены поперечные сечения опытных образцов.

Варьируемыми параметрами при исследовании были: конструкция продольного борта балластного корыта и его наращенной части, высота наращенной части продольного борта, толщина балластного слоя и эксцентриситет пути. Образец устанавливали под силовой стенд, расположенный в здании Научно-инженерного дорожного центра СГУПС. Фотография образца под силовым стендом и нагружающего устройства приведена на рисунке 1. Для передачи нагрузки от силового цилиндра на образец использовали систему траверс, состоящую из двутавров и опирающуюся на рельсы через изготовленные по индивидуальному заказу опорные части. Согласно СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», величина временной вертикальной нагрузки отдаленной перспективы С14 равна 35 тс на ось. С учетом динамической составляющей, максимальное значение прикладываемой на образец статической нагрузки составило 50 тс. В статье [6] приведено более детальное описание процесса проведения эксперимента.

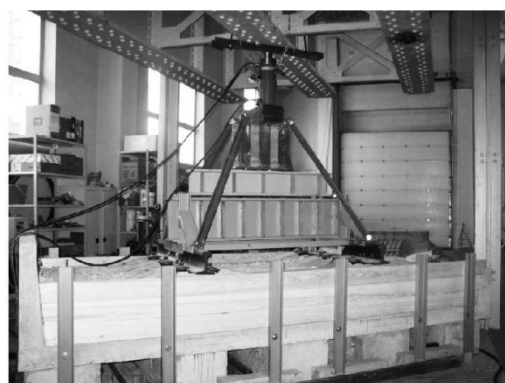
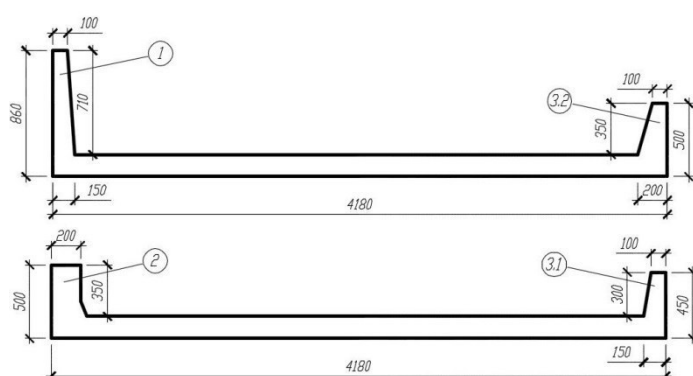


Рис. 1. Поперечные сечения опытных образцов и фотография образца под силовым стендом

Нагружение образцов осуществляли при толщине слоя балласта под шпалой равной от 25 до 75 см с шагом 10 см. При каждой толщине балласта сдвигали рельсошпальную решетку, таким образом, чтобы расстояние от торца шпалы до борта изменялось от 40 до 80 см также с шагом 10 см.

Результаты. Экспериментальные данные представлены в виде графиков. На рисунке 2 приведены графики, отражающие зависимость экспериментальных и расчетных изгибающих моментов в корневом сечении бортов от толщины слоя балласта под шпалой.

Из графиков видно, что фактические изгибающие моменты в корневом сечении продольных бортов имеют хорошую сходимость при толщине балласта под шпалой 25-35 см и меньше расчетных (коричневый график) в 2-6 раз при толщине 45-75 см. Методика расчета продольного борта ВНИИЖТа, основанная на допущениях механики грунтов сплошной среды [5], не совсем корректно отражает

передачу нагрузки на продольный борт через балласт и не рекомендуется к использованию для его расчета без существенной корректировки. Мы предлагаем использовать принципы механики зернистых сред [7]. На рис.2 также представлен расчетный график зависимости момента от толщины слоя балласта под шпалой полученный по формулам механики зернистых сред (синим цветом) [7]. Следовательно, можно сделать вывод, что методика расчета продольного борта, основанная на механике зернистых сред, имеет хорошую сходимость с экспериментом и более корректно отражает передачу нагрузки через балласт на борт по сравнению с методикой, основанной на механике сплошной среды.

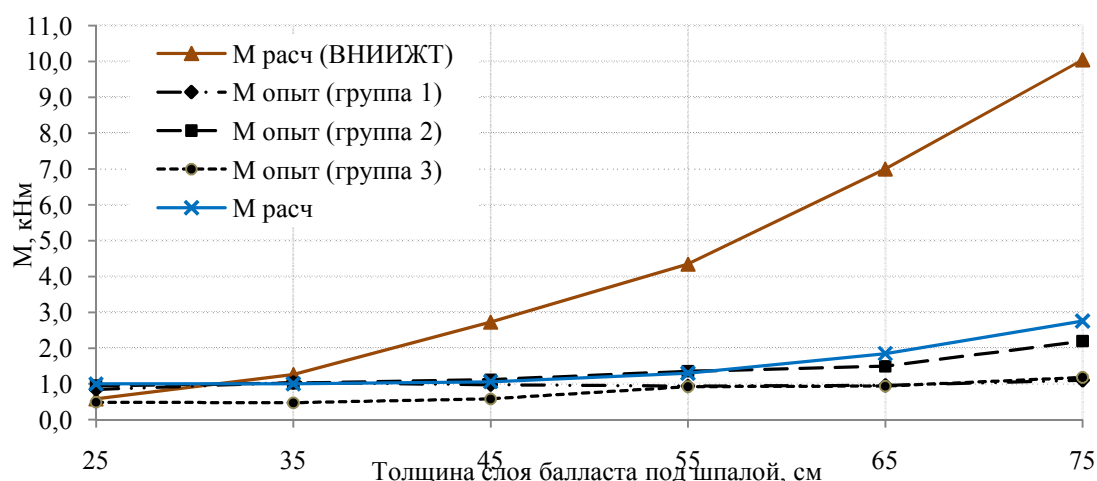


Рис. 2. Графики зависимости изгибающего момента в корневом сечении бортов от толщины балласта под шпалой при расстоянии от торца шпалы до борта равном 60 см

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокарев С.А., Прибытков С.С., Яшнов А.Н. Содержание искусственных сооружений с использованием информационных технологий. – М.: УМЦ, 2008. – 195 с.
2. Власов Г.М. Железобетонные мосты. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2013. – 278 с.
3. Бокарев, С.А., Ефимов, С.В. О нормировании высоты продольного борта железобетонных пролетных строений с ездой на балласте // Вестник СГУПС.- 2016. -№2. С. 10-19.
4. Руководство по определению грузоподъемности железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов. - М.: Транспорт, 1989.
5. Содержание и реконструкция мостов. Под редакцией В.О. Осипова. – М.: Транспорт, 1986. – 327 с.
6. Бокарев, С.А., Ефимов, С.В., Служаев А.И. Лабораторные исследования продольного борта плиты балластного корыта железобетонных пролетных строений с ездой на балласте // Научные труды Общества железобетонщиков Сибири и Урала. – Новосибирск, 2016. – С. 26-32.
7. Кандауров И.И. Механика зернистых сред и её применение в строительстве. – Л., Стройиздат, Ленингр. отделение, 1966. – 320 с.

АНГОБЫ ИЗ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЯКУТИИ

Э.М. Сутакова, А.А. Ли-Фу, О.А. Бурнашева

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Е. Местников

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,

Россия, г. Якутск, ул. Белинского, 58, 677000

E-mail: em.sut@mail.ru

ENGObES FROM YAKUTIAN CLAY RAW MATERIAL

E.M. Sutakova, A.A. Li-Fu, O.A. Burnashova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.E. Mestnikov

North-Eastern Federal University, Russia, Yakutsk, Belinsky str., 58, 677000

E-mail: em.sut@mail.ru

Abstract. The article lists compositions of engobe coatings for decorative facing tiles production using clay raw material from different deposits. It seems that ancient technologies of the ceramics making were based on application of the different clay raw materials and its compositions. In this article there are studies of chemical and mineral composition of used clays. The optimal compositions of engobes were determined for obtaining of required color scale of decorative coatings and painting with single-stage firing of ceramic products.

Введение. Создание и изучение простейших ангоб на основе различного глинистого сырья является одной из важнейших задач возрождения древних технологий декоративной керамики и их совершенствования на современном уровне. В древности на территории современной Якутии на достаточно хорошем технологическом уровне были развиты кузнечное и гончарное ремесла [1]. В кузнечном деле были отдельные мастера, которые заставляли металл звучать красиво и мелодично, что было воплощено в «хомусе» - национальном музыкальном инструменте, широко известном в мире [2]. Местным гончарам, конечно, далеко было до мастеров древнегреческой чернолаковой керамики [3], но они не просто изготавливали посуду, а также умели их расписывать доступными средствами и материалами. Возрождение древней технологии изготовления керамики из местного сырья может быть воплощено в производстве керамических плиток с декоративным покрытием и эксклюзивной росписью, особо востребованных для внутренней облицовки стен и каминов [4-6].

В современных технологиях производства декоративных облицовочных плит методом одностадийного обжига применяются многокомпонентные составы ангобов с дорогостоящими импортными добавками, например, фритта FO-7 (Испания), полевой шпат MAN/19 (Турция) [7]. В малых производствах, на наш взгляд, вполне можно подобрать составы ангоба, даже с особой белизной, на основе местного глинистого сырья.

Материалы и методы исследования. Для изготовления керамической плитки использовали глинистое сырье Намцырского месторождения. Минералогический состав глин исследовали в Институте горного дела севера СО РАН на дифрактометре D8 Discover с системой GADDS (GeneralAreaDetectorDiffractionSystem). Рентгенометрическая диагностика минеральных кристаллических фаз проведена с использованием базы дифракционных данных ICDD PDF-2

программы идентификации, поставленные с прибором и поисковой системы CrystallographicaSearch-Match (OxfordCryosystems). Глинистое сырье имеет сложный полиминеральный состав, обнаружены минералы подгруппы кварца (кварц 56,5%), калий-натриевых полевых шпатов (альбит – 11,5%, ортоклаз – 12,6%), каолинит (4%), а также обнаружены гидрослюдастые минералы – 4,9%. Исследуемый образец по тугоплавкости относится к легкоплавким глинам полиминерального состава, по содержанию Al_2O_3 относится к полуокислым глинам, в зависимости от содержания красящих оксидов относится к группе среднего содержания Fe_2O_3 и TiO_2 , и характеризуется средним содержанием водорастворимых солей. Установлено, что глинистое сырье Намцырского месторождения по всем основным параметрам удовлетворяет требованиям технологического регламента для изготовления керамических изделий [8].

В качестве ангобов использовали композиции из глин кангаласского, кемпендйского, санниковского месторождений.

Основные результаты. Химический анализ содержания оксидов проводили методом силикатного анализа на базе Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН.

Таблица 1

Химический состав сырьевых компонентов, мас. %

Компонент	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
Кангаласская глина	0,33	0,49	34,38	60,28	0,07	0,78	0,69	0,95	1,49
Кемпендйская глина	2,77	14,41	11,22	42,62	0,19	4,31	16,69	5,68	0,83
Намцырская глина	0,95	0,55	22,38	63,57	0,04	2,49	0,54	1,71	0,81
Санниковская глина	2,11	2,14	14,23	61,44	0,13	2,63	4,28	14,39	0,73

Высушенную и измельченную глину просеяли через сито размером 0,06 мм, смешали в разных соотношениях друг с другом, затем добавляли воду для получения устойчивой суспензии. Составы подготовлены путем перемешивания различных глин в зависимости от цветовой гаммы после спекания.

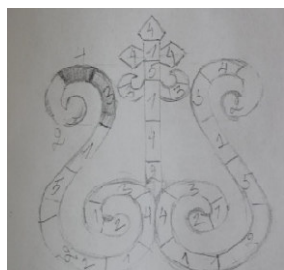
Таблица 2

Шихтовые составы ангобов, мас. %

№	Основной компонент	Красящий компонент	Цветовая гамма после обжига
1	100% кангаласская глина	0	Белый матовый
3	80% кангаласская глина	20% санниковская глина	Темно-персиковый
5	50% кангаласская глина	50% санниковская глина	Оранжево-персиковый
6	50% кангаласская глина	50% кемпендйская глина	Оранжево-розовый
9	80% кангаласская глина	20% кемпендйская глина	Желтовато-коричневый

Основным компонентом послужила кангаласская глина, т.к. при обжиге приобретает белый цвет за счет низкого содержания красящих оксидов. Кемпендйская и санниковская глины послужили в качестве пигмента из-за достаточно высокого содержания красящих оксидов. Полученные ангобные смеси нанесли на керамическую плитку, изготовленную из глины намцырского месторождения. Для начала нарисовали эскиз, затем нанесли ангобные смеси на заранее подготовленную плитку (рис. 1).

Плитку предварительно высушили при комнатной температуре в течение суток. Обжиг проводили за один раз при изотермической выдержке 960°C в течение 6 часов.



Эскиз



Плитка с ангобной краской до обжига



Плитка с ангобной краской после обжига

Рис. 1. Керамическая плитка с ангобной росписью

Заключение. Таким образом, нами проведены предварительные поисковые исследования по изучению составов простейших ангобов на основе различных композиций глинистого сырья с целью возрождения древней технологии создания декоративных покрытий и росписи для керамических изделий. В дальнейшем, исследования будут продолжены в направлении оптимизации составов простейших ангобов и глазури для создания декоративных слоев керамических изделий на основе природного минерального сырья, прогнозирования их декоративных качеств, технических и эксплуатационных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серошевский В.Л. Якуты: опыт этнографического исследования. 2-е изд. – М., 1993. – 736 с.
2. Якутский хомус – лучший варган мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://республика-саха-якутия.рф/stati/jakutija/jakutskii-homus-luchshii-vargan-mira.html>. – 25.02.17.
3. Буров Ю.М. Секрет работы древних мастеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=84e9213e-694a-4fe3-8d51-0fca7f17c949>. – 25.02.17.
4. Romagnoli, M., 2005. Optimizing stain resistance in tile. American Ceramic Society Bulletin, 4: p. 9301-9304.
5. N. D. Yatsenko, É. O. Ratkova. Engobes for ceramic brick. Glass and Ceramics, 2009, №3. pp 93-94.
6. Ю.В. Харибына, О. Я. Питак, И. В. Питак. Разработка составов декоративных покрытий для лицевых керамических изделий // Восточно-европейский журнал передовых технологий. –2013. –№ 6. –С. 56-58.
7. Плешко М.В. Разработка новых составов ангобного и глазурного покрытия для керамической облицовочной плитки // Инженерный вестник Дона. № 1 (2015) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/2760>. – 25.02.17.
8. Захаров А. И. Основы технологии керамики: Учебное пособие / РХТУ им. Д. И. Менделеева; – М., 2001. – 79 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ЯЧЕСТОГО БЕТОНА

В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: доцент к.т.н А.Б.Стешенко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

THE STUDY OF CELLULAR CONCRETE POROSITY

V.V. Konusheva, O.O. Syrkin, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: ., A/Prof. A.B. Steshenko

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The unique thermal properties of cellular concrete based materials is related to their porosity. The process of predetermined foam concrete structure formation is considered to be a crucial issue from the point of process control and it is currently understudied thus defining the need for additional research. One of the effective ways of structure formation control in naturally hardening foam concrete is reinforcement with dispersed fibers or introduction of plasticizers.*

Значительную часть себестоимости объектов строительства составляют материалы. Для снижения стоимости жилья при малоэтажном строительстве и повышения качества и комфортности зданий необходимо использовать эффективные ресурсосберегающие и экологически чистые строительные материалы. Уникальность теплотехнических свойств ячеистых материалов связана с их пористостью.

Ячеистый бетон - это искусственный пористый строительный материал с равномерно распределенной мелкопористой ячеистой структурой, получаемый в результате поризации и гидратационного твердения, тщательно перемешанной растворной смеси.

Характерной особенностью ячеистого бетона является его пористая структура, представленная различными видами пор и в первую очередь ячеистыми.

Ячеистые поры – это пузырьки полученный путем вовлеченного или заземленного воздуха при формировании изделий. Ячеистая пористость характеризует собой долю воздуха в объеме бетонной матрицы. Ячеистые поры обычно имеют правильную геометрическую форму и характеризуются величиной их диаметра. Большая часть ячеистых и капиллярных пор в межпоровых перегородках не имеющая, выхода на поверхность изделий, характеризует закрытую пористость затвердевшего бетона[1].

Согласно классификации проф. К.Э. Горайнова и С.К. Горайновой [2] поры разделяют по размерам: ячеистые – 10^{-4} - 0,2 см, капиллярные - 10^{-5} - 10^{-4} см, гелевые - менее 10^{-6} см.

В соответствии с этим газовая пористость ячеистого бетона складывается из суммы объемов этих пор:

$$П_{пор} = П_{яч} + П_{кан} + П_{гел} , \quad (1)$$

Газовая пористость – это доленая часть объема ячеистого бетона, занимаемая воздушными порами различных видов и выражается в долях или в процентах по отношению к общему объему материала, которая характеризует пористость ячеистого бетона.

В таблице 1 представлены данные по пористости ячеистого бетона не зависимо от ее способа создания [3].

Таблица 1

Характеристика пористости ячеистого бетона

Средняя плотность ячеистого бетона, кг/м ³	Общий объем пористости P _{общ} , %	Объем твердой фазы, V _т , %	Ячеистые поры, P _я		Капиллярные поры, P _{кап}		Гелевые поры, P _г	
			размер, м	объем, %	размер, м	объем, %	размер, м	объем, %
200	92	8	10 ⁻⁶ - 0,25·10 ⁻²	83	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	7,5	<10 ⁻⁸	1,5
300	88	12	10 ⁻⁶ - 0,2·10 ⁻²	76	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	9	<10 ⁻⁸	3
400	84	16	10 ⁻⁶ - 0,15·10 ⁻²	70	10 ⁻⁷ - 10 ⁻⁶	10,5	<10 ⁻⁸	3,5

Капиллярная пористость ячеистого бетона зависит от исходного значения В/Т отношения бетонной смеси и может изменяться в процессе последующей гидратации цемента. Величина гелевой пористости в бетоне зависит от количества цемента и степени его гидратации. При одинаковой величине общей пористости, но при различном соотношении ее видов ячеистый бетон имеет различные физико-механические свойства.

В литературных источниках отсутствуют сведения о детальном изучении зависимости размеров диаметров пор и их взаимосвязи с физико-техническими свойствами. Распределение ячеистых пор по размерам описывают их количественным соотношением. Оценку о распределении пор по размерам в технологии пенобетонов дают по двум параметрам:

- среднему диаметру пор ($D_{пор}$)
- среднеквадратическому отклонению от среднего значения диаметра пор ($\sigma\{D_{пор}\}$).

Последний показатель характеризует полидисперсность пор, т.е., количественное распределение их по размерам. Анализ этих показателей ячеистых макроструктур бетонов показывает, что чем ниже средняя плотность бетона, тем больше полидисперсное распределение пор в нем по размерам, что и снижает физико-технические свойства пенобетона.

Прочностные свойства ячеистых бетонов связаны не только с характеристиками межпорового материала, но и с геометрическими параметрами межпоровых перегородок, их конфигурацией, толщиной, поверхностью внутренних стенок ячеек.

Проблема управления процессами получения ячеистого бетона естественного твердения с заданной структурой очень актуальна и до сих пор в полном объеме не решена.

Для обеспечения требуемых параметров эксплуатационных свойств необходимо обеспечить оптимальную ячеистую структуру. «Оптимальной следует считать ячеистую структуру с равномерно распределенными порами, в виде полидисперсных по размеру, замкнутых, деформированных в правильные многогранники с глянцевой поверхностью припорового слоя, разделенных тонкими плотными, одинаковыми по сечению межпоровыми перегородками» Для получения такой оптимальной ячеистой структуры необходимо оптимизировать однородность распределения пористости в объеме материала.

Эффективным способом управления структурообразованием пенобетонов естественного твердения может быть дисперсное армирование бетонов волокнами с введением пластифицирующих добавок [4].

В настоящее время в технологиях производства бетона используется множество видов микроармирующих волокон: стальные, полипропиленовые, полиуретановые, базальтовые, стекловолоконные, асбестовые, хлопковые и другие. Каждый вид микроармирующих добавок имеет свои особенности, достоинства и недостатки, отличается своей структурой, длиной и толщиной волокна.

По результатам исследований [5] для повышения качества пенобетона наибольшей эффективностью обладают следующие микроармирующие волокна: полипропиленовая фибра, базальтовое волокно и хризотил-асбестовое волокно. Добавление микроармирующих волокон и пластифицирующих добавок способствует дополнительному воздухововлечению, за счет чего образуются замкнутые мелкодисперсные поры.

Минеральные волокна, обладая рыхлой веретенообразной структурой, взаимодействуют с цементной системой, вызывая в зоне контакта рост новообразований, что упрочняет структуру матрицы за счет сцепления. Установлено, что введение исследуемых добавок повышает площадь контактов цементной матрицы и ее плотность. По результатам электронно-микроскопических исследований установлено, что основным отличительным признаком образцов пенобетона с добавками является более однородная структура, поры равномерно заполняют все пространство. Наличие неукрепленных пор пенобетона с перфорированными стенками приводит к уменьшению прочностных и увеличению усадочных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартыненко, В.А. Влияние характеристик межпоровой перегородки на физико-технические свойства ячеистого бетона // Строительные материалы и изделия. – 2003. – №4. – С. 35-37.
2. Горяйнов К.Э., Горяйнова С.К. Технология теплоизоляционных материалов и изделий. – М.: Стройиздат, 1982. – 326 с.
3. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов - М.: Стройиздат, 1980. –399 с.
4. Моргун, Л.В. К вопросу о закономерностях формирования структуры бетонов при дисперсном армировании их волокнами // Известия ВУЗов. Строительство. – 2003. – №8. – С.58-62.
5. Steshenko A.B., Kudyaikov A.I. and Konusheva V.V. Physico-chemical studies of hardened cement paste structure with micro-reinforcing fibers // AIP Conference Proceedings. – 2016. –1698. – 070017. – doi: 10.1063/1.4937887

БЕТОНЫ С МИНИМАЛЬНОЙ МЕЖЗЕРНОВОЙ ПУСТОТНОСТЬЮ НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ

А.В. Анашкина, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: к.т.н. Г.Г. Петров

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: vladimirovna@tambo.ru

CONCRETE WITH MINIMAL INTERGRANULAR HOLLOW CORE BASED ON LOCAL RAW MATERIALS

A.V. Anashkina, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: A/Prof., PhD G.G. Petrov

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

E-mail: vladimirovna@tambo.ru

***Abstract.** Due to the growth of housing construction in the Khanty-Mansi autonomous district, the region is interested to use local raw materials. The raw material base of district has significant reserves of non-metallic minerals. The goal was to obtain concretes of the high grade based on local raw materials of Yurubeno-Thomskogo field. The test results show that the use of gravel fraction of 10-20 mm as compared to 5-20 mm leads to reduce the consumption of cement to 5% and to increase the strength of concrete by 8%.*

Монолитный бетон является основой современного строительства. Широкое распространение монолитного бетона обусловлено рядом положительных особенностей этого материала. Монолитные бетонные смеси легко формируются, что позволяет изготавливать из бетона конструкции практически любой формы и конфигурации (балки, ригеля, диафрагмы, колонны и т.д.). Положительной особенностью этого материала также является изменение свойств бетона за счет регулирования прочности водоцементным отношением и управлением зерновым составом материала [1]. Повышаются требования к продукции. Все большее внимание уделяется получению бетонов класса В25 и выше с использованием местного сырья.

В связи с ростом жилищного строительства на территории Ханты-Мансийского автономного округа, этот регион более чем заинтересован в использовании местного сырья. Так как для реализации строительных программ в автономный округ ежегодно приходится ввозить из других регионов Российской Федерации до 80% строительного песка, что ориентировочно составляет 1,5-2,5 млн.м³. Эту потребность можно закрыть путем использования местного песка. Сырьевая база округа располагает значительными запасами нерудных полезных ископаемых. Одной из таких баз и является Юрубено-Тхомское месторождение [2].

В связи с тем, что строительный рынок в настоящее время требует использования высококачественных бетонов с маркой по прочности В25 и выше, целью данной работы является получение бетонов выше указанных классов на местном сырье Юрубено-Тхомского месторождения.

Для получения заданной прочности бетона, необходимой подвижности бетонной смеси в

соответствии с выбранной технологией изготовления конструкции или изделия и обеспечения экономичности бетона (как правило при минимальном для данных условий расходе цемента) производят проектирование составов бетона, в результате которого определяют такое соотношение между исходными материалами, при котором будут удовлетворены заданные требования к бетону и бетонной смеси. Для достижения поставленной цели подбор составов бетона осуществлялся по методу наименьшей межзерновой пустотности с использованием крупного заполнителя с узкой фракцией 5-20 и 10-20 [3]. Слитность и связность структуры бетонов достигается путем подбора оптимального гранулометрического состава крупного и мелкого заполнителей с учетом полного заполнения межзерновых пустот мелкого и крупного заполнителей цементным тестом.

При приготовлении бетонных смесей в качестве вяжущего применялся портландцемент ОАО «Искитимцемент» (ГОСТ 10178-85), в качестве мелкого заполнителя песок Юрубено-Тхомского месторождения (ГОСТ 8736-2014), в качестве крупного заполнителя использовался щебень из гравия фр. 10-20мм и 5-20мм ОАО «Томская судоходная компания» (ГОСТ 8267-93), для затворения бетонной смеси использовалась вода из городской водопроводной сети, удовлетворяющая требованиям ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия». Составы бетонных смесей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы бетонов с использованием местного сырья Юрубено-Тхомского месторождения

№ состава	Класс бетона планируемый	Расход составляющих кг/м ³						Средняя плотность кг/м ³	Подвижность, см
		КЗ	П	Ц	В	Д	В/Ц		
1	B15	280	590	260	165		0,63	2300	10.5
2	B20	300	560	310	165		0,53	2335	10.5
3	B20	300	560	310	165		0,53	2335	10.5
4	B22.5	310	540	340	170		0,5	2360	11.0
5 фр. (10-20мм)	B25	320	540	370	166		0,45	2370	10.0
6 фр. (5-20мм)	B25	300	490	390	180		0,46	2360	10.0
7*	B25	330	510	370	150	3,9	0,41	2360	12.0

Примечание * - состав с использованием пластификатора.

На рис. 1 приведены результаты испытания бетонов на прочность при сжатии, разработанных и рекомендуемых к внедрению в возрасте 28 суток.

Результаты испытаний показывают, что применение фракции щебня 10-20 мм по сравнению с 5-20 мм позволяет уменьшить расход цемента на 5% и увеличить прочность бетона на 8%. Окончательный вариант выбора крупного заполнителя должен быть обоснован экономическими расчетами. Введение пластифицирующей добавки уменьшает водопотребность смеси на 9% и увеличивает прочность бетона до В 27,5.

Проектирование составов тяжелого бетона по принципу минимальной межзерновой пустотности позволяет получать бетоны в широкой номенклатуре марок по прочности от 200 до 350 без перерасхода цемента и применения модифицирующих добавок [4,5]. Использование комплексов модифицирующих добавок позволит расширить номенклатуру бетонов.

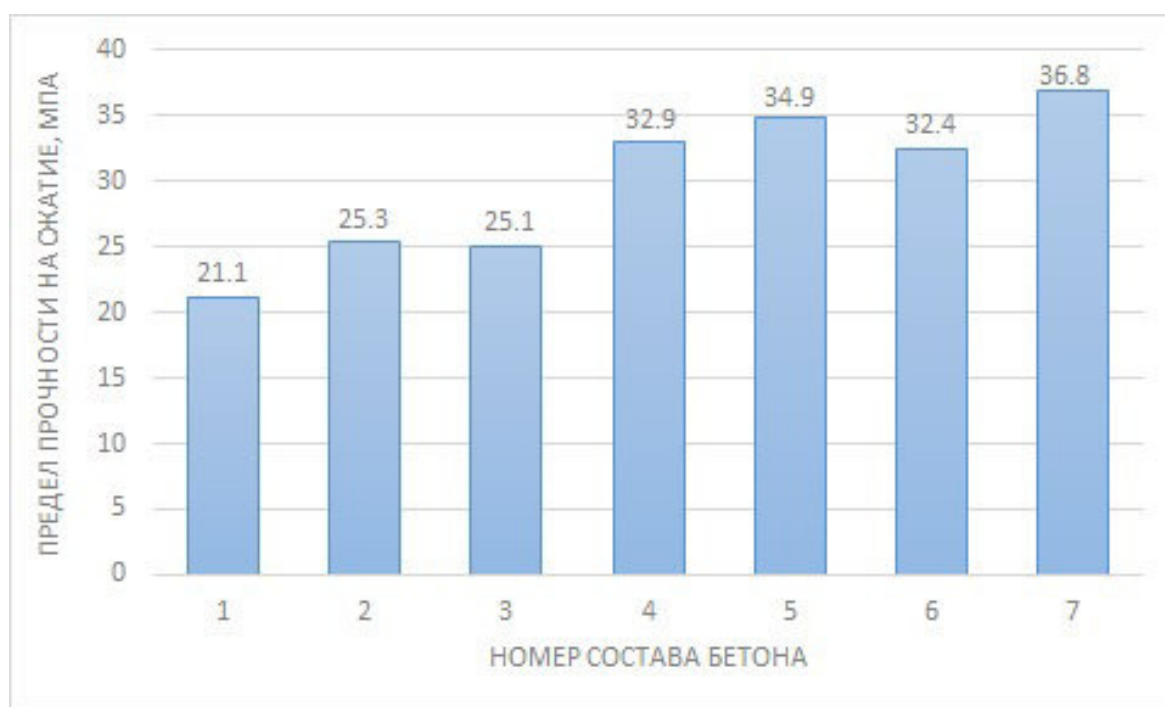


Рис. 1. Диаграмма испытания бетонов на прочность при сжатии в 28-суточном возрасте

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудяков А.И., Петров Г.Г., Петров А.Г. Исследование однородности крупного заполнителя // Международный сборник научных трудов «Прогрессивные материалы и технологии в современном строительстве». – Новосибирск, 2008. – С. 75-77.
2. Брадучан Ю.В. Региональные стратиграфические подразделения мезозоя Западной Сибири // Основные проблемы геологии Западной Сибири. Труды ЗапСибНИГНИ. – 1985. – Вып.200. – С. 11-21.
3. Белов В.В., Смирнов М.А., Образцов И.В. Метод определения оптимального зернового состава заполнителя тяжелого бетона // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2012. – № 20. – С. 72-76
4. Белов В.В. Метод определения оптимального зернового состава заполнителя тяжелого бетона // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2012. – № 20. – С. 72-76.
5. Петров А.Г., Кудяков А.И. Влияние зернового состава заполнителей на свойства тяжелого цементного бетона с активированной водой затворения // Сборник научных трудов IX Международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск, 2012. – С. 764-766.

СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ФИБРОПЕНОБЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЯЖУЩИХ

В.И. Федоров, В.Н. Унаров

Научный руководитель: профессор, д.т.н., А.Е. Местников

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова,

Россия, г. Якутск, ул. Белинского, 58, 89644186269

E-mail: Elley-90@mail.ru

WALL MATERIALS FROM FIBER REINFORCED FOAM CONCRETE ON DIFFERENT BINDERS

V.I. Fedorov, V.N. Unarov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.E. Mestnikov

North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov,

Russia, Yakutsk, Belinscogo str. 58, 89644186269

E-mail: Elley-90@mail.ru

Abstract. *The article discusses the comparison of physical and mechanical properties fiber reinforced foam concrete (the FRFC) using the secondary cellulosic fibers (the SCF). The basis of the article is the results of research of technical properties of the foam with the addition of the SCF and FRFC based on various binders. The results of the experimental data give an idea of the maximum FRFC properties. Experiments were carried out using standard tools and measurement methods, as well as a complex of modern physical and chemical methods of analysis. As a result of the analysis of physical and mechanical properties FRFC, set the optimum content of the SCF with respect to the binder mass. It revealed a causal relationship between the content of the SCF and compressive strength FRFC.*

Введение. В связи с интенсивным увеличением строительства жилых и общественных зданий в Республике Саха (Якутия), возникает необходимость в наличии конкурентоспособного конструкционно-теплоизоляционного стенового материала, способного выдерживать суровые климатические условия Крайнего Севера. В первую очередь, материал должен обладать достаточной прочностью при пониженных плотностях, малым коэффициентом теплопроводности, высокими показателями морозостойкости и звукоизоляции. Одним из немногочисленных материалов, отвечающих высоким требованиям мировых стандартов, является фибропенобетон [1].

Исходя из жестких требований к технологии изготовления фибропенобетона, и особенностей эксплуатации изделий на их основе, фибра должна удовлетворять следующим требованиям: предельная деформативность фибры должна быть выше предельной деформативности бетона; соотношение модулей упругости фибры и бетонной матрицы должно быть больше 1; предел прочности фибры на растяжение должна превышать этот же параметр цементной матрицы; быть химически стойкой в щелочной среде твердеющего цемента [2, 3]. По соотношению «цена/качество», вышерассмотренным требованиям наиболее соответствует вторичная целлюлозная фибра (ВЦФ), извлекаемая из отходов макулатуры [1,4].

Нами изучены фибропенобетоны на основе цемента, гипса и магнезиального вяжущего с использованием ВЦФ. Наряду с этим, исследовано влияние ВЦФ на устойчивость технической пены.

Материалы и методы исследования. Образцы фибропенобетона изготовлены по «классическому» способу. Лабораторные испытания образцов выполнены на поверенных приборах испытательного центра «Якутск-Эксперт». Исследование структуры, определение качественных и количественных показателей фибропенобетона проведены на базе инновационно-технологического центра «Энергоэффективные строительные материалы».

Основные результаты. Экспериментальными исследованиями установлено положительное влияние ВЦФ на устойчивость технической пены. В исследовании использована пена со средней плотностью 75 кг/м^3 . В качестве порообразующей добавки использован пенообразователь итальянского производства FOAMCEM. На рис. 1 показана изменение устойчивости пены от концентрации пенообразователя. Мерой устойчивости пены принят промежуток времени, при котором выделяется 50% водного раствора порообразователя [2]. Повышенная устойчивость предположительно связано с частичным закупориванием канала Плато-Гиббса и снижения скорости истечения жидкости, благодаря трению с ВЦФ.

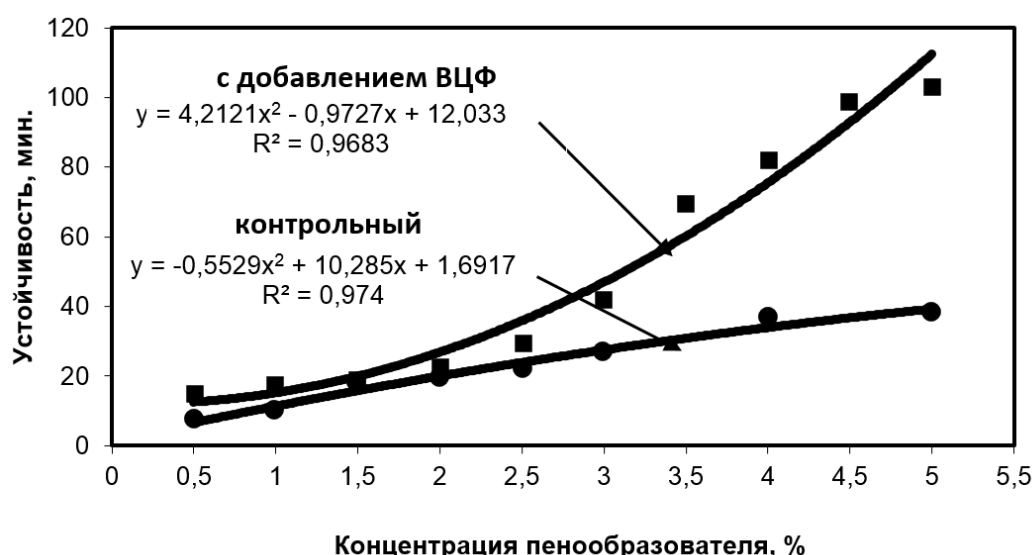


Рис. 1. Влияние содержания ВЦФ на устойчивость технической пены

В табл. 1 приведены физико-механические характеристики фибропенобетона с использованием ВЦФ на основе различных вяжущих. В результате исследований установлено оптимальное содержание ВЦФ для каждого вида фибропенобетона. Следует отметить, что использование ВЦФ позволяет повысить вязкость разрушения фибропенобетона в результате торможения процесса образования микротрещин [3]. Кроме этого, увеличение прочности на сжатие предположительно связано с более плотной упаковкой продуктов гидратации вяжущего в контактной зоне между ВЦФ и матрицей. Прежде всего, данный эффект объясняется образованием центров кристаллизации на поверхности ВЦФ и последующим осаждением продуктов гидратации [2].

Наиболее высокую прочность показали образцы на основе магнезиального вяжущего, далее на основе цемента, затем на основе гипсового вяжущего. Анализ прироста прочности относительно прочности контрольного образца фибропенобетона на различных вяжущих позволил сформировать

следующую гипотезу: вложенный потенциал прочностных характеристик фибры максимально используется при высокой плотности межпоровой перегородки. В противном случае, при низких плотностях межпоровой перегородки, сцепление между ВЦФ и матрицей снижается.

Таблица 1

Физико-механические характеристики образцов фибропенобетона с использованием ВЦФ

№ п/п	Название показателя	Единица измерения	Фибропенобетон на основе		
			гипсового вяжущего	цемента	магнезиального вяжущего
1	Средняя плотность	кг/м ³	624,29	631,08	607,35
2	Прочность при сжатии	МПа	1,37	1,83	6,41
3	Коэффициент конструктивного качества ¹	-	2,19	2,89	10,55
4	Прирост прочности относительно прочности контрольного образца	%	23	41	68
5	Коэффициент теплопроводности	Вт/(м×К)	0,127	0,135	0,142
6	Оптимальное содержание ВЦФ (от массы вяжущего)	%	0,2	0,30	1,00

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований, установлен положительный эффект использования ВЦФ в технологии фибропенобетона. По результатам физико-механических испытаний определено оптимальное содержание ВЦФ для фибропенобетонов на основе цемента, гипсового и магнезиального вяжущего. Введение ВЦФ позволяет увеличить прочность при сжатии 23-68%. Учитывая тот факт, что ВЦФ извлечены из обычной бумажной макулатуры, степень увеличения прочности можно считать достаточно высокой. Следовательно, фибропенобетоны с использованием ВЦФ позволяют получить конструкционно-теплоизоляционный стеновой материал плотностью D600 и прочностью B1-B5 на основе различных вяжущих (гипса, цемента, магнезиального вяжущего).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. - Ростов н/Д.: Феникс, 2006. - 264 с.
2. Перфилов В.А. Применение модифицирующих микроармирующих компонентов для повышения прочности ячеистых материалов / В.А. Перфилов, А.В. Аткина, О.А. Кусмарцева // Изв. вузов. Строительство. – 2010. – №9.
3. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: Монография. – М.: Издательство АСВ, 2004.
4. Федоров В.И. Дисперсно-армированный пенобетон с применением целлюлозных фибр: материалы Междунар. научно-техн. конф. в рамках Междунар. выставки «СТРОЙСИБ-2015», 3-6 февраля 2015 г. Новосибирск.: НГАСУ, 2015. С. 124-123.

¹Коэффициент конструктивного качества рассчитывается отношением прочности при сжатии на относительную плотность $K_{\text{кк}} = R_{\text{сж}}/d$, где $d = \rho_o/\rho_b$

ЛИГНОПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ

Е.Е. Ибе, к.т.н.

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Г.Н. Шибаева

Хакасский технический институт – филиал СФУ,

Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, 655017

E-mail: katerina.ibe@mail.ru

POLYMER-SILICATE MATERIALS WITH LIGNIN FOR FINISHING WORKS

E.E. Ibe, PhD of Tech.

Scientific Supervisor: Ass. prof., PhD of Tech. G.N. Shibaeva

Khakasia Technical Institute, Siberian Federal University, Russia, Abakan, Shchetinkina str., 27, 655017

E-mail: katerina.ibe@mail.ru

Abstract. *Among the many compositions of polymer-silicate compositions chosen for the study natrosilite glass, modified SBR latex filled with powder hydrolytic lignin. The proposed formulations for smoothing the surface of concrete. Marked with unique properties that gives the fine lignin polymer-silicate materials: increases the adhesion activity of the binder, increasing strength, improving hydrophysical properties, expanding the possibility of regulation of rheological, deformation, thermal, anti-corrosive properties.*

Введение. Среди строительных материалов особое место занимают составы для выравнивания поверхности бетона при подготовке их под окраску или наклейку отделочных покрытий. Это сложные композиции, включающие органические и минеральные связующие, наполнители, пластификаторы и специальные добавки. Наиболее эффективны композиции, в которых сочетаются минеральные и органические компоненты, как в вяжущей, так и в наполняющей частях состава [1-3].

В качестве органического наполнителя, способного регулировать свойства полимерсиликатов для отделочных работ, предложен гидролизный лигнин – многотоннажный отход химической переработки древесины. В Хакасии полигон с отходами лигнина занимает порядка 40 га площади с общими запасами 500 тыс. куб.м. Целью исследований является изучение зависимостей твердения и строительно-технических свойств лигнополимерсиликатных материалов для отделочных работ.

Экспериментальная часть. В состав исследуемой композиции входит два минеральных и два органических вещества, обладающих вяжущими свойствами. Минеральные – это известковое тесто и жидкое стекло, органические – раствор животного клея и бутадиенстирольный латекс. У каждого из этих веществ своя скорость твердения. Самая меньшая – у известкового раствора – 1,5-2 суток. Твердение жидкого стекла может происходить от нескольких часов до суток. Жидкое стекло твердеет на воздухе вследствие высыхания и выделения аморфного кремнезема под действием содержащегося в воздухе углекислого газа, образуется гель, уплотняющийся по мере удаления влаги из системы. Твердение клея также происходит путем образования геля из коллоидного раствора. Клей твердеет от нескольких часов до суток. Бутадиенстирольный латекс твердеет по схеме отсасывания влаги пористой поверхностью, в результате чего сближаются и слипаются глобулы полимера. Процесс происходит быстро – от 0,5 до 1,5

час., но назвать это твердением практически нельзя, т.к. образовавшиеся продукты обладают высокой эластичностью и служат, скорее для улучшения адгезионных свойств.

Кинетика твердения всех четырех совокупно взятых зависит от одного, наиболее активного компонента. Таковым является жидкое стекло, процесс твердения которого сравнительно легко управляем, а твердость и прочность конечного продукта выше, чем у остальных связующих.

Учитываются взаимодействия, возникающие при контакте связующих с наполнителями и влияние лигнина на кинетику твердения всей композиции. Лигнин во многом определяет взаимодействия в системе и может выступать как регулятор технологических, физико-механических и эксплуатационных свойств. Кислотный остаток в лигнине, действуя на известь, образует в результате реакции некоторое количество гипса, который служит ускорителем твердения. [4, 5]

Кинетику структурирования и твердения определяет преимущественно жидкостекольное вяжущее, регулируемое гидролизным лигнином и реакциями в щелочной среде извести. Кинетику набора прочности (рис. 1) определяли испытанием на сжатие образцов – кубиков $2 \times 2 \times 2$ см.

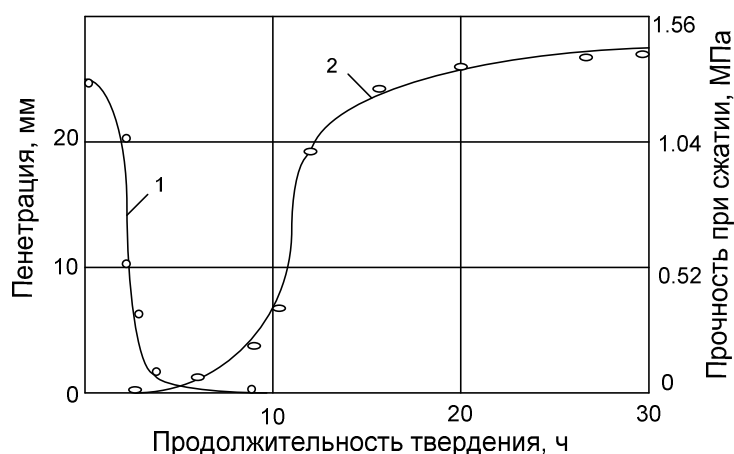


Рис. 1. Кинетика твердения (1) и набора прочности на сжатие (2) отделочной лигнополимерсиликатной композиции

Водопоглощение образцов оптимального состава при 12%-м содержании лигнина в раннем возрасте меньше, чем в 7-суточном, что объясняется неполным высыханием и незавершенностью всех реакций за 36 час. Более отчетливо разница проявляется после 30 суток вымачивания. Так, водопоглощение образцов с лигнином в 7-суточном возрасте 4,9% на 2% больше, чем в 36-часовом 2,9%. Те же показатели у состава без лигнина 7,6% и 2,6%. Разница 2% против 5% указывает на то, что поры лигнина закрыты продуктами реакции уже в 36-часовом возрасте, но влага еще не полностью удалена. Примерно такое же соотношение у образцов с 6%-м содержанием лигнина. У состава без лигнина высокие показатели 7-суточных образцов обусловлены тем, что они были более высушены.

Пониженная чувствительность образцов с лигнином к увеличению срока вымачивания свидетельствует о том, что процесс твердения связующего вблизи зерен лигнина ускорен и завершается не позже 1-1,5 суток, хотя в массе состава, где еще остается некоторое количество свободной влаги, процесс твердения продолжается. Затвердевшее связующее закупоривает поры лигнина водостойкой

оболочкой, поэтому длительное вымачивание не увеличивает существенно прирост влаги в материале, независимо от процентного содержания лигнина. [6, 7]

Если частицы пористого лигнина плотно покрываются оболочкой полимерсиликатного связующего, то материал обладает одновременно гидро- и теплоизоляционными свойствами. Такая особенность характерна для выравнивающего состава с лигнином – наполнителем. По этим свойствам разработанный состав существенно отличается от бетона и помимо своей основной функции – выравнивание поверхности может служить как защитное изоляционное покрытие.

Гранулометрический состав лигнина удовлетворяет требованиям для наполнителя и мелкого заполнителя древесных бетонов. В качестве мелкодисперсного наполнителя отделочных композиций может быть использовано не более 10% отвалного лигнина. Для выравнивающего состава подходит среднedisперсная фракция с размером частиц от 0,14 до 0,315 мм, составляющая 30% всей пробы.

Гидролизный лигнин загружается в барабанную сушилку и после нее фракционируется на ситовом сепараторе для отделения фракции 0,315-0,63 мм, которая составляет в среднем 30% всего обрабатываемого сырья. Композицию готовят, загружая в смеситель расчетное количество известкового теста – по рецептуре состава, заливают раствор клея и жидкое стекло: смеситель перемешивают в течение 4-6 мин. Затем вводят в смеситель дозированное количество фракционированного гидролизного лигнина, перемешивают состав и в последнюю очередь загружают мел и стабилизированный латекс. Всю массу дополнительно перемешивают до однородного состояния с общим временем не более 15-20 мин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушков В.А., Семочкин А.Ю., Невзоров Д.И., Семочкин Ю.А. Древесно-полимерные композиты – эффективные отделочные строительные материалы // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – №8. – С. 82-85 с.
2. Тотурбиев Б.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. – М.: Стройиздат, 1988. – 205 с.
3. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокomпозиционных материалов // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №2. – С. 117
4. Мурашкевич Т.В., Скриган А.И. О химическом составе древесного сырья гидролизного лигнина различной давности хранения // Изв. АН БССР. Серия Химические науки. – Минск. – 1967. – №1 – С. 38-42.
5. Магдалин А.А., Хрулев В.М., Мартынов К.Я. Тепло- и гидроизоляционные материалы из лигнина и эффективность их применения в Хакасии. – Абакан: Хакасс. книжн. изд., 1994. – 48 с.
6. Савосин А.В. Композиционный строительный материал на основе полимерных отходов с улучшенными антикоррозионными свойствами // Автореферат дисс. канд. техн. наук. Волгоград: ВГАСУ, 2009. – 22 с.
7. Абрамова А.Г., Иванова Т.Г., Иванов С.В. Новые негорючие композиционные материалы на основе эпоксидной смолы и лигнина // Изв. ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Серия Технические науки. – 2014. – №5 (180) – С. 73–76.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАКРОМОДЕЛИ
КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

В.А. Сыромясов, А.И. Иванов, Д.В. Акст

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

Россия, г.Новокузнецк, пр. Кирова, 42, 654007

E-mail: syromyasov@mail.ru

**DEFINITION OF CRITICAL CONDITIONS FOR OBTAINING OF A MACROMODEL
OF CERAMIC MATRIX COMPOSITES**

V.A. Syromyasov, A.I. Ivanov, D.V. Akst

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Stolboushkin

Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007

E-mail: syromyasov@mail.ru

***Abstract.** The necessity for development of an approach to studying the phase composition and physico-chemical processes occurring during the firing of ceramic materials with a matrix structure based on technogenic and natural materials is substantiated. The study results on definition of critical conditions for obtaining of a ceramic matrix composites macromodel are presented.*

Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов, наряду с расширением их сырьевой базы, позволит улучшить экологическую обстановку промышленных регионов. Одними из наиболее важных проблем использования отходов в керамическом производстве являются их низкие технологические свойства и неоднородность по химико-минералогическому составу. Такое сырье требует разработки принципиально новых подходов к производству керамики [1].

Авторами разработаны технологические принципы формирования структуры изделий на стадии массоподготовки и прессования сырца, позволяющие получать керамические материалы из промышленных отходов с заданными физико-механическими характеристиками [2]. Создание керамических композиционных материалов матричной структуры возможно за счет грануляции заполнителя из этих отходов с последующим опудриванием полученных гранул легкоплавкой глиной, прессования полученных порошков, сушки и обжига изделий. В результате формируется керамический матричный композит, в котором ядра заполнителя заключены в хорошо спеченный пространственно-организованный каркас – матрицу.

Недостаточная изученность физико-химических процессов, протекающих при обжиге на границе «ядро-матрица», затрудняет разработку технологии стеновой керамики и прогнозирование эксплуатационных свойств материалов из различных видов сырья. Основные проблемы здесь связаны с малой толщиной граничного слоя, порядка 20...80 мкм, что усложняет проведение дифференцированного послойного фазового анализа с идентификацией минеральных фаз. Таким образом, при исследовании керамических матричных композитов возникла необходимость разработки масштабной физической

модели граничного слоя между ядром и оболочкой матрицы.

Цель работы заключалась в нахождении критичных условий изготовления лабораторных моделей, обеспечивающих физическое подобие процессов, протекающих в керамических матричных композитах.

Достижение цели предусматривает постановку серии однофакторных экспериментов, в которых поэтапно исследуется влияние каждого отдельного фактора на процессы взаимодействия компонентов ядра и матрицы в слоях лабораторных моделей (модельных образцов). Оценка влияния фактора устанавливалась по отклику, проявляющемуся изменением фазового состава слоев модельного образца. Для оценки отклика использовался рентгенофазовый анализ, результаты которого сопоставлялись с прогнозом протекания вероятных твердофазных реакций, основанным на расчетах энергии Гиббса.

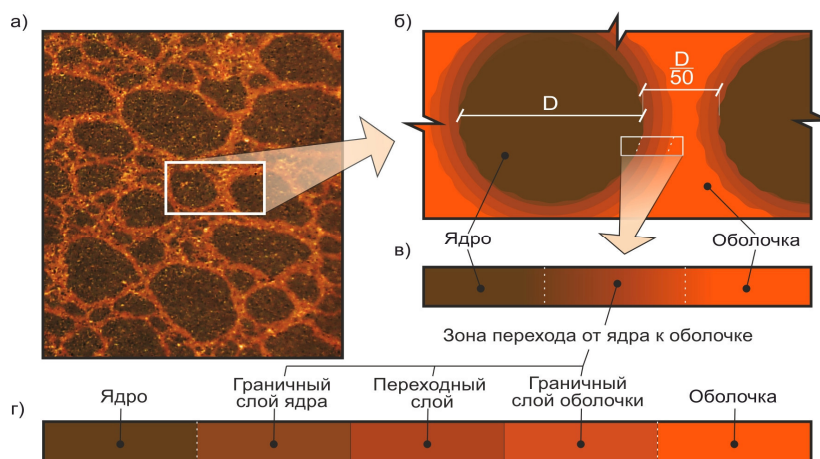


Рис. 1. Схема переходной зоны от ядра к оболочке в керамических образцах с матричной структурой

При приготовлении модельных образцов авторы исходили из того, что при формировании гранул из отходов с последующим «накатыванием» на их поверхность глинистой компоненты шихты в граничной зоне оба сырьевых материала частично перемешиваются. При этом распределение обоих компонентов на границе ядро-матрица интегрально изменяется в общей массе от 100 до 0 мас. % и наоборот. Дифференцируя этот переход на несколько зон с фиксированным соотношением компонентов, можно приближенно смоделировать границу раздела фаз в керамическом матричном композите.

Предварительно количество переходных слоев менялось от 1 до 5. Экспериментально было установлено, что один-два переходных слоя дают очень грубое приближение модели к реальным условиям матричной структуры. При формовании образцов с пятью переходными слоями возникли технологические проблемы, связанные со сложностью изготовления образцов-цилиндров на обычном лабораторном оборудовании [3]. Таким образом, оптимальным является формирование 3-х переходных слоев, а общее количество слоев в модельном образце составляет пять (рис. 1, г).

На первом этапе были проведены исследования по уменьшению толщины слоев до минимально возможных, позволяющих провести отбор проб материала для рентгенофазового анализа. В качестве материала ядра использовались шламистые железорудные отходы, матрицы – умереннопластичный суглинок. Подробная характеристика сырья приведена в работе [3].

С учетом ранее проведенных экспериментов при толщине слоев 9...10 мм [4] получены образцы с толщиной слоя до 4 мм. Экспериментально установлено, что дальнейшее уменьшение толщины слоя технологически затруднено при изготовлении образцов в стандартных лабораторных пресс-формах.

Сравнительный рентгенофазовый анализ модельных образцов показал, что интенсивность

дифракционных максимумов реликтового кварца, гематита и полевого шпата практически не изменяется при различной толщине слоев, в то время как она значительно уменьшается для минеральных фаз группы пироксенов (диопсид, авгит), шпинели и оливина. Протекание высокотемпературных реакций с образованием указанных минеральных фаз подтверждается и прямыми методами исследований, такими как петрография и электронная микроскопия [5].

На втором этапе изучали влияние направленного потока воздуха на взаимодействие слоев в процессе обжига модельного образца. Для оценки влияния организованного воздухообмена на диффузный массоперенос потребовалось изменение конструкции модельного образца. В соответствии с концептуальной схемой, изложенной в работе [4] были изготовлены многослойные модельные образцы с диаметром 60 мм и сквозным отверстием в центре диаметром 12 мм.

Для организации принудительного воздухообмена при обжиге сквозное цилиндрическое отверстие в теле образца с одной стороны плотно закупоривали, а к другой через смотровое отверстие в муфельной печи по кварцевой трубке подвали поток воздуха. После обжига были проведены исследования минеральных фаз аналогично первому этапу. Полученные экспериментальные данные совпадают с прогнозом протекания вероятных твердофазных реакций, основанным на расчетах энергии Гиббса в керамическом матричном композите из железорудных отходов и суглинка.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- уменьшение толщины дискретных слоев модельных образцов приводит к снижению интенсивности пиков высокотемпературных минеральных новообразований, при этом изменение фазового состава не происходит. Таким образом, изменение толщины слоя в пределах 4-9 мм не является критичным условием получения модельных образцов керамических матричных композитов;
- организация направленного воздухообмена между слоями модельных образцов способствует активизации тепломассопереноса при обжиге, усиливает взаимодействие между компонентами материала на границе ядро-матрица, что повышает адекватность разработанной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. – М.: Издательство, Ростов н/Д: Феникс. - 2007. – 6 С.
2. Пат. 2500647 РФ. МПК С1 С 04 В 33/132. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко и др.; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34.
3. Сыромясов, В.А. Приготовление лабораторных керамических образцов с послойным переходом от ядра из техногенного сырья к глиняной матрице / В.А. Сыромясов, А.Ю. Столбоушкин, А.И. Иванов. // Материалы и технологии XXI века сб. ст. XIV Межд. науч.-техн. конф. - 2016. С. 235-239.
4. Столбоушкин А.Ю. Фазовый состав минеральных новообразований на границе ядра и матрицы в керамическом материале матричной структуры / А.Ю. Столбоушкин, В.И. Верещагин, О.А. Фомина, В.А. Сыромясов // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Всероссийская науч.-практ. конф. с междунар. уч.. Новокузнецк, - 2016. С. 145-151.
5. Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И., Столбоушкина О.А., Злобин В.И. Влияние температуры обжига на формирование структуры керамических стеновых материалов из тонкодисперсных отходов обогащения железных руд // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2014. - № 1. - С. 33-41.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА ДО И ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ В
МЕЛЬНИЦЕ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

В.В. Шевченко, Д.В. Акст

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

Россия, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, 654007

Email: vikashev1993@mail.ru

**RESEARCH DUMP OPEN HEARTH SLAG BEFORE AND AFTER ACTIVATION IN A MILL ROD
TYPE FOR BUILDING MATERIALS**

V.V. Shevchenko, D.V. Axt

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Stolboushkin

Siberian State Industrial University,

Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007

Email: vikashev1993@mail.ru

Abstract. Conducted studies of the chemical and granulometric compositions of representative samples of dump open-hearth slag. This material chemical composition is aluminosilicate raw materials. The changes in the granulometric composition of the slag before and after activation in the mill. Sieve analysis the original sample showed that the material is coarse. Further, the analysis of samples of finely slag after activation in the rod mill type. The optimal grinding time, which is 1.5-2 hours.

Ключевые слова: мартеновский шлак, химический состав, гранулометрический состав, активация, производство строительных материалов

Одной из основных проблем современности является интенсивное накопление крупнотоннажных промышленных отходов, объемы которых возрастают с каждым годом [1]. На юге Кемеровской области, наряду с отходами добычи и переработки угля, остро стоит вопрос утилизации побочных продуктов горно-металлургического комплекса. В результате многолетней работы АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» в Новокузнецке накоплены десятки миллионов тонн отвальных шлаков металлургического производства, ухудшающих экологическую обстановку в городе [2].

Цель настоящей работы заключалась в исследования отвальных мартеновских шлаков комбината на предмет их использования при изготовлении строительных материалов.

Отобранные представительные пробы отходов сталелитейного производства имеют обычно алюмосиликатную природу и содержат до 80 % углекислого кальция в виде силикатов кальция и магния [3].

Химический состав шлаков определялся в центральной лаборатории «Материаловедение» Сибирского государственного индустриального университета на рентгенофлуоресцентом волнодисперсионном спектрометре последовательного действия ShimadzuXRF-1800. По химическому составу суммарное содержание щелочноземельных оксидов (CaO, MgO) в шлаке составляет 45-48 %. По гранулометрическому составу – материал грубодисперсный. Ситовой анализ исходной пробы показал, что более 75% материала приходится на фракции менее 10 мм. Полный химический и гранулометрический составы представительной пробы отвального мартеновского шлака приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Химический состав исследуемого мартеновского шлака

№ пробы	Массовая доля элементов, %										
	Fe _{общ}	MnO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	S	P ₂ O ₅
16-3094	13,79	2,76	32,35	27,17	7,57	15,49	0,24	0,32	0,50	0,20	0,55
16-3095	14,53	3,44	32,44	27,94	6,56	14,91	0,21	0,21	0,50	0,18	0,78
16-3096	12,88	3,15	31,46	23,68	7,22	14,10	0,21	0,31	0,48	0,19	0,50

Таблица 2

Гранулометрический состав мартеновского шлака в исходном состоянии

№ пробы	Фракции шлака, мм										Сумма
	>40	20-40	10-20	5-10	2,5-5	1,2-2,5	0,63-1,2	0,315-0,63	0,14-0,315	<0,14	
16-3094	6,9%	5,9%	13,4%	23,2%	27,8%	12,4%	2,5%	2,6%	3,3%	2%	100%
16-3095	7,6%	4,6%	18,2%	27,9%	22,4%	8,7%	3,3%	2,4%	1,8%	3,1%	100%
16-3096	5,9%	7,8%	15,6%	21,4%	25,5%	11,0%	2,2%	3,2%	4,8%	2,6%	100%

Подготовленную усредненную пробу предварительно высушенного металлургического шлака подвергли грубому дроблению в лабораторной щековой дробилке до фракции не более 10 мм. Тонкое измельчение проводили в лабораторной мельнице стержневого типа. Последовательно меняли продолжительность помола проб, которая составила соответственно: 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 час. Результаты двухстадийного помола шлака разной продолжительности в виде интегральных кривых показаны на рисунке 1.

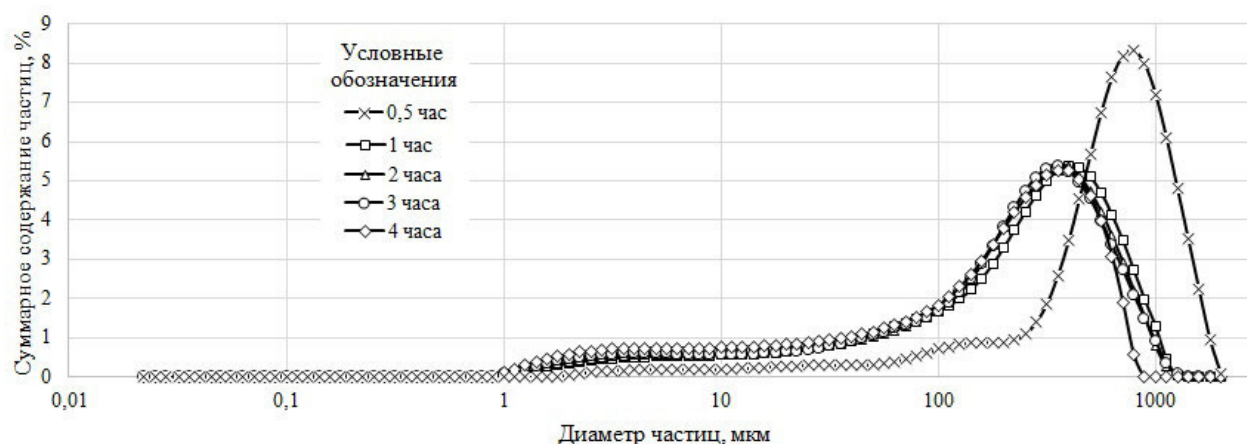


Рис. 1 Дисперсный состав тонкомолотого мартеновского шлака

Проанализировав интегральные кривые распределения количества частиц шлака в зависимости от их размера установлено, что средний диаметр частиц составляет 100-300 мкм. Характер кривых (рисунок 1) показывает, что продолжительность помола в течение 1-4 часа практически не оказывает существенного влияния на конечный результат. Расхождение по суммарному содержанию частиц в пределах каждой фракции не превышает 1,5-2 %. Таким образом, результаты гранулометрического состава тонкомо-

лотого шлака с продолжительностью помола более 1 часа можно усреднить и представить их в виде гистограммы на рисунке 2.

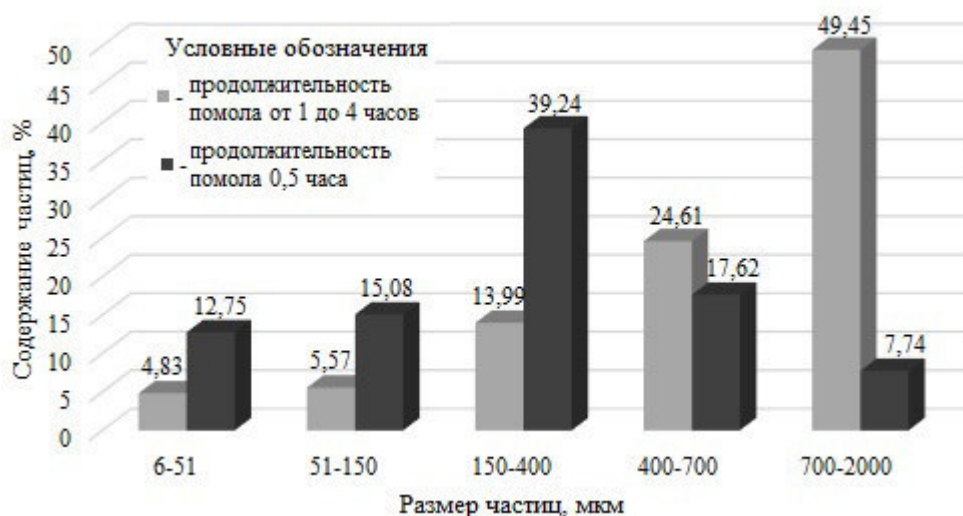


Рис. 2 Гистограмма гранулометрического состава отвального мартеновского шлака

В результате лабораторных исследований установлены оптимальные оборудование и параметры для механоактивации отвального мартеновского шлака: двухстадийное дробление; грубый помол в щековой дробилке до фракции не более 10 мм; тонкое измельчение в стержневой или шаровой мельнице камерного типа в течение 60-90 минут до фракции 100-300 мкм.

С учетом химического состава отходов (~ 50 % щелочноземельных оксидов) были проведены предварительные лабораторные испытания активированного тонкодисперсного шлака в качестве активного компонента в составе клинкерных вяжущих. Для этого в портландцемент вводился тонкомолотый шлак в количестве 10-50 мас.% и после совместной активации в мельнице по стандартной технологии готовились лабораторные образцы с размерами 40×40×160 мм. Полученные результаты показали, что активированный отвальный мартеновский шлак может использоваться в количестве до 30 мас.% в качестве компонента клинкерного вяжущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году: гос. Докл. [Текст] / Российская Федерация. М-во природ. Ресурсов и экологии. – М., 2010.
2. Переработка и утилизация отходов на международном уровне [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.tvn-tv.ru/news/industry/pererabotka_i_utilizatsiya_otkhodov_na_mezhdunarodnom_urovne.html. – Загл. с экрана.
3. Мамаев К. А. Основы агрохимии и применение ядохимикатов [Текст] / К. А. Мамаев, А. М. Митрофанов. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : Высш. школа, 1975. - 168 с.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ
НАНОДИОКСИДА КРЕМНИЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДИСПЕРСНОСТИ**

О.В. Демьяненко

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

**REGULARITIES OF INCREASE IN DURABILITY OF THE CEMENT STONE AT INTRODUCTION
OF SILICON NANODIOXIDE WITH DIFFERENT DEGREE OF DISPERSITY**

O.V. Dem'yanenko

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

Abstract. *The influence of nano-SiO₂ on the strength properties of cement stone is studied in the article. It was found that the strength of the modified cement stone at 28 days of hardening is 45% higher, compared with the control samples, with the addition of Ts38.*

Введение. С интенсивным развитием строительства в последнее время термин «нанотехнология» стремительно ворвался в лексику научных журналов. Широко обсуждаются проблемы и перспективы нанотехнологий в строительстве [1, 2, 3]. В работах В.И. Калашникова, С.С. Каприелова, Е.М. Чернышова, Ю.М. Баженова, Е.В. Королева и других обоснована эффективность применения добавок на основе микро- и наночастиц в технологии производства строительных материалов. Экспериментальные исследования [5-8] и практический опыт различных ученых призваны убедить общественность в перспективах применения наноразмерных частиц для создания материалов с фундаментально новыми свойствами и функциями.

Цель работы: выявить закономерность повышения прочностных характеристик цементного камня при введении нанодиоксида кремния. Учеными из г. Новосибирск в Институте Ядерной физики и теоретической и прикладной механики СО РАН путем испарения и конденсации вещества релятивистским пучком электронов на установке – ускорителе электронов получена целая линейка SiO₂ с разной удельной поверхностью и с разными характеристиками. Ранее в статье [4] были проведены исследования структурного состояния диоксида кремния SiO₂ (Таркосил) методами рентгеноструктурного анализа и имитационного моделирования. Количественное соотношение аморфных фаз в Таркосиле 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 [4].

Материалы и методы исследования. Для исследования был использован нанодисперсный диоксид кремния с разной удельной поверхностью. Данные представлены в табл. 1

Таблица 1

Удельная поверхность наночастиц SiO_2

Название	Ts10	Ts38	Ts59	Ts90	Ts110	Ts140	Аэросил 200	Аэросил 300
Удельная поверхность, $\text{м}^2/\text{г}$	10	38	59	92	111	140	200	300
Средний размер частиц, нм	45	37,12	58,34	29,55	24,54	19,55	13,64	9,09

В работе использованы следующие материалы: портландцемент класса Цем I 42,5Н, по ГОСТ 31108-2003, нано- SiO_2 с разной удельной поверхностью. Удельная поверхность цемента $0,3 \text{ м}^2/\text{г}$. Вода для обработки использовалась водопроводная. Содержание добавки $0,03 \%$ от массы цемента. Для определения физико-механических характеристик модифицированного цементного камня готовились образцы-кубики из цементного теста нормальной густоты размером $20 \times 20 \times 20 \text{ мм}$, образцы хранились 1 сут в формах при $t = 20\text{--}22 \text{ }^\circ\text{C}$, $W = 90\text{--}95 \%$, затем без форм, в эксикаторе, над водой в течение 27 сут. Прочность на сжатие образцов оценивалась в 7, 14 и 28 сут твердения. Результаты представлены на рис. 1.

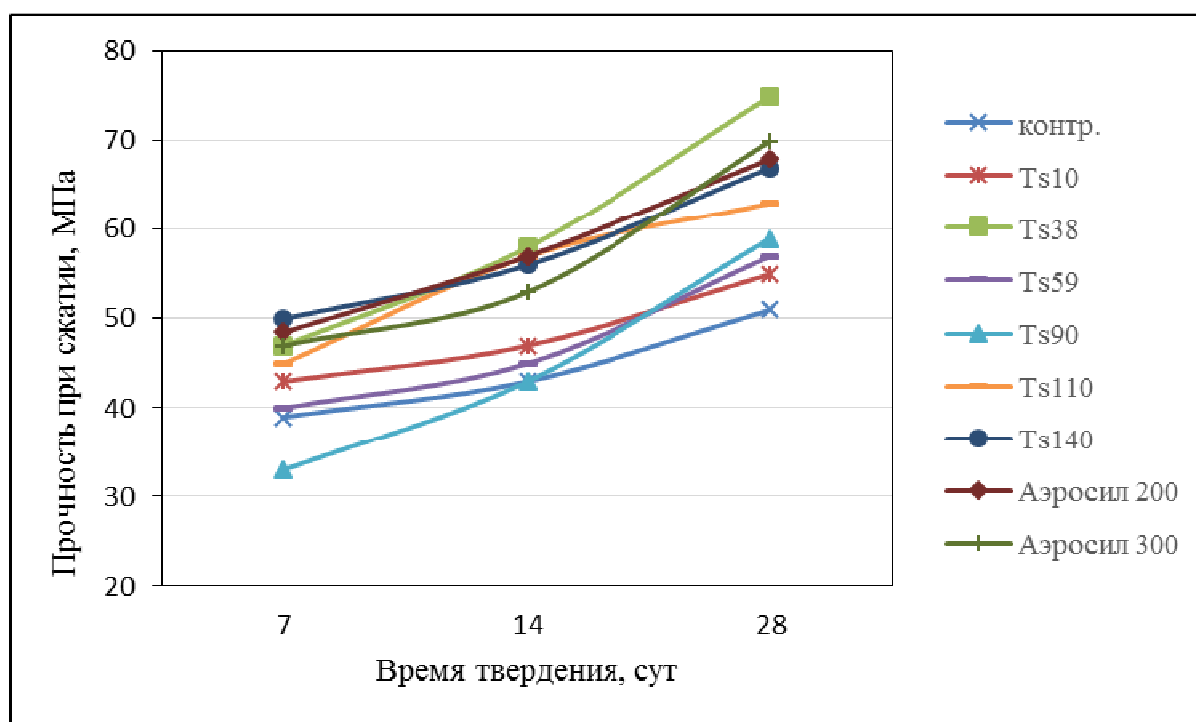


Рис. 1. Кинетические кривые набора прочности цементного камня

Результаты. Из данных, представленных на рисунке 1. видно, нано- SiO_2 с разной удельной поверхностью превышают прочность контрольного образца в ранние сроки твердения до 10% , к 28

суткам до 45 % с добавкой Ts38. Высокая удельная поверхность SiO_2 позволяет его наночастицам заполнять микропоры цементного камня, создавая при этом более плотную и прочную микроструктуру. Введение микродоз наночастиц, имеющего сходство с синтезируемыми фазами, влияет на скорость кристаллизации, а также создает дополнительные центры кристаллизации. Используя нанодиоксид кремния с разной удельной поверхностью можно целенаправленно менять свойства цемента и бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bazhenov Ju.M., Korolev E.V. Nanomodification's technology in material science // Journal «Regionalnaya arhitektura i stroutelstvo», 2008, № 1 (4). – P. 4-7.
2. Bazhenov Ju.M., Korolev E.V. Estimation of cost efficiency of nanotechnologies' application in material science // Journal «Stroitelnye materialy», 2009, № 6. – P. 66-67.
3. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем [Электронный ресурс] / Н. А. Шабанова, П. Д. Саркисов. — Эл. изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 328 с.
4. 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.
5. 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
6. Демьяненко О.В. Влияние наноразмерного диоксида кремния на свойства цементного камня / О.В. Демьяненко, Н.О. Копаница, Ю.С. Саркисов // Молодежь, наука, технологии: Новые идеи и перспективы (МНТ-2015) : избранные доклады II Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – 2016. – С. 193–196.
7. Демьяненко О.В. Влияние наночастиц диоксида кремния на эксплуатационные свойства цементных систем / О.В. Демьяненко, Н.О. Копаница // Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием. Томский государственный архитектурно-строительный университет. – 2015. – С. 408–411.
8. Копаница Н.О. Применение нанодисперсного кремнезема в производстве строительных смесей /Н.О. Копаница, О.В. Демьяненко, Ю.С. Саркисов // Вестник ТГАСУ №5. 2016. – С.140-150.

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ
ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД**

Н.В. Войтенко, А.И. Прима

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

**RESEARCH TESTS OF THE MOBILE UNIT FOR ELECTRO-BLASTING
DESTRUCTION OF ROCKS**

N.V. Voitenko, A.I. Prima

Scientific Supervisor: Prof., Dr. G.E. Remnev

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

E-mail: voitenko.nik@gmail.com

Abstract. *The electro-blasting destruction of rocks have been described. The experiments were carried out with the specimens of volume 0,125-0,5 m³ at the operating voltage of the high-current pulse generator 11-13 kV and maximum stored energy 95 kJ. The electro-blasts were produced in different types of rock with the boreholes depth about 0,6 from the specimen length. The average specific energy consumption is about 145 kJ/m³ for water as transmission medium, and 120 kJ/m³ for polyethylene as transmission medium.*

Введение

Применение электрического разряда в качестве инструмента для обработки твердых непроводящих и слабо проводящих материалов широко исследуется на протяжении последних десятилетий. Актуальность таких исследований обусловлена возможностью внедрения новых способов и методик для дробления и измельчения материалов, разрушения негабаритов при добыче рудных и нерудных полезных ископаемых, строительства или расширения тоннелей, дноуглубительных работ, разбора завалов, производства буронабивных свай и др. Развитие и внедрение электроразрядных технологий может в значительной мере привести к уменьшению энергозатрат и снижению вредного воздействия на окружающую среду, улучшению условий труда, увеличению производительности и качества процессов в которых они будут применяться [1,2]. Не малый вклад в исследование научно-технических решений с применением электроразрядных технологий вносит Томский политехнический университет. Одно из перспективных, активно исследуемых направлений на кафедре Высоковольтной электрофизики и сильноточной электроники – это способ шпурового электроразрядного разрушения горных пород и искусственных материалов. Суть способа состоит в использовании энергии, выделяемой в плазменном канале электрического разряда в конденсированных средах. В результате электрического пробоя и термического расширения плазменного канала происходит преобразование энергии мощного импульса тока в энергию ударных волн и быстро нарастающего импульса давления на стенки канала. Суммарное воздействие этих факторов приводит к зарождению и развитию трещин и, в конечном итоге, разрушению образца.

Испытания по разрушению негабаритов горных пород

На разработанной мобильной установке было произведено множество лабораторных экспериментов по электроразрядному разрушению бетонных блоков и отколу от бетонного монолита [3]. По результатам экспериментов были составлены рекомендации к оценке и выбору оптимальных режимов энерговодвда, получены данные о производительности способа при разрушении бетона [4]. Для дальнейшего исследования перспективного способа разрушения и накопления опытных данных, был проведен ряд экспериментов по электроразрядному разрушению горных пород. Целью испытаний являлось исследование эффективности разрушения природного камня при электровзрыве в зависимости от уровня зарядного напряжения, глубины шпура, передающей среды. Испытания проводились в “полевых условиях” на камне перерабатывающих карьерах, на образцах из известняка, долерита и кератофира объемом 0,125-0,5 м³. Электропитание мобильной установки осуществлялось от автономного бензинового генератора УГБ-6000. Для контроля режима работы, в установке предусмотрена система регистрации импульсного тока и напряжения, при помощи цифрового многоканального осциллографа. Для измерения импульсных токов использовался пояс Роговского CWT-1500. Высокое импульсное напряжение измерялось резистивно-емкостным компенсированным делителем напряжения ДНВ-25. Генератор импульсных токов (ГИТ) работал при зарядном напряжении 11-13 кВ, что при емкости накопителя 1120 мкФ позволяло запасть до 95 кДж энергии. Испытания проводились при инициировании канала разряда в одном и одновременно в двух шпурах, глубина шпуров составляла $\geq 0,6$ от минимальной длины негабарита, в качестве передающей среды использовались вода и полиэтилен. Типовые осциллограммы тока и напряжения полученные при разрушении негабаритов горных пород представлены на рис. 1.

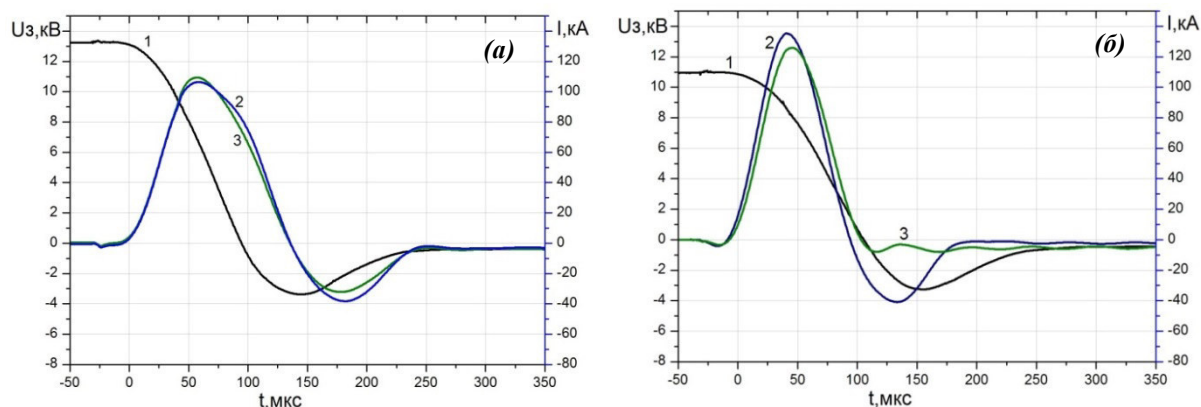


Рис. 1. Типовые осциллограммы тока и напряжения при электровзрыве, (а) передающая среда полиэтилен, (б) передающая среда вода

1 – кривая напряжения, 2 и 3 – кривые тока в двух конденсаторных батареях.

Для оценки результата электровзрыва в горной породе была произведена условная классификация степени разрушения, это разупрочнение негабарита – появление мелких и средних трещин в породе, раскол негабарита – появление магистральных трещин по оси шпура и разделение куска породы на 2-3 части, фрагментация негабарита – разделение породы на несколько частей (от 3 до 10) с образованием магистральных трещин в различном направлении, разрушение негабарита – разделение породы на множество частей (более 10) различного размера. Данные, полученные при проведении испытаний, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Тип породы	Объем, м ³	Напряжение, кВ	Глубина шпура, см	Затраченная энергия, кДж	Ток, кА	Результат
Передающая среда - вода						
Известняк	0,31	11	35	34	123	Разупрочнение образца
	0,26	12	30	40	138	Раскол образца на 3 части
	0,29	12	40	40	136	Фрагментация на 5 частей
Долерит	0,28	11	35	34	126	Раскол образца на 3 части
	0,30	12	60	40	139	Раскол образца на 3 части
	0,255	12	45	40	142	Фрагментация на 5 частей
Кератофир	0,24	11	30	34	133	Фрагментация на 6 частей
	0,32	12	35	40	146	Фрагментация на 6 частей
	0,265	13	40	47	160	Разрушение образца
	0,29	13	30	47	158	Разрушение образца
Передающая среда - полиэтилен						
Известняк	0,32	11	35	34	101	Раскол образца на 3 части
	0,36	12	50	40	108	Фрагментация на 4 части
	0,28	12	45	40	110	Фрагментация на 6 частей
	0,36	13	55	47	113	Разрушение образца
Долерит	0,31	11	60	34	103	Фрагментация на 7 частей
	0,28	12	35	40	105	Фрагментация на 6 частей
	0,33	12	35	40	112	Разрушение образца
Кератофир	0,27	11	35	34	104	Разрушение образца
	0,33	12	35	40	110	Разрушение образца
	0,42	13	30	47	111	Разрушение образца
	0,44	13	55	47	112	Разрушение образца

Закключение

По результатам сравнения экспериментальных данных для двух сред, окружающих канал разряда и передающих ударную волну в материал, можно отметить, что амплитуда тока в полиэтиленовом картридже в среднем на 20% ниже, чем в воде, при неизменных параметрах контура. Эффект капиллярного разряда позволяет увеличить амплитуду давления генерируемой волны и с меньшими потерями передать её в разрушаемый материал. Совокупность отмеченных факторов позволяет проводить разрушение негабаритов с большей эффективностью. Из проведенных экспериментов было установлено, что для разрушения негабаритов горных пород размером не более 0,5м³ требуется 40-50 кДж энергии, дальнейшее увеличение запасаемой энергии не целесообразно и будет приводить к дополнительным энергозатратами. В среднем удельные затраты энергии составили 145 кДж/м³ при использовании воды в качестве передающей среды и 120 кДж/м³ при использовании полиэтилена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Hofmann J. and Th. Weise H.G.G. Pulsed Power Technologies for Commercial Material Reduction and Crushing Applications // Digest of 11th IEEE Pulsed Power Conf. – Baltimore, USA, – 1997. – P. 203-207.
3. Voitenko N., Yudin A., Mobile Electric-Discharge Blasting Unit for Splitting off and Destruction of Rocks and Concrete // Key Engineering Materials – 2016 – Vol. 685, pp 705-709.
4. Voitenko N., Yudin A., A phased splitting off from the high-strength concrete by an electro-blasting method // AIP Conference Proceedings – 2016 – Vol. 1772 – 040011.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТЬЮ АРБОЛИТОВ НА
КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ**

Л.С. Иннокентьева, С.Ю. Егорова

Научный руководитель: к.т.н. А.Д. Егорова
Северо-Восточный федеральный университет
Россия, г. Якутск, ул. Белинского 58, 677000
E-mail: innokentieva@mail.ru

**PROCESSING METHODS OF DENSITY CONTROL CONCRETE ON ORGANIC
AGGREGATES**

L.S. Innokenteva, S.Y. Egorova

Scientific Supervisor: Ph.D A.D. Egorova
North-Eastern Federal University
Russia, Yakutsk, St. Belinskogo 58, 677000
E-mail: innokentieva@mail.ru

Abstract. *This article discusses the regulation arbolita density depending on the type of composite gypsum binder. Arbolita compared to gypsum lime-zeolite and gypsum cement-zeolite binder.*

Введение. Один из наиболее эффективных и рентабельных способов использования древесных отходов — выпуск арболита, так как технология его относительно несложна, а производство не требует больших капитальных вложений. Применение арболита для ограждающих конструкций позволяет также сократить энергозатраты. Арболитовая стена благодаря крупнопористой структуре материала обеспечивает высокое термическое сопротивление конструкции, а это дает возможность тратить меньше энергии на отопление. Эффективность применения конструкций и изделий из арболита определяется возможностью существенного снижения массы зданий и сооружений и повышения их теплозащиты, уменьшения перевозок за счет использования местных материалов, снижения стоимости строительства [1].

Для производства арболита традиционно используется цементно-песчаный раствор. Но еще в середине прошлого века было выявлено, что в древесине, в большей мере в коре, содержатся вещества, такие как, гемицеллюлозы, крахмал и экстрактивные вещества и т.д., отрицательно влияющие на процессы твердения изделий на основе цемента [2].

На кафедре производства строительных материалов Северо-Восточного федерального университета были разработаны два вида композиционных гипсовых вяжущих: гипсоцементно-цеолитовое (ГЦЦВ) и гипсоизвестково-цеолитовое (ГИЦВ) вяжущие повышенной водостойкости [3].

Производство арболита на основе КГВ гораздо проще, чем на основе цемента. В связи с тем, что КГВ при взаимодействии с водой образует нейтральную среду, которая в отличие от щелочной не вызывает выделения из древесины сахаров, отрицательно влияющих на твердение цемента. Помимо такого, при использовании высокопрочного гипса доказана возможность применения дробленки больше крупной фракции, прошедшей одно измельчение на рубильной машине [4].

Материалы и методы исследования. В данной работе использовались местные сырьевые материалы, а также древесные отходы. В первую очередь в получении арболита применяется щепа из отходов смешанных пород деревообработки, которая не соответствует требованиям ГОСТ Р 54854-2011 «Бетоны легкие на органических заполнителях растительного происхождения». В качестве вяжущего используется гипсоцементно-цеолитовое вяжущее (ГЦЦВ) и гипсоизвестково-цеолитовое вяжущее (ГИЦВ) разработанное на кафедре производства строительных материалов Северо-Восточного федерального университета.

Для получения ГЦЦВ применяли следующие материалы: гипсовое вяжущее вещества марки Г-5ПА (75 %), портландцемент марки ЦЕМ I 42,5 (12,5 %), цеолит (12,5 %). Для получения ГИЦВ: гипсовое вяжущее вещества марки Г-5ПА (75 %), воздушная известь (10 %), цеолит (15 %).

Таблица 1

Основные свойства композиционных гипсовых вяжущих

№	Показатели		Ед. изм.	ГЦЦВ	ГИЦВ
1	Нормальная плотность	без пластификатора	%	60	69
		с пластификатором СП-1	%	54,5	48
2	Сроки схватывания:	начало	мин	5,5	21
		конец	мин	7,5	28
3	Коэффициент размягчения		%	1,11	0,7
4	Марка по прочности			М100	

В качестве органических заполнителей использовали отходы деревоперерабатывающих предприятий находящихся в г. Якутске. Ежегодно предприятие перерабатывает около от 40-50 тыс. м³ пиломатериалов, из которых около 40 % идет на отходы.

По проведенным испытаниям получили следующие значения свойств древесной щепы:

- насыпная плотность в естественно сухом состоянии 149 кг/м³;
- влажность W= 11 %;
- фракционный состав приведен в таблице 2.

Таблица 2

Фракционный состав

Наименование остатка	Номер сита					На дне
	40	20	10	5	2,5	
m _i , г	75,13	788,06	1230,79	403,29	54,53	94,18
a _i , %	2,82	29,619	46,25	15,16	2,049	3,539
A _i , %	2,82	32,439	78,689	93,849	95,898	100

Результаты. На основе разработанных вяжущих веществах были изготовлены образцы кубы размером 10x10x10 см с использованием щепы разных фракций. Соотношение вяжущего к щепе взято 1:4. В результате математической обработки полученных экспериментальных данных были построены поверхности отклика зависимости основных свойств от состава арболита (рис. 1 и 2). Анализ полученных зависимостей показал, что плотность арболита в большей степени зависит от расхода вяжущего вещества, что логично, но также выявлено, что на показатель плотности оказывает влияние размер щепы. При этом минимальные плотности получены при использовании мелкой щепы 600 кг/м³ у арболита на ГЦЦВ и 750 кг/м³ у арболита на ГИЦВ, а максимальная плотность получена на смешанной фракции составила 700 кг/м³ и 800 кг/м³ соответственно.

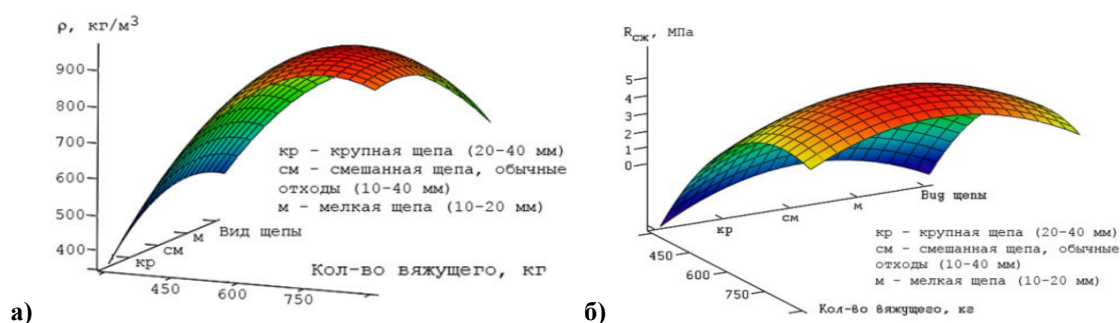


Рис.1. Зависимость плотности(а) и прочности(б) образцов из арболита на основе ГИЦВ от крупности щепы

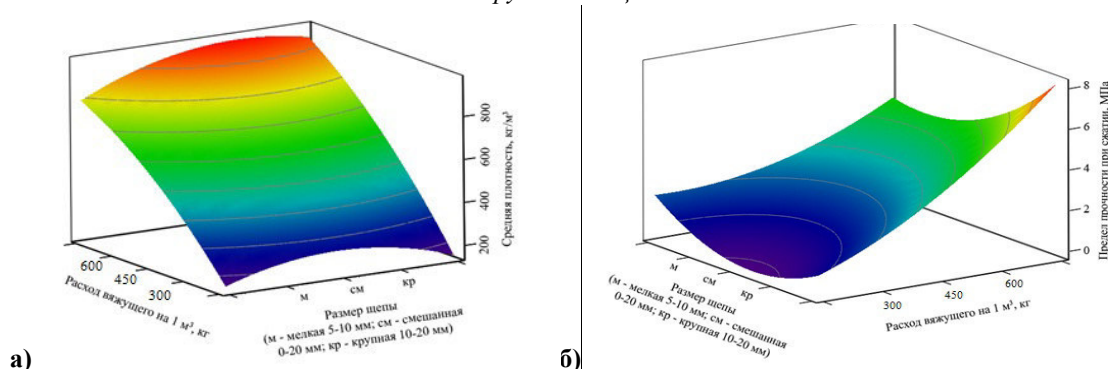


Рис.2. Зависимость плотности(а) и прочности(б) образцов из арболита на основе ГЦЦВ от крупности щепы

Заключение. Таким образом, выявлено, что плотность арболитов можно регулировать изменением состава и расхода композиционного гипсового вяжущего, а также за счет использования щепы разной фракции. Оптимизирован состав, при котором расход вяжущего к щепе составил 1:4 в массовых частях с использованием смешанной щепы фракции 10...40 мм. У данного образца с использованием ГИЦВ плотность составила 845 кг/м³ и прочность – 4,75 МПа. У образца с использованием ГЦЦВ плотность составила 820 кг/м³ и прочность – 4,0 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арболит - эффективный строительный материал.–Под. ред. Наназашвили И.Х.– М.: Стройиздат, 1984.
2. Коротаев Э.И., Симонов В.И. Производство строительных материалов из древесных отходов. М.: Изд-во «Лесная промышленность», 1972 (Химические свойства древесины).
3. Тепловая защита зданий на Север: материалы, изделия и конструкции / А.Е. Местников, П.С. Абрамова, Т.С. Антипкина, А.Д. Егорова; [отв. ред. д.т.н. А.В. Степанов]; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования Российской Федерации, Якутский гос. ун-т им. М.К. Аммосова. – М.: Изд-во АСВ, 2009. С. 182.
4. Легкие бетоны на основе смешанных гипсовых вяжущих с применением цеолитов и горелых пород. / А.Д. Егорова, А.А. Кириллина, Л.П. Заболоцкая.// Вестник МГСУ. – 2009. – Специальный выпуск № 3. – С.90-92.

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ
ОБРАЗЦОВ, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ**

К.В. Кобелев

Научный руководитель: профессор, д.т.н. С.А. Бокарев
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Новосибирск, ул. Дуси Ковальчук, 191, 630049
E-mail: jamkka@mail.ru

**LABORATORY RESULTS OF REINFORCED CONCRETE SAMPLES STRENGTHENED BY
POLYMERIC COMPOSITE MATERIAL**

K.V. Kobelev

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.A. Bokarev
Siberian Transport University,
Russia, Novosibirsk, Dusi Kovalchuk str., 191, 630049
E-mail: jamkka@mail.ru

Abstract. Laboratory results of reinforced concrete compressed parts with round and square cross section which are strengthened by carbon fiber polymeric composite material are presented. Depending on the strengthening scheme the performance and failure of compressed reinforced concrete which is strengthened by polymeric composite material is deduced from experiments. Furthermore, part's feature construction (cross section type – round or square, reinforcement percentage) and loading type (centric or eccentric compression with variable resultant force position relative to the core of a cross section) influence on load-carrying capability is found out. The load-carrying capability calculation for experimental sample based on the applicable method and the comparison with the experimental results are made.

Введение. Полимерные композиционные материалы (далее - ПКМ) нашли широкое применение в сфере эксплуатации и строительства объектов транспортной отрасли. Для внедрения ПКМ на основе углеродных волокон при усилении железобетонных конструкций мостов был разработан и введен в действие ряд нормативных документов, регламентирующих расчет элементов усиления, а также производство работ по их монтажу на пролетных строениях [1,2]. Однако в России отсутствует документ, в котором представлен расчет опор мостов, усиленных ПКМ на основе углеродных волокон. Единственным документом в России, регламентирующим расчет конструкций, усиленных композиционными материалами, является СП 164.1325800.2014 [3].

Экспериментальная часть. Научно-исследовательской лабораторией «Мосты» Сибирского государственного университета путей сообщения по заказу АО «Препрег-СКМ» были проведены лабораторные испытания железобетонных колонн, усиленных ПКМ на основе углеродных волокон. Цель исследования – формирование базы опытных данных для разработки методики расчета таких конструкций.

Анализ конструкций эксплуатируемых опор мостов, в результате которого было выявлено, что наиболее распространенные элементы имеют прямоугольное сечение 35*35 и 40*40 см, и круглое сечение диаметром 60 и 80 см [4]. Конструкция опытных образцов представлена на рисунке 1. Всего

было изготовлено две группы образцов. В группу «П» вошли образцы прямоугольного поперечного сечения; в группу «К» – круглого поперечного сечения. В эксперименте принято обозначение образцов, состоящее из одной буквы и восьми цифр: первая буква обозначает тип сечения (П – прямоугольное или К – круглое); первые две цифры означают диаметр продольной рабочей арматуры в мм (10, 16, 20 и 28); три следующих цифры – ширина обоймы или бандажа в мм (800, 150 или 100); последние две цифры – эксцентриситет приложения сжимающей силы в мм (00, 32, 64). В качестве примера рассмотрим прямоугольный образец, армированный стержнями диаметром 16 мм, усиленный сплошной обоймой и нагруженный продольной силой, приложенной с эксцентриситетом 64 мм. Обозначение такого образца будет иметь следующий вид – П16-800-64.

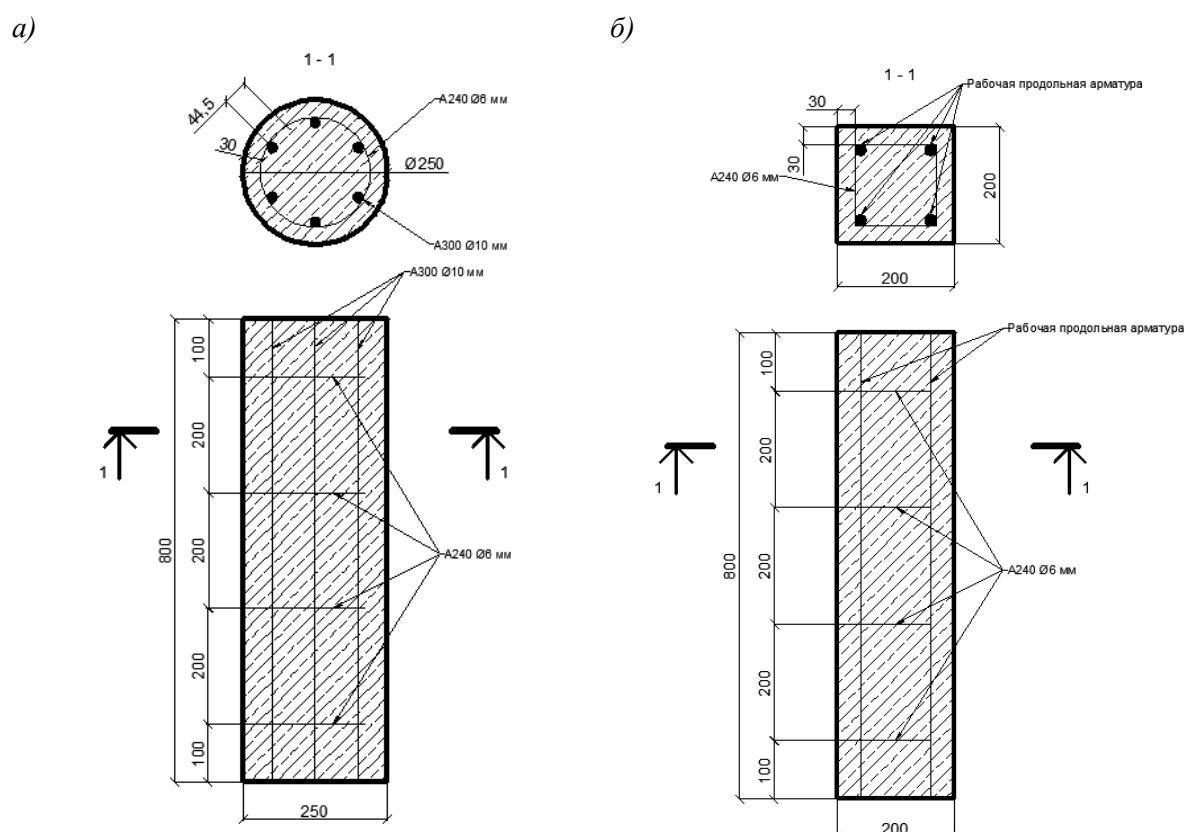


Рис 1. Конструкция образцов

а – круглое поперечное сечение; б – прямоугольное поперечное сечение, армированное продольными стержнями диаметром 16 мм, 20 мм и 28 мм

Для усиления колонн использовали однонаправленные углеродные ленты (холсты) FibArm Tape 230/300, входящие в систему внешнего армирования FibArm, производства АО «ХК «Композит». Испытания образцов проводили в прессе ДРБМ-300. Для фиксации продольных деформаций использовали индикаторы часового типа, поперечных – тензодатчики измерительного комплекса «Тензор-МС» [5,6].

Закключение. Проведенные лабораторные исследования позволили выявить характер разрушения испытательных образцов в зависимости от их конструкции (типа поперечного сечения, процента армирования), схемы усиления, а также изучить работу усиленных конструкций при различной величине эксцентриситета приложения нагрузки.

Разрушение образцов, усиленных сплошной обоймой, происходит хрупко при достижении материалом усиления предела прочности. В то время как элементы, усиленные бандажами, разрушаются постепенно в результате образования лежаток в неусиленной части конструкции и потери устойчивости рабочей арматуры. Разрушение образцов прямоугольного сечения отличается от разрушения образцов круглого сечения, так как углы прямоугольного сечения являются концентраторами напряжения. Разрыв композиционного материала в прямоугольных образцах всегда происходит в углах сечений, в связи с этим эффективность усиления таких элементов ниже в среднем на 15% в сравнении с образцами круглого сечения.

Использование усиления сплошной обоймой имеет наибольшую эффективность, так для образцов круглого и прямоугольного сечения увеличение несущей способности по сравнению с неусиленными образцами составило 36 и 21 % соответственно. Схема усиления отдельными бандажами показала меньшую эффективность, что обусловлено появлением между ними областей, не испытывающих эффект усиления. Такая схема имеет ряд преимуществ перед сплошной обоймой – экономия материала усиления, возможность наблюдения за состоянием конструкции, возможность миграции влаги.

Испытания образцов, испытывающих внецентренное сжатие, показали снижение эффективности усиления с ростом величины эксцентриситета.

Проведенные лабораторные экспериментальные исследования показали, что применение полимерных композиционных материалов является эффективным способом увеличения несущей способности сжатых железобетонных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Разработка конструкций усиления эксплуатируемых железобетонных пролетных строений железнодорожных мостов композитными материалами: отчет о НИР** / Сибирский государственный университет путей сообщения; рук. С.А. Бокарев; исполн. А.А. Неровных. – Новосибирск, 2012. – 371 с. - № ГР 12307001.
2. **ОДМ 218.3.027-2013** «Рекомендации по ремонту и усилению железобетонных конструкций мостовых сооружений с использованием гибких лент и тканей на основе углеродных волокон» / РОСДОРНИИ – М.: 2012. – 49 с.
3. **СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами. Правила проектирования** – М.: Минстрой России – 2015.
4. **Бокарев С.А., Кобелев К.В.** Усиление железобетонных опор железнодорожных мостов полимерными композиционными материалами // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том3, №2 (2016), <http://t-s.today/PDF/02TS216.pdf>.
5. **Бокарев С.А., Слюсарь А.В., Снежков И.И., Яшнов А.Н.** Малогабаритные автоматизированные системы для диагностики ИССО // Путь и путевое хозяйство. 2007. № 9. С. 25-26.
6. **Неровных А.А.** Датчики малогабаритного измерительного комплекса «Тензор-МС» // Наука и молодежь XXI века. Материалы VIII научно – технической конференции студентов и аспирантов, посвященной 200-летию транспортного ведомства и транспортного образования России. Часть I. Технические науки. – Новосибирск: Изд-во СГУПС. 2010. С. 66-67.

**ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШПИЛЕК В БОЛТО-ФРИКЦИОННОМ
СОЕДИНЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

И.Ю. Мурованный

Научный руководитель: профессор, д.т.н. С.А. Бокарев
Сибирский государственный университет путей сообщения,
Россия, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191, 630049
E-mail: murovanny3@mail.ru

**BEHAVIOR HIGH-STRENGTH DOUBLE-END BOLTS AT
BOLTED-FRICTION CONNECTION OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS**

I.Yu. Murovanny

Scientific Supervisor: Prof., Dr. S.A. Bokarev
Siberian State Railway University,
Russia, Novosibirsk, D. Kovalchuk str., 191, 630049
E-mail: murovanny3@mail.ru

***Abstract.** The work describes a laboratory study of the behavior of high-strength studs in various rigidity conditions. Deformation is the main criterion for the evaluation of the compounds. The analysis of the work after tightening studs in "absolutely hard" connection, and as part of combination design. The basic conclusions after testing.*

Введение. В сталежелезобетонных пролетных строениях железнодорожных мостов интенсивно проявляются повреждения, связанные с некачественным омоноличиванием швов плиты балластного корыта. В работе [1] дано описание предложенной автором для устранения этого повреждения конструкции усиления монолитного стыка железобетонных элементов болто-фрикционным соединением на металлических накладках [2]. Натурные испытания усиленного сталежелезобетонного пролетного строения выявили падение усилия натяжения в шпильках на 10% через 9 дней после завершения усиления. Шпильки предназначены для крепления железобетонных плит безбалластного мостового полотна [4]. Для выявления причин падения натяжений в [3] была обоснована необходимость проведения лабораторных экспериментальных исследований.

Материалы и методы исследования. В ходе эксперимента при различных условиях натяжения, способах его контроля и уровня натяжения были испытаны 7 групп высокопрочных шпилек, описание приведено в таблице 1. В эксперименте использованы шпильки, имеющие следующие параметры – диаметр шпилек – 22 мм, длина 370 мм с резьбой M22 с каждой стороны. Сталь марки 40Х по ГОСТ 4543-71* с термообработкой, после которой они должны иметь механические характеристики, указанные в ГОСТ 22356-77: временное сопротивление разрыву 110 кгс/мм²; твердость по Бринеллю – не более 388 НВ.

Образец, имитирующий «абсолютно жесткое соединение», представлен на рисунке 1. Для испытаний шпилек групп 2-7 было изготовлено 3 опытных образца (рисунок 2), моделирующих конструкцию усиления для восстановления несущей способности поврежденных сталежелезобетонных пролетных строений [1]. Образцы представляют собой объединенные через металлические пластины

железобетонные блоки из бетона класса В40. Армирование блоков было выполнено аналогично плитам балластного корыта сталежелезобетонных пролетных строений инв.№739/11 [5].

Таблица 1

Описание групп испытанных высокопрочных шпилек

№ группы	Количество шпилек в группе	Жесткосные условия натяжения	Контроль продольных деформаций	Уровень натяжения, кН
1	3	«абсолютно жесткое» соединение	динамометрический ключ, тензометрическая система	220
2	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ, тензометрическая система	220/250
3	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ, тензометрическая система	220/220
4	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ	250
5	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ	250
6	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ	250
7	4	комбинированное соединение	динамометрический ключ	250

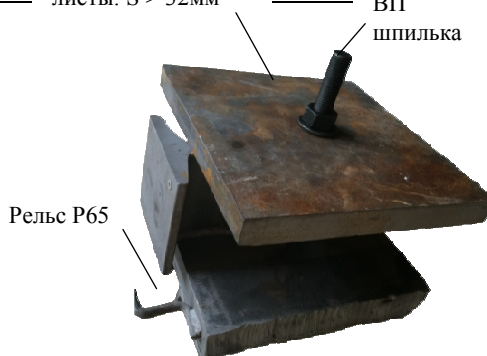
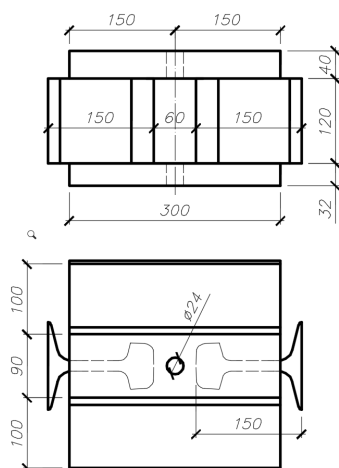


Рис. 1. Образец, имитирующий «абсолютно жесткое» соединение

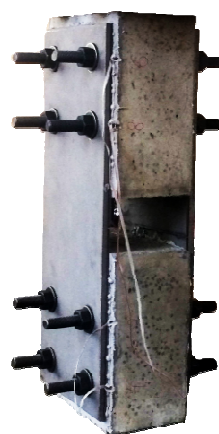
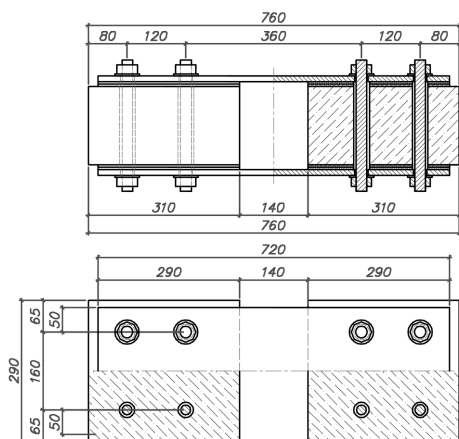


Рис. 2 – Опытный образец болто-фрикционного соединения железобетонных элементов

Результаты. Расчетное значение деформаций 1 группы высокопрочных шпилек на базе 50 мм при затяжке на нормативное усилие 220 кН составляет 0,135 мм, что отличается от показаний датчиков перемещений при проведении длительных испытаний в течение 96 часов на 9% (0,123 мм – среднее значение показаний двух датчиков перемещений, установленных на высокопрочную шпильку), конструктивный коэффициент равен 0,91. Кроме того, за время первичных испытаний при длительном нагружении высокопрочных шпилек падение натяжения с течением времени отсутствовало.

У шпилек групп 2-3 после первой затяжки в течение трех суток были выявлены интенсивные изменения значений деформаций: натяжение упало на 5% (~208 кН), за 14 дней падение составило 10% (~197 кН) от начального. При повторной затяжке шпилек 3 группы на нормативное усилие падение натяжения через 14 суток составило 4%.

Заключение. Исследование поведения высокопрочных шпилек в «абсолютно жестком» соединении позволяет сделать вывод, что заявленные производителем характеристики высокопрочных шпилек соответствуют расчетным предпосылкам. Также микропластические деформации металла в местах концентрации напряжений при затяжке шпилек на нормативное усилие не оказывают существенного влияния на изменение деформаций.

Основной причиной падения натяжения высокопрочных шпилек является ползучесть бетона и обмятие металла накладных пластин. При повторной затяжке шпилек болто-фрикционного соединения железобетонных элементов интенсивность падения натяжения существенно снижается. Изменение деформаций после повторной затяжки может быть описано математической моделью, это позволит определить критическое время для проверки усилия натяжения высокопрочных шпилек на сталежелезобетонных пролетных строениях, усиленных предлагаемым способом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бокарев С.А., Мурованный И.Ю. О необходимости и способах усиления сталежелезобетонных пролетных строений железнодорожных мостов // Инновационные факторы развития Транссиба на современном этапе, 2013. С. 188-196.
2. Бокарев С.А., Мурованный Ю.Н., Усольцев А.М., Степанов Д.С. Способ усиления железобетонных плит и сопряжений. Заявка № 2010129088/03(041287). Решение о выдаче патента от 30 августа 2012г.
3. Мурованный И.Ю. Программа испытаний железобетонных образцов, объединенных болто-фрикционной связью // Научные труды Общества железобетонщиков Сибири и Урала. Вып. 11. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2014. – 141 с.
4. Указания по устройству и конструкции мостового полотна на железнодорожных мостах. М.: Транспорт, 1989. – 120 с.
5. Типовой проект серия №3.501-49, инв.№739/11. Металлические железнодорожные пролетные строения с ездой поверху на балласте пролетами 18,2; 23,0; 27,0; 33,6 м в обычном и северном исполнении/ Гипротрансмост. - Москва, 1975.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛЭП

К.П. Васильева

Научный руководитель: профессор, к.т.н. Ю.Ф. Королук
Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова,
Россия, г. Якутск, ул. Кулаковского, 50, 677013
E-mail: neski08@mail.ru

METHOD OF FAULT LOCATION ON ELECTRIC TRANSMISSION LINE

K.P. Vasilieva

Scientific Supervisor: Prof., Ph.D. Yu.F. Korolyuk
North Eastern Federal University, Russia, Yakutsk, Kulakovsky str., 50, 677013
E-mail: neski08@mail.ru

Abstract. *In this paper the basic methods of fault location on electric transmission line are considered. Their advantages and disadvantages, application area are also discussed. Algorithm of proposed method is described.*

Введение. Воздушные линии электропередач это самый распространенный вид передачи электрической энергии. Особенно на территории нашей республики, с вечной мерзлотой. Их протяженность достигает очень больших значений, что затрудняет процесс ремонта. Линии электропередач – это наиболее часто повреждаемый элемент системы электроэнергетики. Повреждения на линии непосредственно влияют на надежность электроснабжения и качество электроэнергии. Поэтому быстрое устранение неполадок является важнейшей задачей электроснабжения. Как показывает практика, при устранении неисправностей наибольшее время уходит на обнаружение места повреждения.

Методы определения места повреждения. Существует очень много устройств и методов для определения места повреждения и с каждым годом предлагаются новые идеи по их улучшению. Однако главными требованиями для методов определения места повреждения (ОМП) остаются быстрота и точность [1] и классификация методов ОМП представленная в [1] актуальна и для современных методов. В основу классификации положено разделение на: 1) дистанционные и топографические и 2) высокочастотные и низкочастотные методы.

Топографические методы подразумевают движение поисковой группы вдоль линий с переносными устройствами или стационарные устройства, которые установлены вдоль линий. Точность этой группы методов зависит от шага установки устройств, от эффективности алгоритмов и от точности самих устройств. Осуществление этих методов затрудняется тем фактом, что большие расстояния линий электропередач проходят по трудно доступным местам. Поэтому наиболее целесообразно увеличивать точность дистанционных методов и устройств [1].

Дистанционный метод подразумевает использование устройств, установленных в доступных персоналу местах и указывающих расстояние от места установки устройства до места повреждения.

Принцип действия импульсных методов основан на измерении интервалов времени распространения электромагнитных волн (импульсов) по участкам линии. Локационные методы определяют время пробега специально генерируемого зондирующего импульса. Локационные методы

основаны на измерении времени между моментом посылки в линию зондирующего электрического импульса и моментом прихода к началу линии импульса, отраженного от места повреждения. *Волновые* методы определяют моменты прихода на подстанцию возникающих в месте повреждения линии электромагнитных волн. Метод *стоячих волн* предполагает измерение полного входного сопротивления поврежденной линии в широком диапазоне частот. *Петлевой* метод основан на измерении сопротивления постоянному току жил кабеля, отключенного из-за пробоя фазы на землю. *Емкостным* методом можно определить емкость жилы от места измерения до места обрыва [2, стр. 7].

Наибольшее распространение в России и в мире получила группа методов и устройств осуществляющая измерение *параметров аварийного режима* (ПАР), их запоминание и последующую обработку с целью расчета расстояния до места короткого замыкания (КЗ). Широкое распространение методов этой группы объясняется их простотой и использованием алгоритмов, применяющихся в релейной защите (РЗ) [3, стр. 11].

Основными факторами, влияющими на погрешность методов ОМП по ПАР, являются [3, стр. 12]:

- неточность задания параметров воздушной линии (ВЛ);
- влияние насыщения измерительного трансформатора тока при КЗ;
- влияние мгновенного значения напряжения в месте КЗ (угол возникновения КЗ);
- влияние изменения режимов нагрузки ВЛ;
- наличие взаимоиנדукции с другими ВЛ;
- неопределенность и неустойчивость величины переходного сопротивления в месте КЗ;
- наличие ответвлений;
- отсутствие транспозиции или неполный цикл транспозиции.

Таким образом, широко применяемые в настоящее время дистанционные устройства ОМП по ПАР обладают существенным недостатком – необходимостью отслеживания изменений параметров режимов, как правило, колеблющихся в значительных пределах [3, стр. 13].

Предлагаемый метод. Для улучшения точности параметров предлагается способ определения места КЗ по мгновенным значениям токов и напряжений.

В данном способе определение места повреждения производится по параметрам переходного режима КЗ. Алгоритм ОМП реализует следующие операции:

- через четверть периода фиксируются фазные токи и напряжения без нулевых составляющих;
- согласно

$$u(t) = \frac{2u(t) - u\left[t - \frac{T}{2}\right] - u\left[t + \frac{T}{2}\right]}{2} \quad u'(t) = \frac{u\left[t + \frac{T}{4}\right] - u\left[t - \frac{T}{4}\right]}{2}$$

вычисляются их вторичные параметры;

- на каждом интервале согласно

$$u_1(t) = \frac{ua(t) + \frac{ub(t + \frac{T}{4}) - uc(t + \frac{T}{4})}{\sqrt{3}}}{2} \quad u_2(t) = \frac{ua(t) - \frac{ub(t + \frac{T}{4}) - uc(t + \frac{T}{4})}{\sqrt{3}}}{2}$$

определяются вторичные токи и напряжения прямой и обратной последовательностей;

- по

$$\operatorname{Re}(u_1(t)) = \frac{2u_1(t) - u_1\left[t - \frac{T}{2}\right] - u_1\left[t + \frac{T}{2}\right]}{2} \quad \operatorname{Im}(u_1(t)) = \frac{u_1\left[t + \frac{T}{4}\right] - u_1\left[t - \frac{T}{4}\right]}{2}$$

определяются действительные и мнимые части вторичных комплексов токов и напряжений прямой и обратной последовательностей;

– по рассчитанным токам и напряжениям каждого конца линии, используя гиперболические уравнения, производится расчет напряжения поврежденных фаз вдоль линии в предположении, что повреждения нет. С этой целью изменяют длину линии с заданным шагом, (например, через один километр) от нуля до реальной.

– для каждой пары напряжений в результате расчетов получаются два графика изменения модулей напряжения вдоль линии: один при расчете со стороны передающего конца, второй – со стороны приемного. Наложение этих графиков дает точку пересечения, которая является местом КЗ. При этом переходное сопротивление в месте КЗ не влияет на точность ОМП. При очень большом переходном сопротивлении на точность ОМП оказывают влияние погрешности измерения токов и напряжений.

Выводы. Разбор методов ОМП показал, что использование топографических методов усложняется из-за того, что большая часть линий проходит по трудно доступным местам, а этот факт влияет на их точность. Поэтому наиболее целесообразно увеличивать точность дистанционных методов и устройств.

Значительным недостатком наиболее распространенных дистанционных методов является необходимость наблюдения за изменениями параметров режимов, которые в большинстве случаев колеблются в больших пределах. А по предложенному способу место повреждения определяется точно, если принятые при расчете параметры линии совпадают с реальными, а линия описывается гиперболическими уравнениями. Такая модель линии позволяет определять место повреждения и при отключенной ее с одного конца. Чем длиннее линия, тем точнее определяется место повреждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях./ М.: Энергоиздат, 1982. – 132 с.
2. Аржанников Е.А., Чухин А.М. Методы и приборы определения места короткого замыкания на линиях: Учебное пособие/ Ивановский государственный энергетический университет Иваново, 1998.- 74 с.
3. Смирнов А.Н. Волновой метод двухсторонних измерений для определения места повреждения воздушной линии электропередачи 110 – 220 кВ: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского, Москва, 2015. -243.

РАЗРАБОТКА БЕЗОБЖИГОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНОВ.

Е.В. Лазаревич, Н.Е. Никитенко, А.А. Гилевич

Научный руководитель: А.А. Орлов

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет),

Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, 454080

E-mail: orlovaa@susu.ru

DEVELOPMENT OF NONFIRED MATERIALS BY SERPENTINE.

E.V. Lazarevich, N.E. Nikitenko, A.A. Gilevich

Scientific Supervisor: A.A. Orlov

South Ural State University (national research university), 76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, Russia, 454080

E-mail: orlovaa@susu.ru

***Abstract.** In the article the prospects of obtaining materials based on serpentine rocks (by-product of production of asbestos) are described. Methods and materials are described. The effect of phosphoric acid concentration on strength and density of the serpentine-phosphate systems are shown. The acid concentrations for the high compression strength are shown. Advanced research in this area and ways of development are established.*

Введение. Традиционный и наиболее распространенный способ получения вяжущих веществ строительного назначения – это обжиг. Обжиг требует значительных материальных, временных и финансовых затрат. Так же, в процессе обжига происходит выделение вредных веществ (например – CO₂), что отрицательно сказывается на экологической обстановке. Эта проблема свойственна и магнезиальным вяжущим системам.

Одним из способов решения этих проблем является использование необожженных магнезиальных пород [1, 2, 3, 4] и специального затворителя, например, ортофосфорной кислоты. При этом брусит, магнезит и доломит также взаимодействуют с ортофосфорной кислотой очень быстро, с выделением большого количества тепла и газов (водяного пара или углекислого газа), что препятствует получению на их основе материала [5]. Приемлемой скоростью реакции обладают композиции на основе природных магнезиальных силикатов, что сделало их композиции с ортофосфорной кислотой объектом данного исследования.

Материалы и методы исследования. В работе использовали ортофосфорную кислоту 70 % концентрации (ГОСТ 6552-80 «Кислота ортофосфорная. Технические условия»).

В качестве минерального порошка в вяжущей композиции использовали тонкоизмельченный серпентин (3MgO·2SiO₂·2H₂O) Киембаевского месторождения (основной минерал серпентин с примесью брусита), который является побочным продуктом добычи асбеста и представляет собой порошок серого цвета с тонкостью помола по остатку на сите № 02 от 8 до 10 % [6]. Серпентинитовая порода измельчена до удельной поверхности 1800 см²/г, имеет состав: SiO₂ – 37,45%, Al₂O₃ – 1,53%, Fe₂O₃ – 8,32%, CaO – 2,23%, MgO – 36,24%. Методы испытаний представлены в таблице 1.

Плотность и прочность при сжатии серпентин-фосфатного камня определяли в соответствии с требованиями ТУ 5744-001-60779432-2009. Подвижность смесей, полученных в ходе работы, очень

различалась, для ее определения использовали 2 методики. По первому варианту (Н) – подвижность определяли по глубине погружения иглы прибора Вика в тесто, смесь штыковали в два подхода по 15 раз. По второму варианту (D) подвижность определяли по диаметру расплава лепешки из теста на встряхивающем столике (ГОСТ 310.4-81), смесь штыковали в два подхода: 15 раз и 10 раз; столик встряхивали 20 раз.

Результаты. Основываясь на проведенном литературном обзоре и предварительных экспериментах, был спланирован и реализован двухфакторный эксперимент, факторами в котором являлись:

- 1) количество воды в затворителе от массы серпентина;
- 2) количество кислоты в затворителе от массы серпентина.

План-матрица эксперимента и свойства полученных композиций представлены в таблице 1 и на рисунке 1

Таблица 1

Свойства серпентин-фосфатного камня

№	Содержание воды	Содержание кислоты	Подвижность, мм	Вид подвижности*	Плотность, г/см ³	Прочность, МПа
	Значение, %	Значение, %				
1	0	21,4	3	Н	2,04	55,2
2	15	21,4	127	D	1,70	10,0
3	28,6	21,4	201	D	1,26	5,3
4	0	35	113	D	1,88	25,3
5	15	35	195	D	1,35	7,5
6	28,6	35	246	D	1,14	3,9
7	0	50	142	D	1,56	12,1
8	15	50	208	D	1,18	6,4
9	28,6	50	280	D	0,98	2,7

Для проведения эксперимента изготавливали образцы кубики 2х2х2 см из теста, которое получали затворением молотого серпентина раствором ОФК различной концентрации. У теста определяли подвижность. У камня вяжущего определяли предел прочности при сжатии и плотность в 28 суток твердения, равномерность изменения объема..

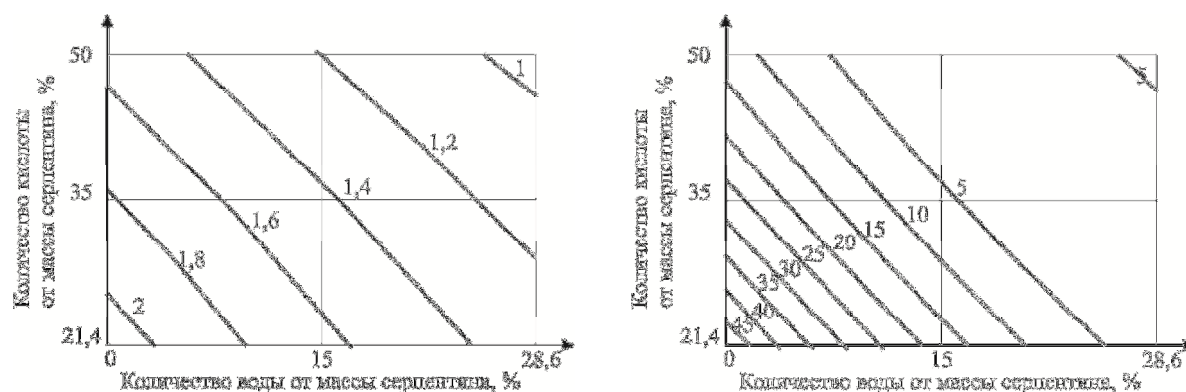


Рис. 1 – Зависимость а – плотности, б – прочности серпентин-фосфатного камня в от количества кислоты и воды

Из зависимости представленной на рисунке 1 можно сделать вывод, что увеличения количества воды и/или кислоты в затворителе приводит к снижению плотности камня. Такой эффект связан: во-

первых, с увеличением газовой выделения при снижении плотности затворителя (разбавлении кислоты водой); во-вторых, при увеличении количества затворителя, закономерно увеличивается количество фосфатов магния в серпентин-фосфатном камне, плотность которых ниже, чем у исходного серпентина.

Заключение. Зависимость изменения прочности при сжатии от факторов соответствует изменению плотности, т.е. чем выше плотность, тем выше прочность.

Прочность исходного серпентина составляет около 100 МПа, что значительно выше прочности фосфатов магния, таким образом, чем больше количество затворителя, тем больше исходной породы переходит в фосфаты, тем ниже прочность камня. Увеличение газовой выделения поризует структуру, так же закономерно снижая прочность серпентин-фосфатного камня.

При увеличении количества кислоты относительно массы серпентина (компонента, содержащего MgO) изменяется фазовый состав, получаемого материала. Так при низких дозировках (недостатке кислоты) должен формироваться однозамещенный фосфат магния MgH_2PO_4 , а при высоких – образуются дву- и трехзамещенные фосфаты ($MgHPO_4$ и $Mg_3(PO_4)_2$) [4]. Данный фактор должен оказывать значительное влияние на свойства серпентин-фосфатных композиций, в том числе и на прочность, однако нуждается в исследовании. Необходимо проведение исследований с целью установления влияния фазового состава на свойства, получаемых композиций.

Статья выполнена при поддержке Правительства РФ (Постановление №211 от 16.03.2013 г.), соглашение № 02.A03.21.0011

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернова Е. А. К вопросу о применении фосфатных связующих в композициях с карбонатсодержащими отходами промышленности. / Е. А. Чернова // XVII Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии» – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 год. – 480 с.
2. Нурбатуров К. А. Эффективный способ поризации силикатных систем для производства теплоизоляционных жаростойких материалов / К. А. Нурбатуров, А.А. Родионова, В.А. Югай, А.В. Кан // Известия научно-технического общества «КАХАК» – 2007, № 1(16). – С. 102.
3. D.A. Hall, R. Stevens, B. El-Jazairi The effect of retarders on the microstructure and mechanical properties of magnesia–phosphate cement mortar // Cement and Concrete Research. – 2001 year. vol. 31, is. 3. P 455–465.
4. Судакас, Л.Г. Фосфатные вяжущие системы. Спб.: РИА «Квинтет», 2008. 260 с.
5. Соколова С.В. Влияние структурно-энергетических характеристик гидрооксидов металлов на их химическое связывание с ортофосфорной кислотой с целью получения фосфатных связующих для жаростойких бетонов / С.В. Соколова // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 9. – С. 29–31.
6. Крамар Л.Я. Применение серпентиновых отходов добычи хризотил-асбеста в производстве строительных материалов / Л.Я. Крамар, Т.Н. Черных, А.А. Орлов, Прокофьева В.В. // Сухие строительные смеси. – М: Композит XXI век. – 2011 год. С. 14–16.
7. Тер-Григорян, М. С. Химические основы технологии и применения фосфатных связок и покрытий / М. С. Тер-Григорян, Е. Н. Зедгенидзе, М. М. Сычѳв и др. // ЖПХ. – 1981. – LIV. – №9. – С. 2044-2048.

УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА АНГИДРИТОВЫХ ВЯЖУЩИХ

О.В. Волкова, А.И. Курмангалиева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Л.А. Аниканова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: v.olga.nikitina@gmail.com

THE PROPERTIES OF DRY CONSTRUCTION MIXTURES ANHYDRITE BINDERS

O.V. Volkova, A.I. Kurmangalieva

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor L.A. Anikanova

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

E-mail: v.olga.nikitina@gmail.com

Abstract. *The possibility of using gypsum-containing wastes of hydrofluoric acid processing in production of building materials is considered. The article presents one of the ways to control the properties of dry construction mixtures anhydrite binders is introduction of modifying additives. Found that the adhesion strength of mortar increases by 60 % with the introduction of additives has VINNAPAS RI 551 Z in the amount of 0.3 % by weight of the binder.*

Введение. По результатам литературных данных и проведенных исследований требуемый уровень и стабильность качества сухих строительных смесей обеспечиваются путем управления процессами их изготовления на всех этапах жизненного цикла продукции, начиная от обоснования выбора исходного сырья, приготовления сухих смесей и заканчивая сервисным обслуживанием и утилизацией. При твердении материалов необходимо обеспечение сродства и формирование сильных связей между компонентами, что является гарантией высоких эксплуатационных характеристик [1]. Это положение в полной мере относится и к ангидритовым сухим строительным смесям, использование которых возрастает.

Для получения отделочных материалов используют в основном гипсовые и ангидритовые вяжущие [2, 3], однако способы управления основными свойствами сухих строительных смесей с использованием указанных вяжущих изучены недостаточно. Авторами изучены вопросы управления качеством ангидритовых и ангидритсодержащих вяжущих (фторангидрита) и отделочных материалов на их основе, представленные на рис. 1.

По данной модели для регулирования свойствами вяжущих с целью повышения водостойкости и долговечности необходимо использовать дополнительно известь-пушонку и портландцемент, которые обеспечивают образование структур повышенной водостойкости. Микронаполнители обеспечивают пуццоланизирующий эффект и является центром кристаллизации растворимого ангидрита, основного компонента вяжущего, при этом обеспечивают хорошую воздухо- и паропроницаемость отделочного слоя. Для фторангидритовых систем наиболее предпочтительными являются наполнители с функцией армирования и каркасообразования, поскольку твердение фторангидритового вяжущего сопровождается незначительной усадкой и невысокой прочностью при изгибе. В качестве каркасообразующего

компонента использован песок Томской судоходной компании фракции менее 1,25. В качестве основного вяжущего использован фторангидрит, характеристики которого изучены в работе [4].

Проведенные исследования показали, что после отсева фракции песка 1,25-2,5 песок имеет минимальную межзерновую пустотность при соотношении фракций $0,63:0,315 = 70:30$. Исследования проведены на составах фторангидритовых вяжущих с добавкой 15% строительного гипса [5].

По результатам исследований влияния мелкого заполнителя на свойства фторангидритового вяжущего установлено, что повышение содержания песка более 30 % от массы вяжущего существенно снижает прочностные характеристики вяжущего, снижает его пластичность, удобоукладываемость и однородность.

В качестве функциональных (модифицирующих) добавок рационально использовать традиционные добавки, применяемые для ангидритовых вяжущих и обеспечивающие необходимые свойства отделочным смесям (ускорение сроков схватывания, повышение адгезии к основанию, водоудерживающая способность, повышение прочности при сжатии).



Рис. 1. Способы управления свойствами отделочных сухих строительных смесей

По результатам литературных данных и результатам собственных исследований отечественные гипсовые и ангидритовые сухие строительные смеси имеют низкую адгезию к основанию, это связано с отсутствием химического сродства с подложкой, невысокими когезионными связями по толщине растворного слоя и невозможностью использовать достаточное количество импортных редиспергируемых добавок, повышающих величину адгезии к основанию.

При проведении исследований по влиянию различных добавок на адгезионные свойства штукатурного состава использованы следующие добавки: МЦ-100, Винавил 55/5 P и Винапас RI 55/ Z. Результаты проведенных исследований представлены на рис. 2.

Установлено, что наибольшей величиной адгезионной прочностью обладают растворы с добавкой Винапас RI 55/ Z в количестве 0,3 % от массы вяжущего, при этом наблюдается смешанный вид отрыва.

Пористость основания не оказывает существенное воздействие на величину адгезии, представленных добавок, кроме Винавил 5515 P и Винапас RI 551 Z, которые увеличивают адгезионную прочность на 33 % и 60 % соответственно по сравнению с пористым основанием. Повышение адгезионной прочности связано по всей видимости, со снижением скорости капиллярного водопоглощения и протеканием реакции полимеризации добавок растворной смеси на поверхности основания и в порах [5].

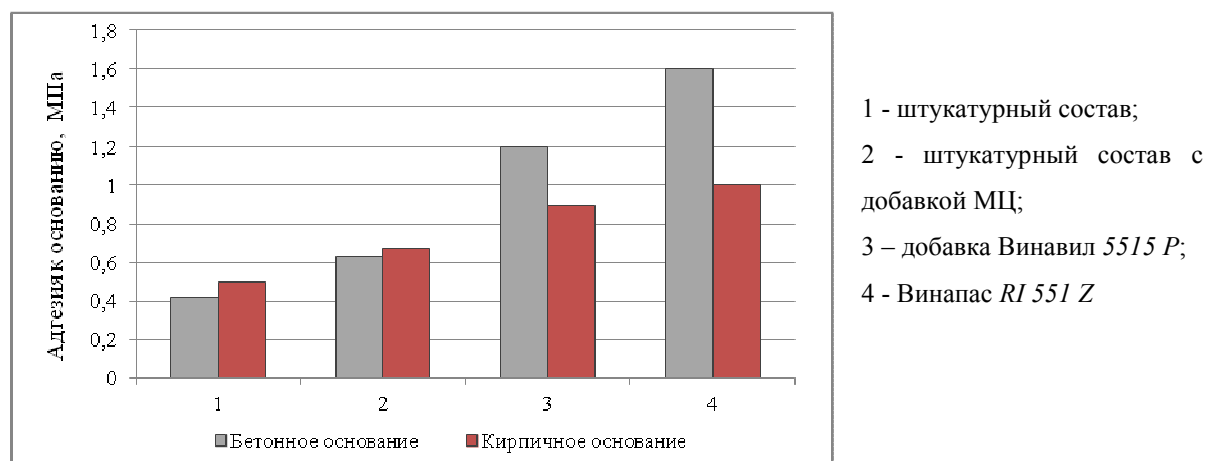


Рис.2. Исследование величины адгезии растворов из сухих строительных смесей с добавками

Особенностью разработанных штукатурных составов является максимальное использование фторангидритового сырья и местного заполнителя в виде песка, однако применение полимерных добавок является обязательным для получения смесей с высокими эксплуатационными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копаница, Н.О. Композиционные строительные материалы на основе модифицированных торфов: дис ...д-ра техн. наук / Копаница Наталья Олеговна. – Казань, 2003. – 335 с.
2. Гонтарь, Ю.В. Сухие строительные смеси на основе гипса и ангидрита // Ю.В. Гонтарь, А.И. Чалова; под общей редакцией А.Ф. Бурьянова. – М.: Де Нова, 2010. – 214 с. ил.
3. Гугучкина, М. Ю. Сухие строительные смеси на гипсовом вяжущем повышенной огнестойкости / Гугучкина М. Ю.// III международный семинар-конкурс молодых ученых и аспирантов, работающих в области вяжущих веществ, бетонов и сухих смесей: сборник докладов. СПб.: Издательство «АлитИнформ», 2012. – С. 44-49.
4. Аниканова, Л.А. Исследование фторангидритового сырья для получения композиционных вяжущих / Л.А. Аниканова, О.В. Волкова, А.И. Курмангалиева, К.С. Волков // Вестник ТГАСУ. – № 4. – 2015 г. – С. 160-170.
5. Anikanova L.A. The influence of polymer-silicate liquid on water resistance of composite binders of acid fluorides / L.A. Anikanova, A.I. Kudyakov, O.V. Nikitina, E.V. Mitrokhina // 2.Weimarer gipstagung, Weimar, Bundesrepublik Deutschland: Tagungsbericht, 26.-27. März 2014 – С. 183-190

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРЕДЕЛОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ РЕЗЕРВУАРА С УЧЕТОМ ЭЛЕМЕНТОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ
ЖЕСТКОСТИ**

А.А. Грученкова, П.В.Чепур

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

Тюменский индустриальный университет,

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

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

**THEORETICAL SUBSTANTIATION DEFORMATION LIMITS OF TANK STEEL STRUCTURES
INCLUDING THE ELEMENTS OF ADDITIONAL RIGIDITY**

A.A. Gruchenkova, P.V. Chepur

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

Industrial University of Tyumen, Russia, Tyumen, Volodarskogo str., 38, 625000

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

***Annotation.** The article considers the estimating problem of allowable values differential settlement of the vertical steel tank bases and foundation. According to the results of calculations using the finite element method proposed criterial dependences allowing to determine the maximum permissible value of the residue VST-20000.*

Введение. Нередко случаи аварий вертикальных стальных резервуаров для хранения товарной нефти сопровождаются огромными материальными и экономическими издержками, а также значительным экологическим ущербом. Так, статистический анализ результатов технического обследования [1] показал, что 46% всех аварий РВС вызваны неравномерными осадками основания. Требования к назначению величины неравномерной осадки резервуаров, представленные в отечественных и зарубежных нормативных документах, имеют существенные отличия, поэтому авторами была поставлена цель получить теоретически обоснованные критерии для величины допустимой осадки наиболее распространенного в РФ резервуара РВС-20000. Необходимо отметить, что требования зарубежной нормативной базы не могут быть использованы из-за существенных отличий в конструкциях отечественных и зарубежных резервуаров. Определить зависимости между величиной осадки и напряженно-деформированным состоянием резервуара, а, следовательно, внести изменения в действующую нормативно-техническую документацию, возможно лишь, выполнив численный эксперимент на модели резервуара с максимальной детализацией его конструктивных частей и учетом элементов дополнительной жесткости.

Материалы и методы исследования. Сегодня во многих исследованиях для определения НДС оболочки авторы используют метод конечных элементов, основанный на дискретизации геометрической модели. Так, авторами была поставлена задача разработать модель резервуара РВС-20000, которая бы позволила определять распределение напряжений и деформаций в металлоконструкциях при любых величинах неравномерной осадки по данным нивелировки, учитывающая также элементы дополнительной жесткости. При создании такой модели РВС-20000 было выполнено покоординатное

построение окрайки, центральной части днища, кольца жесткости, балочных и листовых конструкций кровли и элементов дополнительной жесткости и всех основных узлов. При решении задач деформирования металлоконструкций резервуаров методом конечных элементов используется выражение (1):

$$[K]\{q\} = \{P\} \quad (1)$$

где $[K]$ - глобальная матрица жесткости конечно-элементной модели, $\{q\}$ - вектор узловых перемещений системы; $\{P\}$ - вектор внешних узловых сил.

Для определения узловых перемещений q составляется глобальная матрица жесткости K и в соответствии с действующими нагрузками задаются векторы внешних узловых сил. Затем решаются системы линейных алгебраических уравнений с использованием итерационных методов, после чего, в точках интегрирования элементов вычисляются деформации и напряжения в металлоконструкциях. При разработке конечно-элементной модели было введено граничное условие, определяющее упругое закрепление фундаментного кольца и центральной части днища в контакте с грунтовым основанием [1]. Для модели был принят коэффициент постели равный 200 МН/м^3 , соответствующий искусственно уплотненному песчано-глинистому грунту. В модели учитываются: нелинейное влияние ветровой нагрузки (для V ветрового района – 600 Па), снеговая нагрузка с учетом снеговых мешков (для V снегового района – 3200 Па), гидростатическая нагрузка от столба нефти с плотностью 865 кг/м^3 , избыточное давление паров нефти (250 Па), вес стационарного оборудования (400 кН), что соответствует наиболее неблагоприятному сочетанию нагрузок. После построения геометрии проводилось разбиение модели конечно-элементной сеткой. Моделирование зоны неравномерной осадки выполнялось путем вырезки сегмента фундаментного кольца размером L [2, 3] - величины зон варьировались от 12 до 72 м, максимальные вертикальные составляющие осадки принимались в пределах от 10 до 100 мм. Всего проведено 78 вычислений при четырех основных влияющих факторах: тип геометрической модели РВС, величина просадочной зоны, значение вертикальной составляющей осадки и характер нагружения.

Результаты. По результатам численного эксперимента получены эпюры перемещений и напряжений в металлоконструкциях РВС при различных величинах неравномерной осадки и условиях нагружения, в том числе и для узлов сопряжения элементов условной жесткости со стенкой РВС. Для каждого расчета получена матрица перемещений, деформаций, напряжений в нейтральном, внутреннем и наружном слоях оболочки. Так, установлено, что при осадке резервуара на величину 30 мм возникают недопустимые напряжения в области присоединения ПРП к стенке. В случае осадки РВС более чем на 80 мм появляются опасные напряжения в усиливающем воротнике трубопровода аварийного сброса. Обработав результаты численного эксперимента по 78 вычислениям, удалось построить обобщенную зависимость (2), определяющую границы деформирования РВС-20000 при развитии неравномерной осадки:

$$u_{\max} = AL^3 + BL^2 + CL + D \quad (2)$$

где $u_{\max}$ - величина вертикальной составляющей осадки РВС-20000, L - длина сектора зоны неравномерной осадки, $A = 6 \cdot 10^{-4}$, $B = -6,15 \cdot 10^{-2}$, $C = 2,26$, $D = -7,3$.

Так, если величина осадки превышает значение $u_{\max}$, то деформации оболочки вызваны браком строительно-монтажных работ – были заложены при вводе РВС в эксплуатацию изначально.

Основным результатом численного эксперимента являются полученные обоснованные критериальные зависимости, определяющие предельно допустимую величину осадок РВС-20000. В статье предложены критерии допустимых значений неравномерной осадки РВС, уравнение для определения допустимого уровня разлива нефти ($h_{взл}$, мм) при наличии узла ПРП без компенсаторов.

Таблица 1

Критерии определяющие, предельно допустимую величину осадок резервуара РВС-20000

Допустимые значения неравномерной осадки						
L , м	12 м	14 м	18 м	24 м	36 м	72 м
u_{max} , мм	≤ 12	≤ 15	≤ 17	≤ 18	≤ 20	≤ 42
Уравнение для определения допустимого уровня разлива нефти при осадке РВС-20000 с узлом ПРП без системы компенсации (S_{max} – максимальное значение общей осадки, мм):						
$h_{взл} \leq -4,4 \ln S_{max} + 15$						
Предлагаемая предельно допустимая величина осадки РВС-20000 при наличии трубопровода ГУС [2]:						
$S_{max} \leq 22$ мм ($\sigma_{экв} = [\sigma] = 188$ МПа), $S_{max} \leq 30$ мм ($\sigma_{экв} = \sigma_m = 325$ МПа)						
Предлагаемая предельно допустимая величина осадки РВС-20000 при наличии трубопровода аварийного сброса:						
$S_{max} \leq 80$ мм ($\sigma_{экв} = [\sigma] = 188$ МПа), $S_{max} \leq 145$ мм ($\sigma_{экв} = \sigma_m = 325$ МПа)						

Выводы. В результате исследования разработана расчетная схема и получена модель для расчета напряженно-деформированного состояния РВС при развитии неравномерных осадок оснований в неосесимметричной постановке, также получены значения деформаций и напряжений, характеризующих собственную жесткость РВС-20000 при различных величинах зоны неравномерной осадки, интервалы которой укладываются в 92 % всех случаев неравномерных осадок РВС-20000, эксплуатируемых в настоящий момент на территории Западной Сибири. Также установлены зависимости между задаваемым сектором зоны депланации и максимальной величиной вертикальной составляющей неравномерной осадки РВС-20000, характеризующие конструктивную жесткость резервуара. Определены области возникновения предельных состояний, в соответствии с которыми принимается решение о необходимости ремонта или возможности продолжения эксплуатации резервуара при условии технического обоснования.

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. Чепур П.В., Тарасенко А.А., Грученкова А.А., Антонов И.В. Численный анализ влияния жесткости газоравнительной системы при развитии осадок резервуара // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-6. С. 1292-1296.
3. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Грученкова А.А., Соколов С.С. Оценка влияния трубопроводов системы подслоного пожаротушения на напряженное состояние резервуара при осадке основания // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-8. С. 1698-1702.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛЬНОГО СТРОЕНИЯ

Д.С. Горкольцева

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.О. Копаница

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: gorkoltsevadina@gmail.com

GEOMETRIC CALCULATION OF GEODESIC DOME STRUCTURE

D.S. Gorkoltseva

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.O. Kopanitsa

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

E-mail: gorkoltsevadina@gmail.com

Abstract. Research work was aimed at the development of experimental models of the dome structure, a key role in research studies is playing skeleton design features.

Геодезический купол — сферическое архитектурное сооружение, собранное из деревянных балок, образующих геодезическую структуру, благодаря которой сооружение в целом обладает хорошими несущими качествами [1]. Геодезический купол является несущей сетчатой оболочкой. Форма купола образуется благодаря особому соединению балок — в каждом узле сходятся ребра слегка различной длины, которые в целом образуют многогранник, близкий по форме к сегменту сферы [2].

Изучены конструктивные особенности геодезического купола и его составных элементов. На основе полученных данных были разработаны основные документации по расчету купольной конструкции.

Для определения конструктивных элементов был проведен расчет раскладки панелей, который состоит из треугольных граней, размеры представлены в таблице 1.

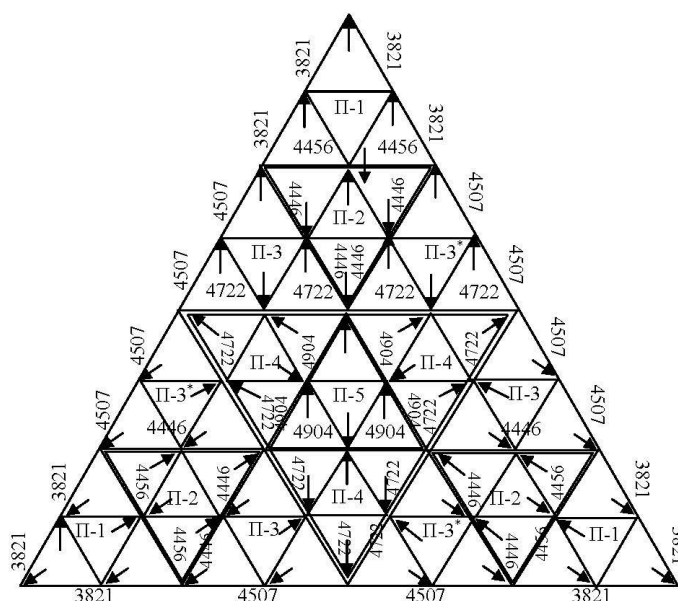


Рис. 1. План раскладки панелей на 1/5 части купола.

Таблица 1

Размеры треугольных граней

№ п.п	Обозначение элемента	Кол-во, шт.	Длина между точками на сфере, м	Угол наклона элемента, град °
1	ЭЛ-1	20	3,821	7,27
2	ЭЛ-2	15	4,446	8,49
3	ЭЛ-3	20	4,456	8,59
4	ЭЛ-4	30	4,507	8,47
5	ЭЛ-5	30	4,722	9,0
6	ЭЛ-7	15	4,904	9,35
	всего	130		

Настил выполнен из досок сечением 32х150 мм [3]. Расчетный пролет принимаем равным 1 м (максимальное расстояние между ребрами) [4]. Полная распределенная нагрузка на одну доску настила при $\alpha = 50^\circ$ составляет $q_n = 35,5$ кг/м и $q^p = 55,0$ кг/м. Настил работает на косой изгиб, но ввиду его большей жесткости параллельно скату, расчет ведем только на нагрузку, перпендикулярную скату: $q_e^n \cos \alpha = 35,5 \times 0,643 = 22,9$ кгс/м (0,229 кН/м) и $q_e^p = q_n \cos \alpha = 55 \times 0,643 = 35,4$ кгс/м (0,354 кН/м).

Определяем изгибающий момент, действующий в настиле $M = \frac{q_e^p l^2}{8} = \frac{0,354 \times 1}{8} = 0,04425$ кН/м.

Для того, чтобы выполнить расчет кровельных щитов, не обходимо было спроектировать щиты треугольными, со сторонами равными половине длины клееных стержней купола [5].

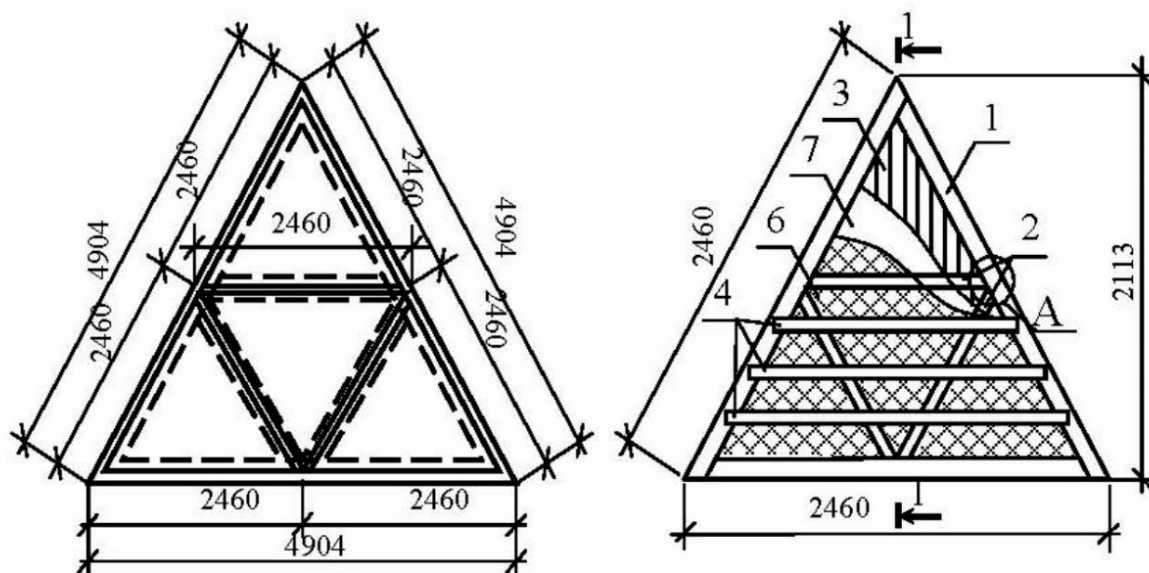


Рис.2.Геометрическая схема панелей, дожато гвоздевой кровельный щит.

Проверяем жесткость настила: $\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{0,352 \times 10^{-3} \times 1^3 \times 12}{10^4 \times 0,15 \times 0,032^3} = 0,0012 < \frac{f}{l} = \frac{1}{150} = 0,0067$.

Ввиду значительного запаса по нормальным напряжениям рабочий настил укладываем с шагом 500 мм, а доски защитного настила принимаем толщиной 22 мм [6].

Проверяем прочность и жесткость настила: $M = \frac{q_l^p l^2}{8} = \frac{0,354 \times 0,5^2}{8} = 0,01106$ кН/м;

$$\sigma = \frac{0,01106 \times 10^3 \times 6}{0,15 \times 0,022^2} = 0,91 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа}; \frac{f}{l} = \frac{5}{384} \times \frac{0,354 \times 10^{-3} \times 0,5^3 \times 12}{10^4 \times 0,15 \times 0,022^3} = 0,00046 < \frac{f}{l} = \frac{1}{150} = 0,0067.$$

Определяем изгибающий момент от монтажной нагрузки $P = 1 \times 1,2 = 1,2 \text{ кН}$ (постоянная нагрузка равна $0,018 \text{ Н/м}^2$), тогда: $M = \frac{Pl}{4} + \frac{ql^2}{8} = \frac{1,2 \times 0,5}{4} + \frac{0,018 \times 0,5^3}{8} = 0,15 \text{ кН} \times \text{м},$

$$\text{и } \sigma = \frac{0,15 \times 10^{-3} \times 6}{0,15 \times 0,022^2} = 12,4 \text{ МПа} < 13 \text{ МПа}. [4].$$

Подбор ребер щитов настила. За расчетный пролет ребра принимаем длину стороны панели, уменьшенную на 1%, то есть $l = 0,99 \times 2,46 = 2,44 \text{ м}.$

В ходе проведенного исследования было выявлено, что при учете усиления ребер щитов настилов, ребра на кручение и косой изгиб не работают. Установлено, что необходимо просчитать нагрузку на ребра приближенно распределенной по закону треугольника.

Перспективы дальнейшего исследования проблемы построения модели и расчета конструкций купольной формы мы видим в более детальном изучении. Результаты исследования могут быть использованы для проведения дальнейших исследований геометрического расчета геодезического купола.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. Ю.С. Лебедев, В.И. Рабинович, Е.Д. Положай. М.: Стройиздат, 1990. – 97 с.
2. Исаева В.В. Фрактальность природных и архитектурных форм // Вестник ДВО РАН. Культура., 2006. № 5. С. 119 – 127.
3. Трофимов В.И., Бегун Г.Б. Структурные конструкции (исследование, расчет и проектирование). М.: Стройиздат, 1972. 272 с.
4. Горколыцева Д.С. Исследование и разработка энергоэффективного купольного строения // Перспективы развития фундаментальных наук. – 2015. №, – 1266 с.
5. Павлов Г.Н. Основные концепции автоматизации архитектурного проектирования геодезических куполов и оболочек // Изв. вузов. Сер. «Строительство». – 2005. № 10. С. 104—108.
6. Липницкий М.Е. Купола. Ленинград: Изд-во лит. по строительству, – 1973. 129 с.

**ПРИГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА С ПОСЛОЙНЫМ ПЕРЕХОДОМ ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В ДЕКОРАТИВНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ
МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЫ**

Д.В. Акст, В.А. Сыромясов, М.С. Дружинин

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

Россия, г.Новокузнецк, ул. Кирова, 42, 654007

E-mail: daniel_axt@mail.ru

**PREPARATION OF A MODEL SAMPLE WITH FIBERWISE TRANSITION TO STUDY
PROCESSES IN THE DECORATIVE CERAMIC MATERIALS OF MATRIX STRUCTURE**

D.V. Akst, V.A. Syromyasov, M.S. Druzhinin

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Stolboushkin

Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007

E-mail: daniel_axt@mail.ru

Abstract. Results of a boundary layer modeling between clay granule and coloring shell from technogenic manganese-containing wastes in decorative ceramic materials with matrix structure is presented. Preparation technique of a model specimen with fiberwise transition "clay granule ↔ coloring shell" for investigation of physico-chemical processes, occurring during matrix composites firing, is expounded.

В последние десятилетия на рынке строительных материалов сложился устойчиво высокий потребительский спрос на цветной керамический кирпич. В связи с этим кирпичные заводы постоянно расширяют номенклатуру выпускаемой продукции, увеличивая выпуск декоративных керамических материалов. На сегодняшний день наиболее популярным у заводчан является классический способ объемного окрашивания изделий. Наряду с преимуществами, главным из которых является полновесное окрашивание кирпича по всей массе, у него имеется и ряд недостатков.

Низкое качество отечественных керамических красителей ограничивает производителя в их выборе. Затраты на импорт зарубежных окрашивающих добавок, а также усложнение технологии декоративной керамики при использовании пигментов приводят к значительному увеличению себестоимости изделий. Также существенным недостатком часто является неравномерное окрашивание поверхности кирпича.

Проведенные исследования показывают, что снижение себестоимости продукции возможно за счет замены импортных пигментов на нетрадиционные виды сырья – техногенные отходы, содержащие в своем составе красящие оксиды металлов [1]. Учитывая высокие темпы накопления минеральных промышленных отходов [2], их использование в производстве декоративного керамического кирпича актуально и позволит улучшить экологическую обстановку промышленных регионов страны.

Ранее авторами были проведены исследования по влиянию марганецсодержащих отходов на объемное окрашивание стеновой керамики в зависимости от способа изготовления изделий [3]. Выявлено выраженное

усиление окраски керамических образцов матричной структуры, приготовленных по разработанному способу [4] в сравнении с образцами полусухого прессования и пластического формования.

Данный способ обеспечивает формирование матричной структуры черепка за счет тонкого помола сырьевых материалов, агрегирования измельченного глинистого сырья в турболопастном смесителе-грануляторе при одновременном увлажнении до формовочной влажности 11...13 % до образования гранул преимущественного размера 1...3 мм, опудривания полученных гранул добавкой отходов для формирования красящего слоя, прессования и обжига изделий. Это приводит к концентрации пигментирующего компонента в матрице и исключает его негативное воздействие на спекание глиняных гранул при обжиге.

Для изучения физико-химических процессов, протекающих при обжиге декоративного керамического материала с матричной структурой, был изготовлен модельный образец (рис. 1), имитирующий на макроуровне зону контакта спеченных из глинистого сырья ядер с окрашивающим компонентом из техногенных отходов. Для повышения степени взаимодействия между переходными слоями на границе ядро-матрица была организована воздушная продувка через внутренний полый цилиндрический канал во время обжига керамического образца.

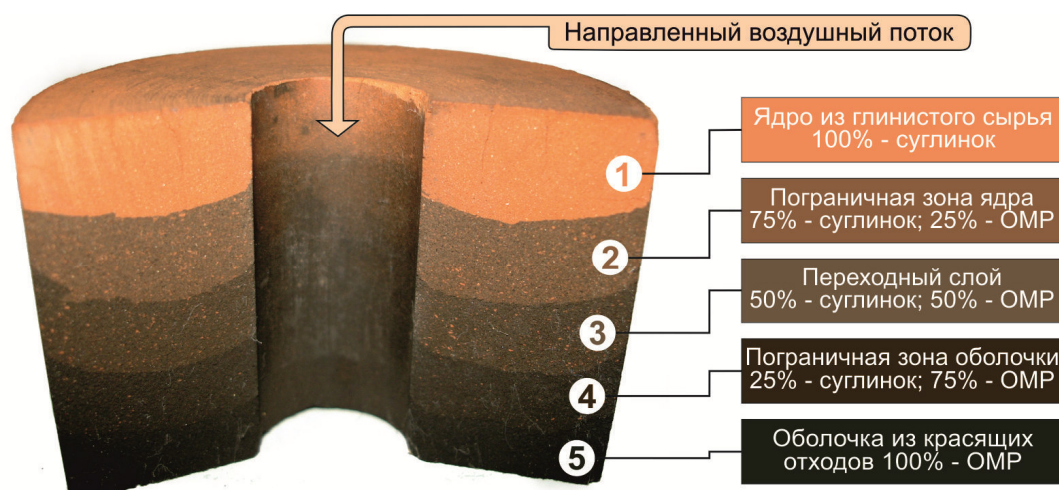


Рис. 1 Разрез модельного керамического образца с послойным переходом от спеченного ядра из глины в окрашивающий декоративный слой на основе отходов обогащения марганцевых руд

В качестве компонента для формирования ядра (заполнителя) матричного композита использовался новокузнецкий суглинок, который относится к легкоплавкому умереннопластичному сырью каолинит-монтмориллонит-гидролюдитового типа с низким содержанием крупнозернистых включений. Для формирования оболочки матрицы использовались отходы обогащения марганцевых руд (ОМР) Селезеньского месторождения Кемеровской области [3].

В настоящей работе модельный образец был изготовлен с общим количеством слоев, равным пяти. При этом распределение компонентов на границе «глиняная гранула ↔ красящая оболочка» интегрально изменяется в общей массе от 100 до 0 мас. % и наоборот. Состав сырьевых смесей для приготовления слоев модельного декоративного керамического образца приведен в таблице 1.

Модельный образец-цилиндр диаметром 60 мм со сквозным отверстием в центре диаметром 15 мм формовался по технологии полусухого прессования. Для этого глинистое сырье высушивалось в

сушильном шкафу до остаточной влажности 2-3 % и измельчалось на лабораторных бегунах до полного прохождения через проволочное сито с размером ячейки 0,63 мм. Отходы ОМР мололись в стержневой мельнице, размер фракции составил 0,1-0,2 мм. В соответствии с предложенными составами шихт (табл. 1) сырьевые компоненты каждого слоя тщательно перемешивались и увлажнялись до одинаковой формовочной влажности 9,5-10 %. Затем точным дозированием полученные пресс-порошки послойно равномерно засыпались в форму для получения переходных слоев одинаковой высоты. Толщина каждого слоя составляла 9-10 мм.

Таблица 1

Состав сырьевых смесей для приготовления слоев модельного образца

Наименование сырья	Содержание компонента в составе шихты в зависимости от номера слоя, мас. %				
	1-ый слой	2-ой слой	3-ий слой	4-ый слой	5-ый слой
Отходы обогащения марганцевых руд	-	25	50	75	100
Новокузнецкий суглинок	100	75	50	25	-

Модельный образец формовался на лабораторном гидравлическом прессе по ступенчатому режиму при удельном давлении прессования 15 МПа. Сушка проводилась в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы. Образец обжигался в муфельной печи при максимальной температуре 1000 °С, с изотермической выдержкой в течении 2 часов. Для организации направленного воздушного потока при обжиге образца (рис. 1) сквозную пустоту с одной стороны плотно закрывали каолиновой ватой, а с другой подводили кварцевую трубку, подсоединенную к компрессору низкого давления (0,014 МПа, производительность 100 л/ч.).

После обжига было проведено визуальное обследование макроструктуры керамического образца. Для этого по диаметру был произведен продольный распил перпендикулярно плоскости слоев. Между слоями можно отметить выраженные зоны контакта и отсутствие трещин между ними, что свидетельствует о нормальном спекании керамического модельного образца.

В настоящее время проводится послойный анализ минеральных фаз с петрографическими и электронно-микроскопическими исследованиями структуры переходных слоев модельного образца, результаты которых будут представлены в отдельной статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Столбоушкин А.Ю. Улучшение декоративных свойств стеновых керамических материалов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. – 2013. – № 8. – С. 24–29.
2. Щукина Л.П., Любова Е.В., Билан И.В., Картавенко М.Ф. Использование техногенных отходов для получения лицевого керамического кирпича // Строительные материалы. – 2010. – № 8. – С. 28–30.
3. Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А., Акст Д.В., Иванов А.И., Дружинин М.С. Получение декоративной стеновой керамики из глинистого сырья и отходов добычи марганцевых руд // Строительные материалы. – 2016. – № 12. – С. 38–44.
4. Пат. 2500647 РФ. МПК С04В 33/132. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко, А.И. Иванов, Г.И. Бердов, О.А. Столбоушкина. Заявлено 20.04.2012; Оpubл. 10.12.2013, Бюл. № 34. – 6 с.

**ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ
ПОД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ С УЧЕТОМ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ГРУНТОВ**

Ю.А. Бабилова, С.А. Арзамасцев

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.В. Родевич

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г. Томск,

пл. Соляная 2, 634003

E-mail: ubabi94@mail.ru

**ASSESSMENT OF THE INTENSE STRAINED STATE OF THE BASE PLATE UNDER PROCESSING
EQUIPMENT TAKING INTO ACCOUNT ACTUAL STATE OF SOILS**

Yu. A. Babikova, S. A. Arzamastsev

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph.D. V.V. Rodevich

Tomsk State University Architectural and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya square, 2, 634003

E-mail: ubabi94@mail.ru

Abstract. *This article is devoted to assessment of the intense strained state of the base plate under processing equipment taking into account actual state of soils*

Введение. Согласно требованиям СП 50-101-2014 «Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений» расчет плитных фундаментов и их оснований необходимо выполнять с учетом взаимодействия грунта основания, плитного фундамента и надфундаментных конструкций. Взаимодействие оснований и фундаментов в расчетах учитывается переменными в плане коэффициентами жесткости (коэффициентами постели). Существует достаточное количество расчетных программ, позволяющих определить эти переменные коэффициенты заранее или в процессе последовательных приближений на основе линейной и нелинейной модели основания.

В 2016 году в плитных фундаментах, выполненных под технологическое оборудование, на одном из действующих предприятий Томской области были зафиксированы чрезмерные деформации и трещины больше предельно допустимых размеров. Для определения причин возникновения данных деформаций и трещин было принято решение выполнить комплекс инженерных исследований, включающих в себя: обследование технического состояния фундаментов, определение физико-механических характеристик материалов разрушающими и неразрушающими методами, определение фактического армирования железобетонных фундаментов, выполнение инженерно – геологических работ, анализ проектной и исполнительной документации, выполнение поверочных расчетов с учетом собранной информации. Конечным результатом проведенных исследований должны быть технические предложения по исключению дальнейших деформаций и трещин фундаментных плит.

Анализ проектной документации позволяет установить, что рассматриваемая плита ПФ23 (рис.1) имеет сложную в плане форму, переменную толщину 0,3; 0,5; и 1,26 м и разные отметки глубины заложения частей плитного фундамента. Анализ результатов расчета показал, что плита рассчитана на действие собственного веса и веса технологического оборудования общим весом 700 т. Расчет при

проектировании плитного фундамента выполнен с учетом постоянного в плане коэффициента постели равного 217 (тс/м)/м^2 .

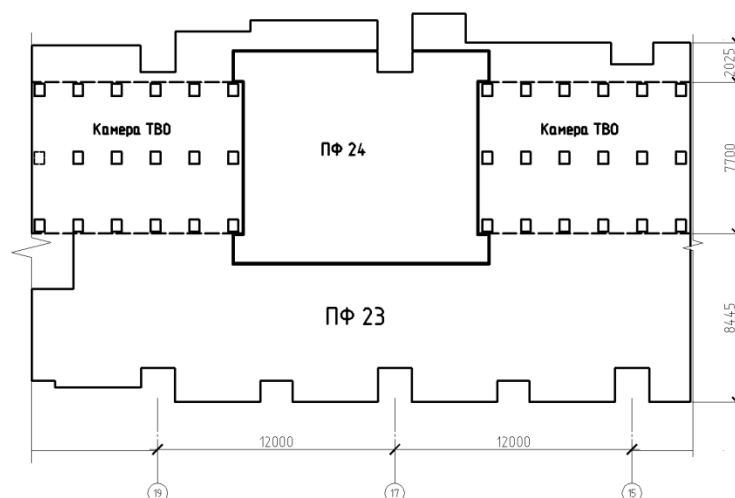


Рис. 1. План фундаментной плиты ФП 23

Поверочный расчет плиты выполнен в ПК «SCAD 21.1». Конструкция плиты замоделирована при помощи конечных элементов КЭ 44 (четырёхугольный КЭ оболочки) (рис.2), тип жесткости элементов задан с учетом определенных фактических физико – механических характеристик. Коэффициенты постели при расчете плиты заданы переменными в плане.

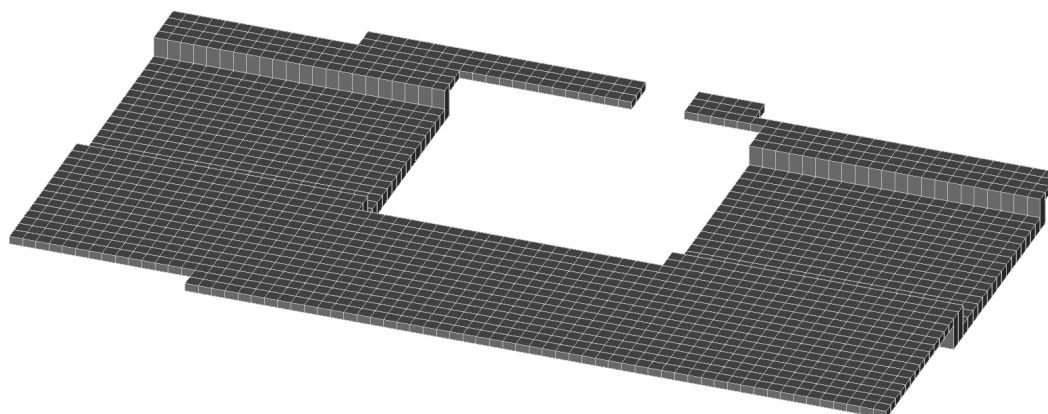


Рис. 2. Расчетная схема фундаментной плиты ФП23

Определение коэффициентов постели под плитой фундамента выполнено программой КРОСС на основе данных инженерно-геологических изысканий, представленных в виде характеристик скважин. Исходные данные для расчета включают информацию о площадке строительства, которая содержит габариты площадки, положение скважин и их характеристики.

Для определения коэффициентов постели было выполнено шесть итераций, используя для каждой следующей итерации значения давления на грунт под плитой фундамента, полученные на предыдущем шаге. В качестве давления на грунт используется величина R_z — реакция грунта. При выполнении первой итерации коэффициенты постели (одинаковые для всех элементов плиты) назначались вручную. После получения значения R_z на каждом следующем шаге итерации в программе КРОСС задается только отметка подошвы.

Закключение. В результате расчета был проведен анализ напряженно – деформированного состояния фундаментной плиты ПФ23. Согласно результатам расчета требуемое армирование превышает проектное решение. В таблице 1 приведено сравнение уточненного (по расчету с переменным коэффициентом постели), фактического и проектного (по расчету с постоянным коэффициентом постели) армирования участка плита расположенного под тепловой камерой.

Таблица 1

Сравнительная таблица армирования фундаментной плиты ПФ23

	Армирование по расчету с постоянным коэффициентом постели	Фактическое армирование	Уточненное армирование по расчету с переменным коэффициентом постели
Верхняя арматура	Ø18 А-III с шагом 200 мм	Ø18 А-III с шагом 200 мм	Ø12 А400 с шагом 200 мм
Нижняя арматура	Ø22 А-III с шагом 200 мм	Ø18 А-III с шагом 200 мм	Ø28 А400 с шагом 200 мм

На основе выполненного расчета разработано техническое решение по усилению, устройством свайного основания под участок фундаментной плиты, расположенный под тепловой камерой, приведенное на рис.3.

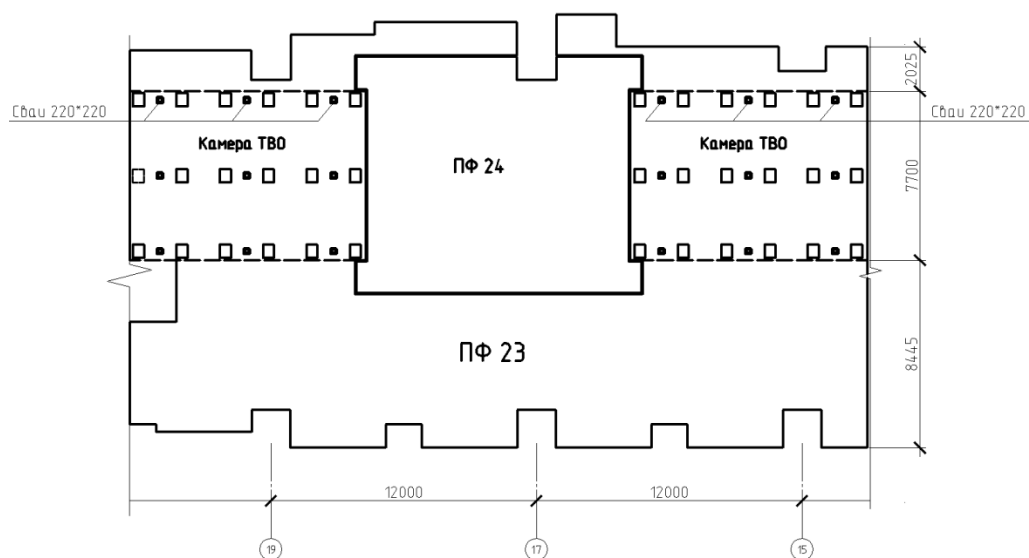


Рис. 3. Схема расположения свай, усиленной части фундаментной плиты ПФ23

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.И. Мальганов, В.С. Плевков, А.И. Полищук. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий. Атлас схем и чертежей. Томск. Томский межотраслевой ЦТИ, 1990, 316 с.
2. А.А. Маляренко, Р.И. Ожогин. Реализация методики расчета жесткостных характеристик грунтового основания в модуле КРОСС программного комплекса SCAD Office.

**ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ ХРИЗОТИЛОВЫМ ИЛИ
БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ НА СВОЙСТВА ФИБРОБЕТОНА**

Е.А. Щеткова

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

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

614010, Россия, г. Пермь, ул. Куйбышева, 109.

E-mail: Elena_schetkova@mail.ru

**INFLUENCE OF PARAMETERS OF REINFORCEMENT OF CHRYSOTILE OR BASALT FIBERS
ON THE PROPERTIES OF FIBER-REINFORCED CONCRETE**

E.A. Shchetkova

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

Perm national research polytechnic university

614010, Russia, Perm, Kuibyshev str., 109.

E-mail: Elena_schetkova@mail.ru

Abstract. *This article is the art of knowing basalt and chrysotile fibers. The study evaluated the effect of fiber on the physical properties of concrete. The introduction of fibers in concrete may be used to increase the tensile strength and crack propagation concrete. Moreover, microarray analysis was performed to assess the extent of chemical interaction and incorporation of fibers in the matrix.*

Введение. В течение последних десятилетий изучаются волокнистые материалы различной природы для дисперсного армирования. Фибровое армирование является эффективным способом увеличения ударной вязкости и прочности при растяжении бетонов. Итоговое влияние волокон зависит не только от вида фибр и концентрации, но и степени распределения фибр в бетонной матрице, от механических свойств волокон и силы взаимодействия их в цементе [1-7]. Базальтовое волокно часто используют для дисперсного армирования фибробетонов, но хризотилевое волокно по своим свойствам потенциально является наиболее оптимальным армирующим компонентом [8-11].

Поэтому в данной работе проводилось сравнение и оценивались физические свойства бетонов, армированных волокнами хризотила и базальта в различных концентрациях. Также проводился микроструктурный анализ для оценки химического взаимодействия и степени включения фибр в работу в матрице бетона.

Материалы и методы исследования. Портландцемент ПЦ 400 Д20 по ГОСТ 10178-85 производства ООО «Искитимцемент» (Новосибирская область); кварцевый песок строительный, просушенный, фракций: 0,19-0,28 мм, 0,31-0,63 мм, до 2,5 мм; для дисперсного армирования использовались два вида волокон: базальтовое волокно – диаметр 10 мкм, длина 12,7 мм; хризотил марки А-2-30, ГОСТ 12871-93 «Асбест хризотилевый - хризотил. Общие технические условия».

Образцы варьировали по составу исходных материалов: хризотилевое и базальтовое волокно добавляли в бетонную смесь в различных концентрациях от 0,2 до 4 % от массы цемента. Исследования проводились в возрасте образцов – 7 и 28 суток.

Результаты. Прочностные характеристики фибробетона, армированного базальтовым и хризотилевым волокном, отражены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты исследований эффективности фибрового армирования бетона

Показатели/варианты опыта		контроль	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Хризотил, %		-	0,2	-	0,5	-	1,0	-	2,5	-	4,0	-
Базальт, %		-	-	0,2	-	0,5	-	1,0	-	2,5	-	4,0
Прочность на сжатие, МПа	7 суток	14,8	15,02	14,9	17,0	16,6	18,0	17,6	18,4	18,2	18,8	18,4
	28 суток	40,2	42,0	41,2	44,9	45,3	46,1	45,8	46,5	46,6	45,5	46,1
Прочность на растяжение, МПа	7 суток	1,97	3,1	3,0	3,8	3,5	4,5	4,0	4,2	4,3	4,0	4,3
	28 суток	5,1	6,3	5,9	7,7	8,2	8,3	8,1	7,9	8,0	8,0	7,9

Образцы контрольного состава разрушались по хрупкому механизму с откалыванием боковых граней, а дисперсно-армированные образцы при испытаниях на сжатие изначально покрывались трещинами без потери формы. При высокой концентрации фибр (4%) образцы не разрушались полностью, хотя он считался разрушенным из-за наличия трещин. Результаты исследования подтвердили более пластичный механизм разрушения армированных образцов. Например, соотношение между прочностью на сжатие к прочности на изгиб для образца, армированного хризотилом в концентрации 1% от массы цемента, оказалась равным 5,56. Что меньше аналогичного показателя для неармированных бетонов, разрушающихся по хрупкому механизму, в 1,5 раза. Прочность образцов на сжатие с армированием хризотилом и базальтом в разные сроки твердения выше аналогичного показателя для контрольных образцов. Предел прочности при изгибе зависит от процента армирования волокнами. Наиболее оптимальным процентом армирования для хризотилевых волокон получился 1%, для базальта – 0,5%. Хотя повышение концентрации волокон хризотила до 4% приводит к небольшому снижению данного показателя из-за сложности в технологии формования образцов. Локальные пучки неравномерно распределенных волокон отрицательно влияли на прочностные характеристики фибробетона.

Результаты микроскопического анализа дисперсно-армированных образцов в 28-дневный срок твердения подтвердили результаты испытаний. На микрофотографиях базальтовое волокно имеет четкие границы между цементной матрицей и фиброй, видимые следы разрушения отсутствовали. На поверхности базальта были обнаружены мелкие новообразования. Микроскопический анализ образцов армированных хризотилом при всех значениях концентрации показал очень плотное обрастание фибр продуктами гидратации цемента. При этом волокна хризотила более тонкие и распушенные в сравнении с базальтом, поэтому структура образцов оказалась более плотной с меньшей пористостью. Это подтвердило более высокую степень включения волокон хризотила в работу в цементной матрице. Высокая концентрация хризотила (4%) приводила к укрупнению пучков волокон в матрице, меньшему их распределению из-за спутывания, приводящая к понижению прочностных значений.

Закключение. Установлен наиболее оптимальный диапазон концентрации волокон хризотила и базальта в зависимости от массы цемента, который обеспечивает прирост прочности на сжатие и прочности на растяжение. Взаимодействие цементной матрицы с волокном хризотила более сильное за счет образования на поверхности большего количества новообразований гидросиликатов кальция, что увеличивало прочностные показатели бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cory High, Hatem M Saliem, Adel El-safty, Sami H Rizkalla, Use Of Basalt Fiber Reinforced Polymer Bars As Flexural Reinforcement, *Construction and Building Materials* 96 (2015), pp. 37–46.
2. Elshafie S., Whittleston G., A review of the effect of basalt fibre lengths and proportions on the mechanical properties of concrete., *International Journal of Research in Engineering and Technology (IJRET)*, January 2015, pp. 458-465.
3. Fathima Irine I.A., Strength aspects of basalt fiber reinforced concrete, *International Journal of Innovative Research in Advanced Engineering (IJIRAE)*, 1 (8) (September 2014), pp. 192–198.
4. Nayan Rathod, Mukund Gonbare, Mallikarjun Pujari, Basalt Fiber Reinforced Concrete, *International Journal of Science and Research (IJSR)*, Volume 4 Issue 5, May 2015, pp. 359 – 361.
5. Василевская, Н.Г. Цементные композиции, дисперсно-армированные базальтовой фиброй / Н.Г. Василевская, И.Г. Енджиевская, И.Г. Калугин // *Вестник ТГАСУ*. - 2011. - № 3. - С. 153-158.
6. Кудяков К.Л. Особенности деформирования бетона с базальтовым волокном и учёт его свойств при расчёте изгибаемых элементов / К.Л. Кудяков, А.В. Невский, А.С. Ушакова // *Материалы Первой Всероссийской научной конференции молодых учёных «Перспективные материалы в технике и строительстве*. - Томск: Изд-во ТГАСУ, 2013. – С. 415-417.
7. Лесовик Р.В., Клюев С.В. Фибробетон на композиционных вяжущих и техногенных песках Курской магнитной аномалии для изгибаемых конструкций // *Инженерно-строительный журнал*. 2012. №3(29). С. 41-47.
8. Саденко Д.С., Ерошкина Н.А., Коровкин М.О. Исследование трещиностойкости бетона с добавкой хризотила и суперпластификатора // *Современные научные исследования и инновации*. 2015. № 1 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46320> (дата обращения: 15.02.2017).
9. Семенов В.С и др. Применение хризотилового волокна для дисперсного армирования строительных растворов. / В.С. Семенов, Т.А. Розовская, А.Ю. Губский, Р.Р. Гареева // *Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе. Сборник научных трудов по материалам IV Международной научно-практической конференции*, СГТУ, 2016, №7, с. 93-97.
10. Щеткова, Е.А., Севастьянов, Р.В.. Хризотил как оптимальный армирующий агент для фибробетонов / Е.А. Щеткова, Р.В. Севастьянов // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура*. – 2015. – №2. – С. 174-191.
11. Щеткова, Е.А., Севастьянов, Р.В. Физико-химические аспекты преобразования хризотил-асбестовых волокон в процессе формирования фибробетонов на основе портландцементных вяжущих // *По материалам VII Всероссийской молодежной конференции аспирантов, молодых ученых и студентов «Современные технологии в строительстве. Теория и практика», Выпуск №4 (Часть I, май, 2015).* / Е.А. Щеткова, Р.В. Севастьянов. – ПНИПУ, 2015. – 10 с.

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ДОБАВКАМИ НАПРАВЛЕННОГО
ДЕЙСТВИЯ**

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

THE MODIFICATION OF CEMENT STONE BASED DIRECTED ACTION

V.A. Efremova, A.S. Simakova

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

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

E-mail: foxis1993@mail.ru

Abstract. *The article presents results of research on the effect of organic and additives containing glyoxal on properties of Cement dough and stone. A complex modifying additives based on liquid glyoxal increasing strength of the cement dough by 35-63% was developed.*

Введение. Характерной особенностью производства цементных бетонов является разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий, предусматривающих широкое применение модифицирующих добавок, местных сырьевых материалов, призванных существенно повысить прочностные характеристики и однородные показатели качества [1]. Среди множества разнообразных вяжущих, применяемых в строительстве, наиболее распространенным является портландцемент. Портландцемент основной исходный компонент в производстве бетона, от его качества и способности структурообразования зависят технические свойства цементных строительных композиций и изделий на их основе. Одним из наиболее перспективных и эффективных способов повышения качества цементных композиций, является введение в его состав добавок, активно влияющих в процессе гидратации цемента на формирование структуры и свойства цементного камня. В основном применяемые добавки являются европейского производства. Поэтому стало актуальным разработка и применение модифицирующих добавок для цементных строительных смесей с российскими органическими и глиоксальсодержащими добавками [2].

Применяемые материалы и методы исследования. В качестве сырьевых материалов при проведении опытных исследований применялся портландцемент Цем I 42,4Н г. и водопроводная вода (ГОСТ 23732-2011). Лабораторные испытания портландцемента проводились в соответствии с национальными стандартами ГОСТ 310-1-76, 310.2-76, 310.3-76 и 310.4-81. В качестве основной модифицирующей добавки использовались: 40 % водный раствор глиоксаля (жидкий) - ТУ 2633-003-67017122-2011 [3]. Для разработки комплексных модифицирующих добавок на основе глиоксаля в качестве дополнительных компонентов применялись молочная и гликолевая кислота, их олигомеры: полимолочная и полигликолевая кислота, а также оксалат кальция.

Исследование влияния добавок на свойства цементного камня проводилось в соответствии со схемой: без добавок (контрольный); кристаллический глиоксаль с содержанием 0,01 % от массы цемента

(GI крист); жидкий глиоксаль в количестве 0,01 % (GI 0.01) и 0,03 % (GI 0.03); гликолевая кислота (GA); молочная кислота (LA), полимолочная кислота (PLA), полигликолевая кислота (PGA) и оксалат кальция (CaOx). Добавка жидкого глиоксаля предварительно разбавлялась водой, выдерживалась 20-30 минут и вводилась в цементное тесто на третьей минуте процесса перемешивания цемента с водой. Доказано, что введение пластифицирующих добавок через две минуты после затворения улучшает ее эффект, чем если вводить в момент затворения. Это связано с выкристаллизовывающимся гидросульфалюминатом кальция, который отвечает за формирование первичной матрицы, (схватываемость), имеет низкую твердость и высокую удельную поверхность. Он адсорбирует весь модификатор на себя, снижая эффективность его действия. По истечению двух минут кристаллы укрупняются и удельная поверхность уменьшается [4].

Исследования глиоксальсодержащих комплексных добавок на прочность на сжатие цементного камня проводились на образцах-кубиках размером 20x20x20 мм из цементного теста нормальной густоты. Образцы после формования хранились сутки в формах в ванне с гидравлическим затвором, затем после расформирования, в воде. Испытания образцов на сжатие проводилось в возрасте 28 суток.

Экспериментальная часть. Прочность при сжатии контрольных образцов из цементного камня с добавками, а также образцов с комплексными добавками определялась испытанием на гидравлическом прессе в возрасте 28 суток. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

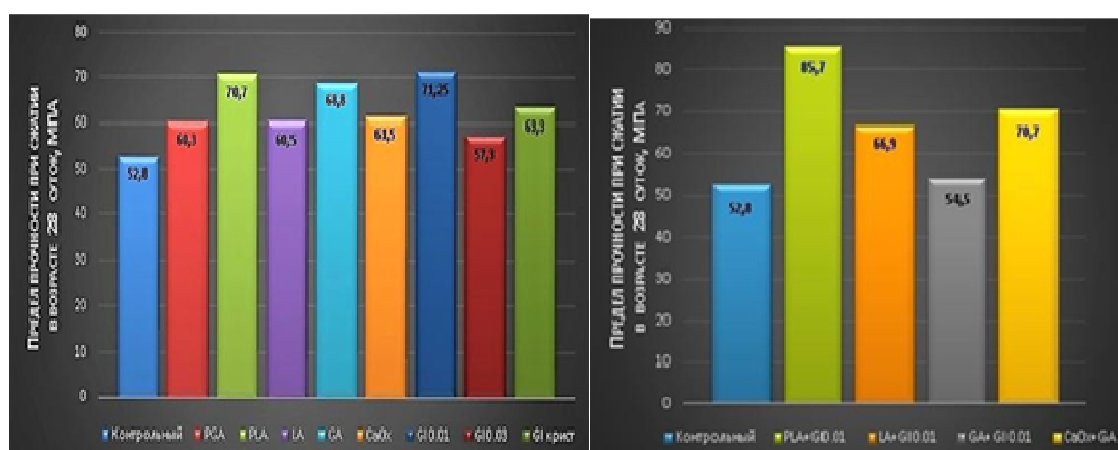


Рис. 1. Предел прочности при сжатии цементного камня в 28 сут. с добавками (слева) и с комплексными добавками (справа)

Как видно из графика на рисунке слева, исследуемые добавки оказывают разное влияние на прочность при сжатии цементного камня. Существенный прирост прочности образцов из цементного камня по сравнению с контрольным образцом (35 %) получен с добавками полимолочной кислоты и глиоксаля 0,01 % (GI 0.01). Добавка гликолевой кислоты (GA) обеспечивает повышение прочностных характеристик цементного камня на 30 %.

Несмотря на значительное количество ранее проведенных исследований добавок на основе глиоксаля по влиянию на свойства цементного теста и камня. В дальнейших исследованиях нами было обосновано несколько вариантов комплексных добавок, в соответствии со следующей схемой: полимолочная кислота и жидкий раствор глиоксаля (PLA+GI 0.01); молочная кислота и жидкий раствор

глиоксаль (LA+GI 0.01); гликолевая кислота и жидкий раствор глиоксаль (GA+GI 0.01); гликолевая кислота и оксалат кальция (GA+CaOx). Результаты определения прочности при сжатии образцов в возрасте 28 суток приведены на рис. 1 (справа).

Наибольшая прочность цементных образцов в возрасте 28 суток (63 %) получена с комплексной добавкой PLA+GI 0.01. Для выявления существенного роста прочности цементного камня при введении комплексной добавки PLA+GI 0.01 проводились рентгенофазовые исследования образцов в возрасте 28 суток. На рис. 2 представлены рентгенограммы цементного камня контрольного состава и состава PLA+GI0.01.

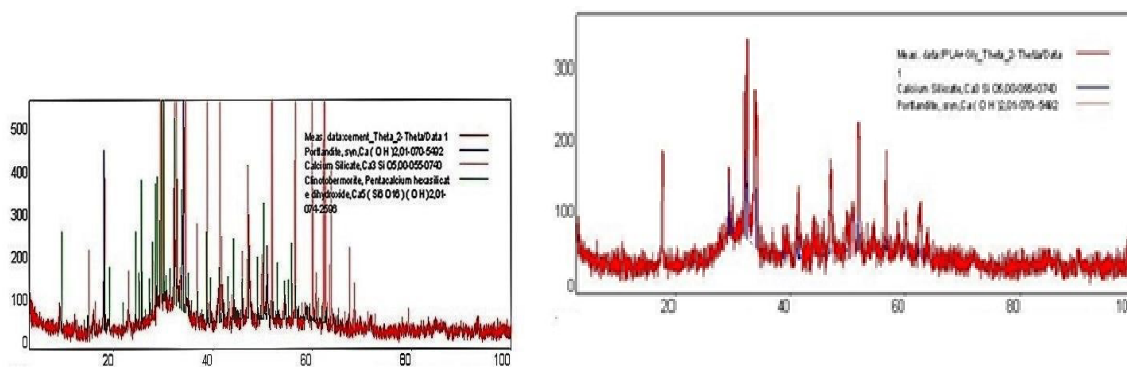


Рис. 2 Рентгенограммы цементного камня контрольного состава (слева) и модифицированного PLA с глиоксалем(справа)

На рентгенограмме рис. 2 виден характерный большой пик в области 9 градусов. Этот пик свидетельствует о большем содержании низкоосновных гидросиликатов. Это можно объяснить тем, что при замедлении гидратации алита, ускорился рост гидратации белита. Размеры кристаллитов от 156 до 590 Ангстрем, область когерентного рассеяния от 7-100.

Закключение. Лабораторными исследованиями показана целесообразность модифицирования цементного камня органическими добавками, установлен наибольший прирост прочности цементного камня с использованием разработанной комплексной глиоксальсодержащей добавкой PLA+GI 0.01, а также с помощью физико-химических исследований изучена структура, которая отличается отличается мелкокристалличностью и большей однородностью.

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. Кудяков А.И., Симакова А.С. Материалы XI международной научной конференции молодых ученых. Теория:. Электронный сборник. - Пенза: Изд-во ПГУАС 2016. – с.44-49.
3. ТУ 2633-003-67017122-2011. Глиоксаль жидкий [Электронный ресурс] <http://novochem.ru/products/crystalline%20glyoxal>. Дата обращения 26.06.2014.
4. Тейлор Х.В.У. Химия цемента. М.: Мир, 1996. 430 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО
АСФАЛЬТОБЕТОНА СО СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ «АРМИДОН»**

Д.А. Ястремский., Ю.Н. Шабанова

Научный руководитель: к.т.н. Т.Н. Абайдуллина

Тюменский индустриальный университет,

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

E-mail: yaster.dmitry@yandex.ru

**INVESTIGATION OF FATAL DURABILITY OF PHASE-MASTIC ASPHALTABETONE WITH
STABILIZING ADDITIVE "ARMIDON"**

D.A. Yastremsky., U.N. Shabanova

Scientific Supervisor: k.t.n. T.N. Abaidullina

Industrial University of Tyumen, Russia, Tyumen, Volodarskogo St., 38, 625000

E-mail: yaster.dmitry@yandex.ru

Abstract. В работе представлены результаты испытания по определению усталостной долговечности щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавками «Viator бб» и «Армидон». Определение усталостной долговечности определялось с помощью системы динамических испытаний Dynarave 130, регламентированной стандартом EN 12697-24.

Введение. Задача повышения долговечности асфальтобетонных покрытий особенно актуальна в настоящее время, как в России, так и за рубежом. В связи с развитием сети автомобильных дорог, важность этой задачи возрастает с каждым годом. В современных условиях наблюдается постоянное увеличение количества транспортных средств и их масса, в то время как нормативная документация к проектированию дорожных покрытий остаётся без изменений [1]. Существующие методы испытаний асфальтобетонов, предусмотренные государственными стандартами РФ, не позволяют в полной мере оценить долговечность материала в эксплуатационных условиях и достоверно спрогнозировать срок службы дорожного полотна, [2-3]. В связи с этим исследования асфальтобетона современными методами, моделирующими реальные условия воздействия автомобиля на дорожное покрытие, является важной задачей.

Материалы и методы исследования. В Европейских странах широкое распространение получили методы оценки усталостной долговечности асфальтобетона, регламентированные стандартом EN 12697-24 [4], в США - стандартами AASHTO TP 8 и AASHTO T 321.

Необходимо отметить, что в странах Европы и Северной Америки были проведены многочисленные испытания [5–6], подтверждающие корреляцию между поведением асфальтобетона в лабораторных условиях и его работой в покрытии.

В данной работе исследование усталостной долговечности асфальтобетонов проводилось с использованием серво-гидравлической системы динамических испытаний Dynarave 130 согласно методу EN 12697-24. Данный метод характеризует поведение асфальтобетона в условиях приложения

повторяющихся нагрузок с использованием схемы на не прямое растяжение. Испытуемые образцы подвергаются воздействию повторяющейся синусоидальной нагрузки, вызывающей растяжение, перпендикулярное оси приложения нагрузки (рис. 1) [7].



(a)



(б)

Рис. 1. а - установка Dynarave 130. б - Испытание образца на усталостную долговечность

Разрушением образца считается момент появления вертикальной трещины. Наступление предела усталости определяется как общее количество циклов приложения нагрузки до разрушения образца. Для испытаний применялись цилиндрические образцы диаметром – 150 мм и высотой – 70 мм, уплотненные с помощью вибропресса АВСII. Образцы были изготовлены из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, содержащих стабилизирующие добавки «Viator 66» и «Армидон». Образцы термостатировались и испытывались при температуре 20 ± 1 °С.

Результаты. Результаты испытаний асфальтобетона с добавкой «Viator 66» и «Армидон» с использованием серво-гидравлической системы динамических испытаний Dynarave 130 приведены в таблице 1. Определение физико-механических показателей щебеночно-мастичного асфальтобетонна с применением вышеперечисленных добавок представлено в работах [8-9].

Таблица 1

Результаты испытаний на усталостную долговечность образцов асфальтобетона с добавкой «Viator 66» и «Армидон»

№ образца	Стабилизирующая добавка	Количество циклов приложения нагрузки	Среднее количество циклов приложения нагрузки
1	Viator 66	303	347
2		383	
3		540	
4		180	
5		331	

6	АРМИДОН	433	412
7		481	
8		360	
9		309	
10		478	

Как видно из приведенных данных, асфальтобетон с добавкой «Армидон» выдержал большее количество циклов приложения нагрузки, что характеризует его большую усталостную долговечность.

Выводы. Экспериментально установлено, что ЩМА-20, содержащий СД «Армидон», выдерживает 412 циклов нагружения образцов асфальтобетона по методу EN 12697-24, а с добавкой «Viator 66» 347 циклов. В связи с чем можно сделать вывод, что ЩМА-20 с применением стабилизирующей добавки «Армидон» лучше сопротивляется усталостным напряжениям. Следовательно срок службы дорожной одежды с применением данной добавки будет выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ястремский Д.А., Абайдуллина Т.Н., Чепур П.В. Проблема повышения долговечности асфальтобетонного покрытия и пути её решения // Современные наукоёмкие технологии. 2016. №3-2. С. 307–310.
2. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчётные схемы нагружения и габариты приближения. М.: Стандартинформ, 2008. – 17 с.
3. ОДМ 218.3.018-2011 Методические рекомендации по определению усталостной долговечности асфальтобетонных покрытий. - М.: Информавтодор, 2012. - 20 с.
4. EN 12697 - 22:2003 Bituminous mixtures - Test methods for hot mix asphalt — part 22: wheel tracking test
5. Мозговой В.В., Онищенко А.Н., Прудкий А.В., Куцман А.М., Жуков А.А., Ольховый Б.Ю., Баран С.А., Головкин С.А., Белан А.А., Мерзликин А.Е., Поздняков М.А. Экспериментальная оценка устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию келейности // дорожная техника : каталог-справочник. СПб., 2010. С. 114–128.
6. Поздняков М.К., Быстров Н.В. о сопротивляемости асфальтобетона колееобразованию // дорожная техника. 2010. С. 80–81.
7. Гладких В.А., Королев Е.В., Хусид Д.Л. Стойкость сероасфальтобетонов к образованию колеи // Вестник МГСУ. 2016. № 12. С. 70–78.
8. Пахомов И.А., Кудоманов М.В., Ястремский Д.А. Определение характеристик водонасыщения образцов ЩМА со стабилизирующей добавкой «Армидон» второго поколения // Сборник статей Международной научно-практической конференции. / отв. Ред. А.А. Сукиасян. –Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. -102 с.
9. Пахомов И.А., Кудоманов М.В., Ястремский Д.А. Сравнение прочностных характеристик асфальтобетона с добавкой «Армидон» в виде гранул и волокон // Сборник статей Международной научно-практической конференции. - Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. -178 с.

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ И СТРУКТУРЫ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО
БЕТОНА ПРИ ВВЕДЕНИИ КОМПЛЕКСНЫХ ДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК**

С.А. Хакимуллина

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Л.В. Ильина

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин),

Россия, г. Новосибирск, Тургенева, 165, 630008

E-mail: s.khachimullina@mail.ru

**CHANGE OF MECHANICAL STRENGTH AND STRUCTURE OF FINE-GRAINED CONCRETE BY
INTRODUCING OF COMPLEX DISPERSED MINERAL ADDITIVES**

S.A. Khachimullina

Scientific Supervisor: Prof., Dr. L.V. Il'ina

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin),

Russia, Novosibirsk, Turgenev St., 165, 630008

E-mail: s.khachimullina@mail.ru

***Abstract.** The properties of concrete are determined by cement stone which is the most flimsy structural component of it. Along with that, the main factor is its porosity, which is negatively correlated with strength. The introduction of mineral additives to concrete on the stage of production is one of the methods to increase its density. Apart from properties of additives, the amount and dispersion are also important to ensure the high efficiency of its action. In this research the optimal ratio for silica fume and diopside was established to achieve the maximum strength properties of material. In the process, there were installed that the compressive strength of fine concrete is 2,5 times higher in comparison with reference.*

Введение. В известных случаях [1-2] минеральные добавки благоприятно влияют на увеличение плотности и прочности, однако, в известных случаях, количество одной и той же добавки колеблется в очень широких пределах. Применение комплексных добавок, состоящих из активной и инертной составляющих, изучение механизма их действия в настоящее время представляет научный интерес и является весьма актуальной темой. В связи с этим, целью данной работы является модифицирование состава мелкозернистого бетона для увеличения плотности и прочности.

Экспериментальная часть. В данной работе использовался портландцемент класса ЦЕМ I 42,5Н, песок с модулем крупности 2,5. В качестве модифицирующих добавок использовались: активная минеральная добавка (микрокремнезем МК-85), инертная минеральная добавка (диопсид), а так же их комплексное введение.

Модифицирование микрокремнеземом. Одним из продуктов реакции алита и белита с водой является гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). При введении в цементную пасту микрокремнезем вступает в реакцию с гидроксидом кальция, образуя новые соединения гидросиликатов кальция, обладающих большей прочностью, чем $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [2], что положительно сказывается на плотности и прочности модифицированного образца. Анализ снимков микроструктуры показал высокую пористость не модифицированного бетона (рис. 1 а). Добавление микрокремнезема существенно изменяет материал,

формируя более плотную структуру с новообразованиями гидросиликата кальция игольчатой структуры (рис. 1 б).

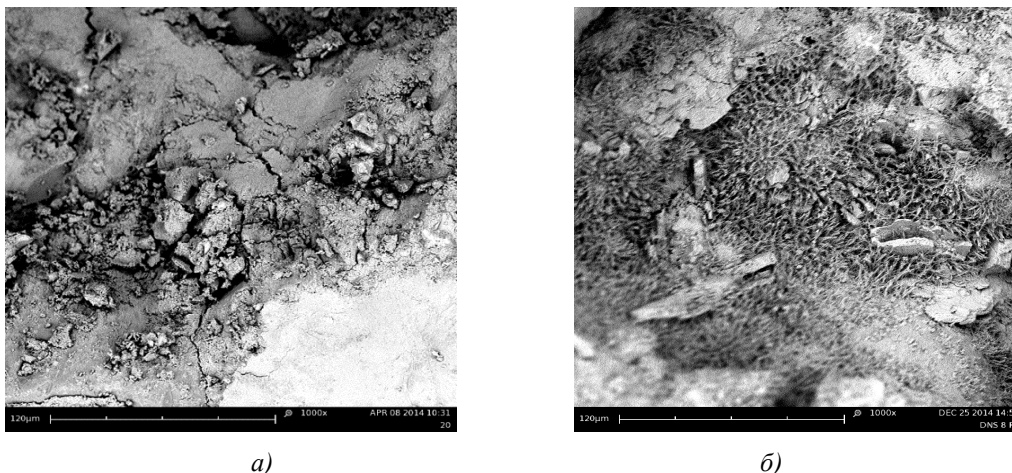


Рисунок 1. Микроструктура образцов при увеличении 1000-крат: а – контрольный образец; б – образец с добавлением микрокремнезема

Массовая доля микрокремнезема варьировалась от 0 до 14 % от массы цемента. Максимальные значения прочности образцов достигаются при 12 % микрокремнезема, при этом прочность на сжатие повышается почти на 55 %, по сравнению с контрольным (бездобавочным) образцом. Дальнейшее увеличение массовой доли добавки приводит к снижению прочностных показателей.

Модифицирование диопсидом. Модуль упругости диопсида больше, чем у цементного камня, и концентрация напряжений, вероятно, будет происходить на частицах добавки, что приведет к увеличению механической прочности образцов. Диопсид был предварительно измельчен в разных мельницах до различной дисперсности. Были получены 3 размера частиц – 52,5 мкм, 10,4 и 8,9 мкм. Массовая доля добавки в данном случае варьировалась от 0 до 9 % от массы цемента.

Проведенные эксперименты показывают, что введение диопсида, независимо от его размерности, повышает прочностные свойства. При этом сам характер влияния массовой доли не универсален – с уменьшением дисперсности значения массовой доли добавки, при которой достигается максимальная прочность, также снижается. Оптимальное значение содержания добавки с наименьшими частицами составляет 3 %, а с наибольшими – 7 %, при этом значения прочности образцов выше контрольного на 45,7 % и 46,7 % соответственно.

Модифицирование комплексной добавкой. Для дальнейшего эксперимента выбраны составы с наилучшими прочностными показателями. На рисунке 2 есть возможность оценить равномерный цементный камень, сформировавшийся с добавлением комплексной добавки (рис. 2 а). При увеличении можно рассмотреть, что структура имеет плотные лучевые составляющие, сохраняющие свою форму в случае приложения нагрузки (рис. 2 б). Прочность на сжатие при совместном использовании добавок оказывается выше, чем при отдельном использовании каждой из них. Максимальное упрочнение бетона достигается при введении комплексной добавки, включающей 7 % по массе диопсида с частицами размером 52,5 мкм и 12 % микрокремнезема. Прочность на сжатие мелкозернистого бетона при этом увеличивается в 2,5 раза.

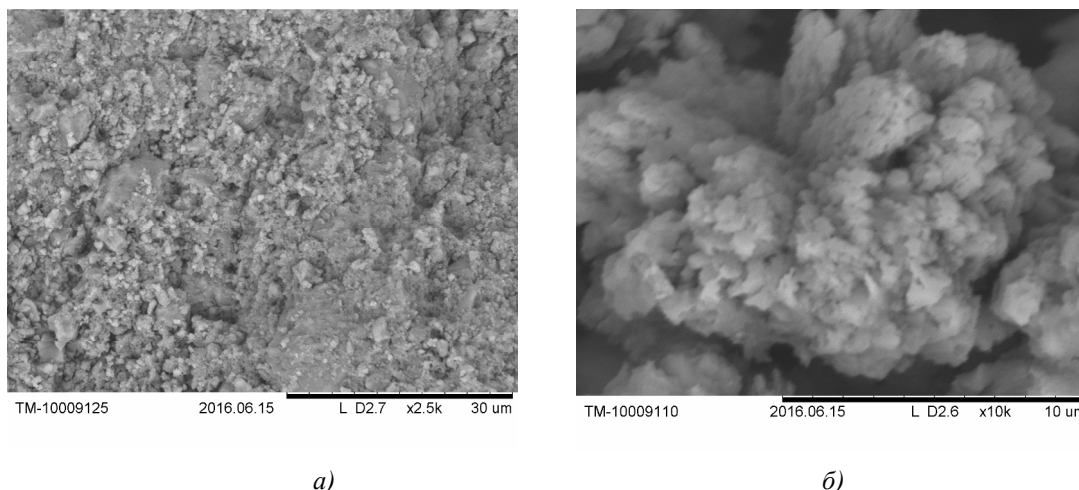


Рисунок 2. Микроструктура образцов с комплексной добавкой: а – при увеличении 2500-крат; б – при увеличении 10000-крат, после приложения разрушающей нагрузки

Заключение. Использование минеральных добавок, как инертных (диоксида), так и активных (микрокремнезема) в качестве модифицирующих добавок позволяет получать мелкозернистый бетон с плотной структурой и высокими показателями прочности. При введении диоксида повышение прочности образцов происходит вследствие микроармирования структуры. С уменьшением дисперсности инертной минеральной добавки уменьшается ее оптимальное количество, обеспечивающее наибольшее упрочнение, что соответствует теории плотнейшей упаковки частиц [3]. Добавление в состав мелкозернистого бетона микрокремнезема так же позволяет увеличить прочность на сжатие, так как микрокремнезем связывает свободный гидроксид кальция в низкоосновные гидросиликаты кальция, имеющие большую прочность. В случае с микрокремнеземом правило плотнейшей упаковки не может быть применено, так как в нем не учитывается химизм добавки. Оптимальная концентрация достигается в случае, когда микрокремнезема достаточно для участия в химической реакции. Максимальное увеличение прочности оказывает комплексная добавка, сочетающая в себе оба механизма упрочнения инертной и активной добавок. Мелкозернистый бетон при этом имеет прочностные характеристики в 2,5 раза выше, по сравнению с контрольным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества – М.: Стройиздат, 1979. – 476 с .
2. Кирсанова А.А. К вопросу о долговечности бетонов с комплексными добавками, включающими метакраолин // Фундаментальные и прикладные науки - основа современной инновационной системы. – 2015. – С. 198-203.
3. Ильина Л.В., Бердов Г.И., Раков М.А. Мельников А.В. Влияние дисперсности минеральных добавок на прочность цементного камня // Новые технологии в строительном материаловедении. – 2012. – С. 68-71.

**АРХИТЕКТУРА КАК ЧАСТЬ КОМПЛЕКСНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОЗДОРОВЛЕНИЯ СРЕДЫ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ**

А.В. Чистякова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. В.В. Зимич

Южно-Уральский государственный университет,

Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, 454080

E-mail: anny-chi@mail.ru

**ARCHITECTURE IS PART OF A COMPLEX DECISION TO THE PROBLEMS OF IMPROVING
THE LIFE ENVIRONMENT OF HUMAN ACTIVITIES AND SAVING RESOURCES**

A.V.Chistyakova

Scientific Supervisor: Assistant prof., Candidate of Engineering Sciences V.V. Zimich

South Ural State University, Russia, Chelyabinsk, Lenin str., 76, 454080

E-mail: anny-chi@mail.ru

***Abstract.** In the present study, I performed the different aspects of the urban environment and its impact on people's health. The purpose of the study is to ensure the sustainable development of territories. The results of the research are: an analysis of the existing energy-efficient village and the world experience in the use of alternative energy sources, analysis of the territory of the Chelyabinsk region, development of projects for various houses for the village.*

Введение. В течении второй половины XX века закономерно происходил процесс урбанизации. Многие исследователи уже изучали причины возникновения данного явления [5], на основе их работ можно сделать вывод, что это было необходимо для развития промышленности и экономики страны. Однако, в начале XXI века, негативные последствия скопления большого числа людей в крупных городах наиболее ощутимы. Состояние окружающей среды учёные разделили на три уровня: полного, устойчивого и относительного экологического равновесия; они выделяют одним из факторов, влияющих на него, плотность населения [6]. Соответственно самым значимым для жизни последствием скопления масс людей в городах является несоблюдение баланса между урбанизированной средой, техникой и природой. От этого зависит не только психологический комфорт городского жителя, но и в целом его здоровье [1]. Например, по данным исследователей медицинского университета, человеку необходим определенный уровень геомагнитного поля для нормальной жизни. Его ослабление приводит к серьезным негативным последствиям для организма. Но именно такие условия предоставляются людям на верхних этажах многоэтажных жилых домов [8]. Также возникают проблемы связанные с применением неэкологичных материалов. Однако, следует остановиться на факторе, положенном в основу градации антропо-природных систем, о котором написано выше, то есть на плотности населения. Для развития полного экологического равновесия на территориях средней полосы России необходимо обеспечивать плотность населения не более 60 чел./км² [6]. А сейчас во многих крупных городах эта цифра превышена в разы. В городах-миллионниках плотность населения более 1000 чел./км². Например, в Челябинске – 1311,9 чел./км², а в Москве – 4908,5 чел./км². Данные количества жителей города взяты из федеральной службы государственной статистики. В то же время происходит опустошение сельских

населённых пунктов, торможение развития агропромышленного комплекса страны. Но за период активной урбанизации у правительства сформировалось желание поддержки АПК, которое осуществляется в рамках реализации Государственной программы развития сельского хозяйства на 2013-2020 годы, принятой постановлением Правительства РФ от 14.07.2012 №717 [3]. Площадь неосвоенных земель в России очень велика, если плотность населения $8,4 \text{ чел./км}^2$ сопоставить с плотностью населения городов, то можно определить, каким потенциалом развития обладает Россия, в том числе экологическим и экономическим [7]. Конечно, не вся эта территория пригодна для постоянного проживания, но междисциплинарная инновационная деятельность способна попытаться решить эту задачу. Например, для предоставления комфортных условий в поселении, располагающемся на территориях РФ, отдалённых от существующих районных центров, целесообразно использовать при проектировании альтернативные (возобновляемые) источники энергии, учитывать современные технологии энергосбережения в архитектуре. В ЮУрГУ уже много лет ведутся разработки по проектированию и производству вертикально-осевых ветроустановок и солнечных батарей, и для реализации таких установок в массовом порядке необходимо подготовить конкретные архитектурные и градостроительные проекты. Целью всего научного исследования является обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений.

Материалы и методы исследования. Конечно, невозможно рассредоточить механически всё население страны равномерно для соблюдения оптимальной плотности. Но её можно соблюсти при формировании поселений [2]. Его размер должен быть таким, чтобы для преодоления пути пешком от самой удалённой точки посёлка до центра уходило 25-30 минут, и размер численности населения должен быть не более 2500-3000 жителей. Также стоит учитывать расстояние между участками и их расположение. Для каждой семьи в таком месте должны быть созданы комфортные условия, участки достаточного размера должны быть удалены друг от друга. оптимальный размер диаметра поселения находится в пределах 3-3,5 км, что составляет круг площадью около 1000-1500 Га. Лесополоса вокруг поселения является природным восстановителем экологического равновесия и защитной зоной от городских промышленных объектов[4]. Но не стоит забывать и о парковой зоне внутри самого посёлка, с помощью этого можно разграничить участки друг с другом. Впрочем, наглядно это продемонстрировано в экспериментальном проекте такого посёлка. Энергоэффективность зданий подразделяется на две составляющие: энергосбережение и энергоснабжение. Последнее уже оговорено, в целях сбережения ресурсов Земли необходимо активное использование возобновляемых источников. Хотелось бы немного подробнее остановиться на сбережении энергии. Одним из важнейших аспектов является структура конструкции. Существует два распространенных варианта энергоэффективных ограждающих конструкций: вентилируемый и мокрый фасады. Вентилируемые фасады могут применяться практически во всех климатических условиях, обеспечивают хорошую тепло- и звукоизоляцию (повышение теплоизоляционных характеристик стены в 1,5 раза), долговечны – гарантированный срок службы составляет 50 лет, что подтверждено результатами технических испытаний. Более подробно особенности энергоэффективных домов рассмотрены в статьях других частей исследования. Методами исследования выступают: анализ, сравнение, классификация и синтез.

Результаты. Соответственно данной цели были осуществлены следующие этапы исследования:

1. Сравнительный анализ существующих энергоэффективных поселений и мировой опыт использования альтернативных источников энергии.
2. Анализ территории Челябинской области в формировании природного каркаса и функционального зонирования для выявления потребности и возможности реализации проекта.
3. Создание модели поселения с учётом всех вышеизложенных требований, связанных с комфортностью проживания, оздоровления среды жизнедеятельности человека и ресурсосбережения.
4. Сравнительный анализ существующих конструкций, выявление особенностей энергоэффективных зданий, а также разработка эскизных проектов различных вариантов домов для поселения.

Заключение. Данный доклад является частью научного исследования и описанием предложения проекта, который является наглядной моделью базовых принципов формирования комфортной экологичной среды. Материалы исследования могут служить основой для создания новых исследований, методов усовершенствовать модель, а также для практического применения. В дальнейшем планируется предложить примерный план реализации проекта и разработать теоретическую основу, методологию по созданию посёлков, обеспечивающих себя энергией только за счёт возобновляемых (альтернативных) источников для любой территории России, в частности на неосвоенных землях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антипин Н. А. Урбанизация и здоровье населения: экологический аспект / Н.А. Антипин // Журнал: Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2010. - №1, том 5. – Режим пользования: <https://cyberleninka.ru/article/n/urbanizatsiya-i-zdorovie-naseleniya-ekologicheskii-aspekt>
2. Бондаренко И.А. Городам нужны усадьбы// Академия, №1. – М., 2007.
3. Государственная программа на 2013-2020 годы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mc.ru/navigation/docfeeder/show/342.htm>
4. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. / А.Э. Гутнов // – Стройиздат. – Москва. – 1984.
5. Ёлшина А.А. Процесс урбанизации в России: история и тенденции / А.А. Ёлшина. Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики, Санкт-Петербург // Журнал "Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики" – 2015. – №5-6. – Режим пользования: <http://www.vipstd.ru/nauteh/index.php/ru/---ep15-05/1632-a>
6. Маслов Н.В. Градостроительная экология: Учебное пособие./ Н.В. Маслов. – М.: Высшая школа, 2003.
7. Пространство России как ресурс развития и размещения производительных сил. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/geografiya/geoprostranstvo-rossii.html>
8. Черных А. М. Экранирование геомагнитного поля в многоэтажных жилых зданиях / Черных, А. Н. Борисейко. М. Л. Ковальчук, К. В. Гребенюков (Курский государственный медицинский университет) // Экология человека – № 6. – 2010.

**ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ УСТРОЙСТВОМ
ШТРАБЫ ДЛЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Д.С. Баронин

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: dimitrius222@mail.ru

**IMPROVEMENT OF SEISMIC RESISTANCE OF STRUCTURAL STRUCTURES BY THE DEVICE
FOR THE EXTREME CONSTRUCTION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

D.S. Baronin

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

Tomsk State University of Architecture and Building

Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: dimitrius222@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to the problem of increasing the seismic resistance of brick buildings of the existing building in the Republic of Kazakhstan. The material presents a variant of amplification and its calculation. The enhancement option considers the use of production waste. The method already has practical application.*

Введение. В настоящее время в Республике Казахстан (РК) по данным МЧС РК требуется сейсмоусиление более чем 2000 гражданских зданий и 400 производственных зданий. Большую часть из них составляют здания из кирпичной кладки, в которых имеются дефекты и повреждения, вызванные климатическими воздействиями, деформациями основания и недостаточным качеством строительства[1]. В связи с повышением в 2006г. сейсмичности ряда районов Казахстана кирпичные здания перестали отвечать расчетным требованиям СНиП¹ по сейсмобезопасности.

Использование отхода производства. В научно-производственной лаборатории «БОСКОР» ВКГТУ им. Д.Серикбаева разработан способ усиления кирпичных зданий стержневыми элементами, армированными прядями из отработанных канатов. Строповочные канаты, применяемые в мостовых, подвесных, строительных кранах и надшахтных копрах и отработавшие свой ресурс, для последующего применения в качестве арматуры необходимо подвергнуть обработке: резке, расплетению и очистке. Удаление смазки предлагается производить при кипячении прядей канатов в 3% растворе кальцинированной соды (Na_2CO_3) в присутствии ПАВ (хозяйственное мыло) в течение 60-90 минут, что позволяет достичь высокой степени очистки при минимальном расходе ресурсов.

Как показали испытания среднее значение временного сопротивления разрыву прядей составляет 21448 кгс/см² (2186 МПа) при коэффициенте вариации 3,1 %, что говорит о высоком прочностном потенциале прядей при относительно не высокой изменчивости сопротивления разрыву.

¹ СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах/КазНИИССА.- Алматы, 2006. - 78с

Усиление штрабой. Предлагаемый способ сейсмоусиления кирпичных зданий существующей застройки заключается в устройстве в стенах горизонтальных штраб в уровне верха перекрытий и вертикальных штраб в простенках с размещением в них проволочных прядей из отработанных канатов с последующей заделкой безусадочным раствором.

Конструкция сейсмоусиления стен имеет следующие преимущества:

- не портит эстетичность здания, так как после проведения отделочных работ штрабы полностью скрываются;
- из-за устройства штраб не происходит ослабление кладки, так как они заполняются безусадочным раствором «Скрепа М500 ремонтная», который имеет высокие прочностные характеристики и хорошую адгезию к кладке благодаря полимерным добавкам, входящим в данный ремонтный материал;
- способствует снижению расхода стали (используются проволочные пряди из отработанных канатов), а также возможно использование стержневой арматуры;
- обладает конструктивной легкостью осуществления работ по усилению.

Данный вид усиления (горизонтальные и вертикальные стержневые элементы, устраиваемые в штрабах стен с армированием проволочными прядями из отработанных канатов) выполняет следующие функции:

- повышает несущую способность кирпичных простенков при внецентренном сжатии с большим эксцентриситетом, вызванным горизонтальными сейсмическими воздействиями;
- увеличивает сопротивление элементов стен растягивающим напряжениям особенно в угловых простенках;
- повышает пространственную жесткость стен при сейсмических воздействиях и, как следствие, сейсмостойкость здания.

Сейсмоусиление стен осуществляется следующим образом: в первую очередь с помощью электроинструмента устраиваются вертикальные штрабы размером 60х60 мм в кирпичных простенках и горизонтальные размером 80х60мм в междуоконных горизонтальных поясах стен в уровне верха перекрытия. Затем необходимо произвести очистку поверхности штраб от мусора и пыли и увлажнить, после чего в штрабы устанавливаются канатные пряди. С целью непрерывности армирования пряди между собой соединяются внахлест, длина перепуска составляет 250 мм. После установки прядей производится заделка штраб безусадочным раствором «Скрепа М500 ремонтная».

Расчет усиления. Так как усиление требует устройство штрабы глубиной 60 мм, то расчет его производится как для комплексной конструкции.

При расчете внецентренно-сжатых комплексных конструкций различают два случая в зависимости от соблюдения неравенства

$$S_c \leq 0,8S_0, \quad (1)$$

где S_c и S_0 — статические моменты соответственно площади сжатой зоны и всего комплексного сечения относительно арматуры A_s .

При условии $S_c < 0,8S_0$ имеет место случай больших эксцентриситетов, и расчет выполняют по формуле:

$$N \leq \varphi_{к.с} m_{дл} (R A_{к.с} + m_{61} R_b A_{6.с} + R_s A_s' - R_s A_s) \quad (2)$$

Положение нейтральной оси определяют из уравнения моментов всех сил относительно точки приложения силы N:

$$RS_{k.c.N} + m_{61}R_{пр}S_{6.c.N} \pm R_s A_s e' - R_s A_s e = 0 \quad (3)$$

где $A_{к.с}$ и $A_{6.с}$ — площадь сжатой зоны соответственно кладки и бетона;

$S_{k.c.N}$ и $S_{6.c.N}$ — статический момент сжатой зоны кладки и бетона относительно точки приложения силы N.

В формуле (5) знак «+» принимают, если сила N приложена за пределами расстояния между центрами тяжести арматуры A_s и A_s' .

При одиночной арматуре ($A_s = 0$) расчет выполняют по формулам:

$$N \leq \varphi_{к.с} m_{дл} (\omega R F_{к.с} + m_{61} R_{пр} F_{6.с} - R_a F_a) \quad (4)$$

$$\omega R S_{k.c.N} + m_{61} R_{пр} S_{6.c.N} - R_s A_s e = 0 \quad (5)$$

где ω — коэффициент, принимаемый по табл. 13 СНиП².

При $S_c \geq 0,8 S_0$ имеет место случай малых эксцентриситетов, и расчет выполняют по формуле:

$$N \leq \varphi_{к.с} m_{дл} (0,85 R S_k + m_{61} R_{пр} S_{6.c} - R_s S_a) / e \quad (6)$$

Если сила N приложена между центрами тяжести арматуры A_s и A_s' должно удовлетворяться дополнительное условие

$$N \leq \varphi_{к.с} m_{дл} (0,85 R S_k' + m_{61} R_{пр} S_{6.c}' - R_a S_a') / e' \quad (7)$$

При одиночной арматуре ($A_s = 0$) расчет выполняют по формуле

$$N \leq \varphi_{к.с} m_{дл} (R S_k + m_{61} R_{пр} S_{6.c}) / e \quad (8)$$

В формулах 8 - 10 S_a — статический момент площади сечения арматуры A_s' относительно центра тяжести арматуры A_s ; S_k , $S_{6.c}'$, S_a' — статические моменты площадей сечения кладки, бетона и арматуры A_s относительно центра тяжести арматуры A_s' ; e' — расстояния от точки приложения силы до центра тяжести арматуры A_s и A_s' .

Практическая реализация. Данный способ был применен для усиления стен школы №23 в городе Усть-Каменогорск (рисунок 1).



Рис.1. Готовое усиление кирпичных стен

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа развития государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на 2004-2010 г. Республика Казахстан.

² СНиП II-22-81*. Каменные и армокаменные конструкции/Госстрой России. - М.: ФГУП ЦПП, 2004.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ**

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

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FORMATION OF CONCRETE MIXTURES FOR 3D-PRINTING

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

***Abstract.** The article describes the technology of manufacturing products using a 3D-printer. The main properties of the mixture that meet the requirements of 3D-printing technology are revealed. The research on the influence of the water-cement ratio on the mobility and formability of the cement-sand mixture for 3D-printing has been conducted. The cement-sand mixture with an additive based on cellulose ester was used.*

Введение. В настоящий момент активно внедряются аддитивные технологии в производство изделий. Получила и свое развитие технология 3D-печати зданий и конструкций в строительстве [1,2]. Технология производства изделий с помощью 3D-печати предполагает следующие этапы(Рис.1). На первом этапе производится подготовка компонентов смеси, их дозирование в соответствии с рецептурой разработанной смеси. Состав смеси, а также соотношение вяжущего и песка, зависит от назначения конструкций, необходимых свойств изделий и в каждом конкретном случае подбирается по результатам испытаний образцов мелкозернистого бетона, изготовленных на вяжущем различного состава. Песок для приготовления бетонной смеси просеивают, отделяя крупные фракции и примеси. Заполнители применяют в состоянии естественной влажности, содержащуюся в них влагу учитывают при затворении водой бетонной смеси. Подготавливается комплекс модифицирующих добавок для обеспечения заданных свойств смеси и готового бетона.

На втором этапе происходит приготовление смеси для 3D-печати. Бетонные смеси приготавливают в бетономешалках принудительного перемешивания или в вихревых бетоносмесителях. Продолжительность процесса от начала приготовления смеси до ее формирования не должна превышать одного часа (жизнеспособность смеси).

Третий технологический этап включает в себя изготовление изделий. Формование изделий осуществляется путем экструзии бетонной смеси из головки строительного 3D-принтера. Поддержки и опалубка не используется, этим и отличается технология 3D-печати от традиционных технологий формирования изделий. Сформованные изделия выдерживают до конца схватывания бетонной смеси и оставляют для набора прочности, необходимой для транспортировки изделий. Готовые изделия извлекают из 3D-принтера, маркируют и отправляют на склад готовой продукции [3].



Рис. 1. Технологическая схема производства изделий с помощью 3D-принтера.

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 рядом необходимых свойств. Одним из важных свойств для обеспечения формования смеси изделий является возможность экструзии и последующее сохранение формы слоев. Поэтому актуальным является исследования влияния подвижности смеси, обеспечивающее возможность ее послойной укладки.

Материалы и методы исследования. Учитывая представленные данные была разработана и реализована программа эксперимента. На первом этапе исследований определялось влияние подвижности бетонной смеси на формование слоев [4].

Исследование проводились на цементно-песчаной смеси в соотношении 1:2 с В/Ц=0,28-0,4 с использованием полимерной добавки на основе эфира целлюлозы, использовался портландцемент класса 42,5 по ГОСТ 31108. Добавка на основе эфира целлюлозы вводилась в цементно-песчаную смесь в количестве 1 %.

Проводилось определение подвижности цементно-песчаной смеси по расплыву кольца по ГОСТ 31356-2007. Образцы формовались на лабораторном экструдере с квадратным соплом размером 20х20мм. Результаты отражены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние водоцементного отношения на показатели подвижности и формуемости цементно-песчаной смеси для 3D-печати.

Показатель	Состав №1	Состав №2	Состав №3	Состав №4
Водоцементное отношение	0,28	0,32	0,36	0,4
Показатель подвижности по расплыву кольца, мм	81	105	125	140
Наблюдение за процессом формования	Смесь хорошо формируется, послойно укладывается	Смесь хорошо формируется, наблюдается небольшой расплыв	Смесь формируется, но не сохраняет форму. Расплыв после экструзии	Смесь не формируется, расплывается после экструзии

Результаты. Результаты исследования показали, что смеси с наименьшим показателем подвижности хорошо формируются при экструзии, сохраняют форму после укладки, дают незначительные деформации после укладки последующих слоев. На рисунке 2 показана послойная экструзия из 3 слоев смеси состава №1.



Рис. 2. Послойное нанесение состава №1 цементно-песчаной смеси методом экструзии.

Заключение. Бетонные смеси для 3D-печати должны обладать рядом свойств, такими как формуемость, дисперсность, низкая усадка, схватывание после экструзии, пластическая прочность, жесткость и подвижность, обеспечивающие требования технологии [5]. Эти показатели влияют не только на свойства бетонной смеси, но и на свойства конечного изделия. Одним важным свойством для 3D-печати является низкая подвижность смеси, позволяющая сохранять форму слоев после экструзии, тем самым позволяет напечатать изделие с более высокой точностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении /М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш; пособие для инженеров.– М. ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. - 220 с.
2. Сорокина Е.А. Перспективы развития технологии 3d-печати в строительстве: Перспективы развития фундаментальных наук Сборник научных трудов XIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 7 томах. Национальный исследовательский Томский политехнический университет; под ред. И. А. Курзиной, Г. А. Вороновой. 2016. С. 115-117.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник. - М.: Изд-во АСВ, 2002 - 500 стр.
4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – М.: Технопроект, 1998. – 768 с
5. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками. – М.: Инфра-Инженерия, 2014. – 160 с.Фамилия И.О. Название книги. – М.: Издательство, 2013. – 123 с.

**ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК НА
ПОДАТЛИВЫХ ОПОРАХ С РАСПОРОМ ПРИ СТАТИЧЕСКОМ И КРАТКОВРЕМЕННОМ
ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ.**

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

**PROGRAM OF EXPERIMENTAL INVESTIGATIONS OF REINFORCED CONCRETE BEAMS ON
SUB-ELEMENTABLE SUPPORTS WITH SHAFT WITH STATIC AND SHORT-TERM DYNAMIC
LOADING**

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

Abstract. *In the work the program of experimental researches of ferro-concrete beams on compliant supports with a raspole is presented. Stages of work of malleable supports: elastic and elastic-plastic. To carry out the tests, develop a suitable stand, as evidenced by the obtained patents of the Russian Federation.*

Существующие методы расчета железобетонных конструкций при кратковременном динамическом нагружении основываются на предпосылках, которые не в полном объеме учитывают особенности реальной работы конструкции. Все реальные конструкции имеют в опорной части связи, которые препятствуют горизонтальному смещению опорных сечений при нагружении и приводят к возникновению распора. В ряде экспериментально-теоретических исследований отражено значительное положительное влияние реакции распора на напряженно-деформированное состояние изгибаемых конструкций [1, 3, 4, 6].

В связи с увеличивающейся в последнее время вероятностью нагрузок аварийного характера использование податливых опор приводит к повышению сопротивления конструкций зданий и сооружений действию динамических нагрузок. Результаты экспериментальных исследований изгибаемых конструкций [2, 5] на податливых опорах показывают высокую эффективность их применения при действии динамических нагрузок большой интенсивности.

Применение податливых опор и учет ограничения горизонтального смещения достаточно актуальный вопрос, требующий детального изучения.

При кратковременном динамическом нагружении 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 [9], Т.Н. Виноградовой [3], Кумпяка О.Г., Галяутдинова З.Р. [4], Кумпяка О.Г., Галяутдинова Д.Р. [6] 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.

В ходе проведения эксперимента планируется испытание опытных образцов при динамических нагрузках в условиях ограниченного горизонтального смещения на податливых опорах в упругой и упруго-пластической стадиях работы с процентами армирования $\mu=0,5\%$ и $\mu=2\%$.

С целью получения полной картины влияния распора на напряженно-деформированное состояние железобетонных балочных конструкций нормальных сечений на податливых опорах были запроектированы 8 балок, из бетона класса В35, размерами: длина 1900 мм ширина 150 мм и высота 220 мм. Армированы балки пространственным каркасом в качестве поперечной использована холоднодеформированная арматура класса Вр500 $\varnothing 5$ мм с шагом 50 мм – $\mu=0,5\%$ и 30 мм – $\mu=2\%$ в приопорной зоне и 130 мм 60 мм соответственно в середине пролета; а в качестве продольной горячекатаная арматура класса А240 $\varnothing 6$ мм – $\mu=0,5\%$, $\varnothing 12$ мм – $\mu=2\%$ в сжатой зоне и класса А400 $\varnothing 10$ мм – $\mu=0,5\%$, $\varnothing 10$ мм – $\mu=2\%$ в растянутой зоне. Для усиления торцевой области балки использованы сетки с ячейкой 50х50 мм из арматуры класса Вр500 $\varnothing 5$ мм и уголок 100х100 мм (рис.1)

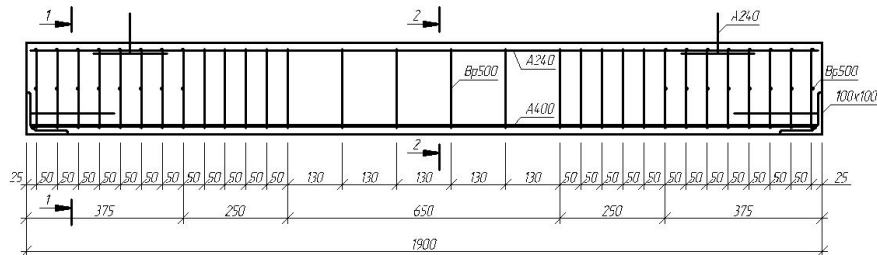


Рис. 1. Схема армирования экспериментальных образцов ($\mu=0,5\%$)

Перед проведением эксперимента были проведены испытания образцов по определению физико-механических характеристик материалов. В частности испытание разрушающим методом бетонных кубов и призм для определения класса бетона, в результате которых получены диаграммы деформирования материала; испытание арматуры для определения марки стали, в результате которых получены диаграммы деформирования; испытание податливых опор на статическое и динамическое нагружения для прогнозирования корректной нагрузки в последующем приложенной к конструкции для их упругой и упруго-пластической стадии работы.

Для испытаний на образцах был размещен комплекс измерительных приборов: для определения деформаций – тензорезистры на бетоне, а также на поперечной и продольной арматуре. Для определения перемещений – прогибомеры. Для измерения частоты собственных колебаний – (акселерометры) датчики ускорения. Для определения силы приходящейся на конструкцию силоизмерительная установка. С целью получения картины развития трещин применяется высокоскоростная камера.

Для осуществления эксперимента был разработан, запроектирован и изготовлен стенд, на что получены соответствующие патенты РФ. Испытываемая железобетонная балка устанавливается на сминаемые вставки, установленные на динамометрических опорах, обеспечивающих шарнирное опирание, которые закрепляются на силовом полу, затем создается начальное продольное усилие (распор) гидродомкратом через систему траверс соединенных направляющими. После чего по направляющим будет приложена кратковременная динамическая нагрузка в третях пролета.



Рис. 2. Стенд при статическом (слева) и кратковременном динамическом(справа) нагружении с распором на податливых опорах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздев А.А. и др. Новое о прочности железобетона. М.: Стройиздат, 1977.
2. Галяутдинов З.Р., Боглаева М.М., Галяутдинов Д.Р., Рюмин Е.В. Анализ динамического деформирования железобетонных балок на податливых опорах // Наука и образование в жизни современного общества сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2013. – С 49-52.
3. Виноградова Т.Н. Влияние распора на работу железобетонных балочных конструкций при кратковременных динамических воздействиях. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. М. : 1977.
4. Кумпяк О.Г, Галяутдинов З.Р. Экспериментальные исследования опертых по контуру железобетонных плит с распором. Т.: ТГАСУ, 2015.
5. Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Кокорин Д.Н. Прочность и деформативность железобетонных конструкций на податливых опорах при кратковременном динамическом нагружении. – Т.: Издательство ТГАСУ – 2016.
6. Кумпяк О.Г., Галяутдинов Д.Р. Оценка прочностных и деформативных железобетонных конструкций при статическом и кратковременном динамическом нагружениях с учетом влияния распора // Избранные доклады 62-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Т 2016. – С 21–24.
7. Кумпяк О.Г., Однокопылов Г.И., Галяутдинов З.Р., Галяутдинов Д.Р. Патент РФ на полезную модель № 147262. Стенд для испытания железобетонных элементов с фиксированной степенью горизонтального обжатия на кратковременный динамический изгиб. Зарегистрирован 11.06.2014.
8. Кумпяк О.Г., Однокопылов Г.И., Мещеулов Н.В., Кудяков К.Л., Невский А.В., Галяутдинов Д.Р. Патент РФ на полезную модель № 161908. Устройство для измерения опорных реакций. Зарегистрирован 10.05.2016.
9. Попов Н.Н, Расторгуев Б.С. Динамический расчет железобетонных конструкций. М.: Стройиздат, 1974.

**ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ГИДРОФОБНО-ФУНГИЦИДНОГО ДЕЙСТВИЯ НА ТВЕРДЕНИЕ
ЦЕМЕНТА**

А.А.Чикичев, В.И.Сивкова

Научный руководитель: доцент, к.т.н. С.А.Белых

Братский государственный университет,

Россия, г. Братск, ул. Макаренко, 40, 665709

E-mail: smit1@brstu.ru

INFLUENCE OF HYDROPHOBIC-FUNGICIDAL ADDITIVE ON CEMENT HARDENING

A.A. Chikichev, V.I. Sivkova

Scientific Supervisor: A/Professor, PhD, S.A. Belykh

Bratsk State University, Russia, Bratsk, Makarenko st., 40, 665709

E-mail: smit1@brstu.ru

Abstract. *A complex additive of hydrophobic-fungicidal action based on fly ash and polymer residue of turpentine production with a mass ratio of FA:PR = 1.15 : 1 has been developed. It has been established that the amount of additives introduced in an amount of 2.5% in a cement-sand mortar, while retaining mobility and W/C ratio with the help of C-3, slows the hydration of the basic clinker minerals, which causes a reduction in strength 4 times in the first day of hardening, with a subsequent increase to 92% at the age of 28 days. Investigation of the influence of the developed additive on the phase composition of the cement stone indicates that it reduces the strength and reflection of X-ray radiation by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ crystals with XRD by 8%. With DTA, it has been found that the developed additive reduces the hygroscopicity of the cement stone, reducing the maximum evaporation temperature of water from 140.6 to 111.1 °C and energy consumption from 84.5 J/g to 26.28 J/g.*

Введение. Для защиты стен от проникновения влаги и прорастания плесени коллективом ученых кафедры строительного материаловедения и технологий Братского государственного университета была разработана комплексная гидрофобно-фунгицидная добавка для штукатурки на основе цемента [1].

Основным действующим веществом гидрофобно-биоцидной добавки является полимерный остаток (ПО) производства скипидара. Использование ПО в качестве гидрофобизатора бетонов было известно [2], но биоцидный эффект действия ПО установлен и описан в настоящее время Терпены, присутствующие в ПО, являются природными стерилизаторами повреждённых тканей растений [3]. Расширение возможного спектра действия полимерного остатка позволило сделать на его основе добавку для сухих строительных смесей еще более эффективной.

Цель настоящих исследований: изучить влияние комплексной гидрофобно-фунгицидной добавки на твердение цемента, в том числе на примере сухой строительной смеси.

Экспериментальная часть. Для изготовления комплексной гидрофобно-фунгицидной добавки (КД) на основе ПО использованы зола-унос (ЗУ) ТЭЦ-6 (бывшая ТЭЦ-7) в г. Братске ПАО «Иркутскэнерго» и поверхностно-активное вещество - сырое сульфатное мыло (ССМ) Братского филиала ЗАО «Илим Палп Энтерпрайз».

В качестве материалов при изготовлении ССС использовали портландцемент М500-Д0 ОАО «Ангарскемент» и кварцевый песок с модулем крупности 1,61. При оптимизации состава применили добавки суперпластификатора С-3 и ускорителя твердения формиата кальция (ФК). Для затворения смесей использована вода водопроводная, соответствующая требованиям ГОСТ 23732-79.

Пористость цементного камня исследовали методом ртутной порометрии с помощью прибора Quantachrome Poremaster 33. Дифференциально-термический анализ – совмещённого термогравиметра-дифференциально сканирующего калориметра NETZSCH STA 449 F3 Jupiter (температура съёмки от 50 до 1000 °С, скорость нагрева 10 К/мин, атмосфера воздушная). Рентгенофазовый анализ твердеющего цементного камня проводили на рентгеновском дифрактометре «ДРОН-3М» (материал катода - медь, напряжение 35 кВ, ток 25мА, скорость съёмки 4 гр/мин, время сбора сигнала 1 сек, интенсивность излучения 2000).

Результаты исследований. Добавку из ПО готовили путем осаждения на минеральных порошках эмульсии ПО типа «масло в воде» с последующим высушиванием и измельчением полученных гранул добавки. Соотношение компонентов комплексной добавки (КД): ЗУ и эмульсии ПО составило 1:1.

Разработанная КД смешивается с водой и минеральными порошками, а её сила запаха по результатам одорометрических исследований составляет 2 балла (сила запаха ПО и эмульсии ПО – 5 баллов).

Влияние КД на свойства штукатурной смеси проводили на цементно-песчаном растворе 1:3. На рис. 1 представлены графики набора прочности строительных растворов с одинаковым В/Ц=0,5 и равной подвижностью, соответствующей распылу 145±3 мм на столике Скрамтаева, достигнутому введением суперпластификатора С-3. Составы растворов: 1) Контрольный: с добавкой С-3 0,5% массы цемента; 2) КД: с добавкой КД 2,5%; С-3 1,25% массы цемента. Оптимальный расход добавки КД назначен на основе проведённых ранее исследований [4].

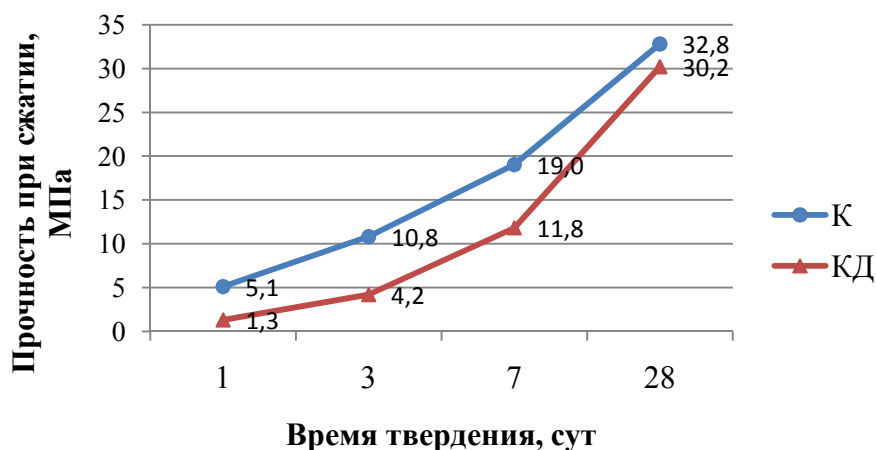


Рис. 1. Динамика твердения строительных растворов – контрольного и с добавкой КД

Прочность раствора с добавкой КД в первые сутки твердения в 4 раза ниже, чем у раствора без добавки. При приближении к возрасту нормального твердения разность показателей прочности растворов уменьшается, и в возрасте 28 суток составляет 8,6%. Коэффициент водонасыщения

затвердевшего раствора при добавлении КД снижается с 0,89 до 0,78, то есть, КД является эффективным гидрофобизатором.

Рентгенофазовый анализ влияния добавки КД на фазовый состав цементного камня нормального твердения показывает, что существенного изменения фазового состава в результате твердения при добавлении 2,5% КД не происходит. Интенсивность отражения основных пиков портландита цементного камня с добавкой КД приблизительно на 9% ниже, чем у цементного камня без добавок - что сопоставимо с разностью прочности затвердевших строительных растворов.

Дифференциально-термический анализ подтверждает замедление выхода $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при гидратации цемента: площадь пика на интервале 430-460 °С, свидетельствующего о дегидратации портландита, у камня с добавкой КД составляет 82,22 Дж/г против 98,31 Дж/г у камня без добавок. Примечательно, что испарение химически не связанной воды у контрольного образца цементного камня заканчивает поглощать теплоту при температуре 140,6 °С и поглощает 84,5 Дж/г, тогда как из цементного камня с добавкой КД вода полностью испаряется уже при температуре 111,1 °С и поглощает 26,28 Дж/г. Это свидетельствует о понижении гигроскопичности цементного камня при добавлении КД.

Для нивелирования эффектов замедления сроков схватывания и возросшей водопотребности в сухую смесь с добавкой были введены суперпластификатор С-3 и ускоритель твердения ФК. Расходы добавок по отношению к массе цемента были оптимизированы [1] методом планированного эксперимента и составили: КД – 2,5%; С-3 – 0,75%; ФК – 2%.

Выводы. Установлено, что комплексная органо-минеральная добавка гидрофобно-фунгицидного действия на основе золы-уноса и полимерного остатка производства скипидара с массовым соотношением ЗУ:ПО = 4,65:1. при введении в количестве 2,5% массы цемента в цементно-песчаный строительный раствор замедляет гидратацию основных клинкерных минералов, что обуславливает снижение прочности в 4 раза в первые сутки твердения с последующим ускорением её набора до 92% в возрасте 28 суток. Исследование влияния разработанной добавки на фазовый состав цементного камня показывает эквивалентное уменьшению прочности и уменьшение интенсивности отражения рентгеновского излучения кристаллами $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при РФА. При ДТА установлено, что разработанная добавка снижает гигроскопичность цементного камня, уменьшая максимальную температуру испарения воды с 140,6 до 111,1 °С и энергозатраты с 84,5 Дж/г до 26,28 Дж/г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чикичев А.А., Белых С.А. Гидрофобизация строительных растворов добавками на основе полимерного остатка //Журнал: Системы. Методы. Технологии. – 2015. - №3 (27). - С. 113-117
2. Пат. 1313828 СССР С04В28/02. Бетонная смесь / Карнаухов Ю.П. и др.; Приоритет 10.04.1985; заявка № 3906811; опубл. 30.05.1987; Бюлл. №20.
3. Чикичев А.А., Белых С.А. Оценка основного эффекта действия saniрующей штукатурки // Журнал: Труды Братского государственного университета. - 2014. - Т.1. - С. 94-98.
4. Белых С.А., Кудяков А.И., Чикичев А.А.. Сухая строительная смесь с повышенной адгезионной прочностью для отделки кирпичных поверхностей во влажных помещениях// Журнал: Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2017. - №1 (60). - С. 122-133.

NANOTECHNOLOGY IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

D.A. Startseva, K.P. Devyatova

Scientific supervisor, PhD in Methods of TFL, associate professor Kuimova M.V.

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

E-mail: starceva-dasha97@mail.ru, devyatovaksu@yandex.ru

НАНОТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д.А. Старцева, К.П. Девятова

Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Куимова М.В.,

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

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

E-mail: starceva-dasha97@mail.ru, devyatovaksu@yandex.ru

Аннотация. Почему наноструктурные материалы обретают в строительстве все большую востребованность? Потому что они обладают высокой износостойкостью, особыми электрофизическими свойствами, жароустойчивостью и другими уникальными чертами. В конечном итоге все сводится к одной цели – созданию наиболее выгодного, экологически чистого, безопасного как для самого человека, так и для всей окружающей среды жилья. В данной статье мы рассмотрим наиболее преобладающие наноматериалы в настоящее время.

Introduction. Nanotechnologies are actively entering our lives. About ten years ago such developments were considered as something fantastic, but now they are widely used in a variety of industries. Nanotechnology is used in science spheres, engineering, technology, medicine and even proves its potential in the field of sports.

Research and results. The construction industry greatly benefits from the application of nanotechnology materials which allow the creation of advanced homes. There are a number of prospects for the use of nanomaterials in this industry. They are:

- application of solar panels as enclosing constructions;
- creation of the foundation with self-regulation of the soil shrinkage;
- development of structural elements which are sensitive to damage or deformation;
- creation of functional coatings;
- improvement of strength and reliability of buildings;
- invention of coatings which are sensitive to people's mental and physical conditions.

Today the range of nanotechnology in the production of construction materials is quite wide. Here there are some of them:

- high-strength concrete.;
- high-strength alloys of metals;
- composite materials;
- nanocoatings.

High-strength concrete. The addition of modern nanomaterials to the traditional and long-used compositions enables to obtain new characteristics. Concrete, familiar and traditionally used in the construction

industry, can extend its working life to several hundred years with the help of nanoparticles [1].

High-strength steel alloys. The use of nanomodifications in the production and smelting of steel alloys made it possible to obtain alloys with new strength characteristics. These alloys can be used in safety fences, hydraulic engineering facilities and other spheres where increased strength and resistance to corrosive processes are required [2].

Composite materials. Recent technologies have brought a lot of new composite materials to existence. Composites are formed by combining two or more materials with different properties to produce an end material with unique characteristics. They are lightweight, flexible and have immense opportunities to replace traditional materials in construction thanks to their benefits: high strength to weight ratio, corrosion and heat resistance, toughness and insulation properties.

Nanocoatings. The coating can be applied to concrete, metals, brick, plastics, wood and any other building material. The use of nanocoatings in the construction industry can provide fire protection, heat insulation and resistance to corrosion [3].

Antibacterial glass. Antibacterial glass is a glass that kills up to 99.9% of bacteria that form on its surface. It also prevents the spread of fungi. Antibacterial glasses are most often used in rooms where it is necessary to maintain a sterile environment, for example, in hospitals, swimming pools, health and sports centers, bathrooms, etc.

The use of nanomaterials in Russian construction industry is shown in Fig. 1.

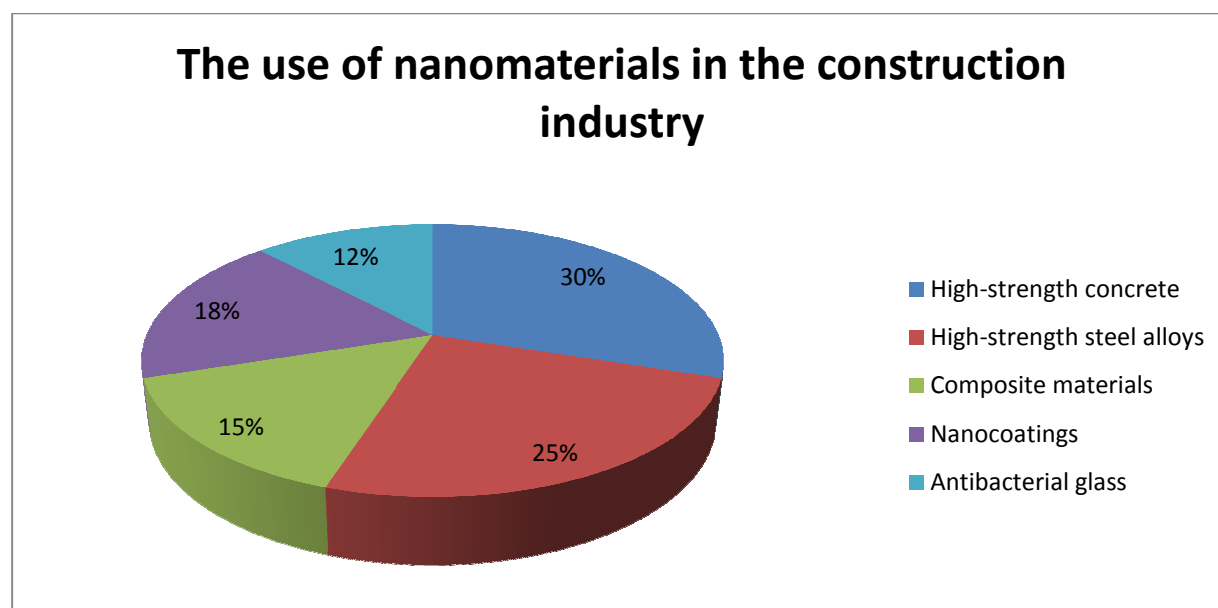


Fig. 1 The use of nanomaterials in the construction industry

Nanomaterials and the future of advanced materials:

- **Graphene.** From the theoretical perspective, there is nothing complicated in it. It's just a one-atom-thick layer of carbon. For decades, scientists and engineers have speculated on the advantages of graphene. However, only a few years ago it was possible to obtain graphene.

- Vantablack. The creators of Vantablack already expect that their offspring will be used to absorb third-party light sources in optical devices, for example, in telescopes. In the short term, this material will be used in thermal protection systems as well as in electronics.

- Graphene aerogel. Only one gram of graphene aerogel can absorb 68.8 grams of water. This material can be used while collecting oil after accidents on tankers or production platforms.

- Willow Glass. This is one of the promising versions of the famous Gorilla Glass which is actively used to create screens for mobile devices. Preserving all the advantages of the “gorilla”, in particular, good resistance to scratches and bumps, a new version of it has new possibilities, in particular, bendability and malleableness.

- Starlite. Starlite has unique physical properties. A British inventor and amateur scientist, Maurice Ward claimed that this plastic can withstand almost any heating up to the temperature of the atomic explosion. The latter is not proven, but this material easily withstands a blowtorch with a flame temperature of about 1000 degrees Celsius [4].

Nanomaterials in the construction industry are used in different Russian cities. We are going to consider the use of nanomaterials to repair old buildings in Tomsk.

Domestic nanoproducts are planned to be used in major repairs of typical five-storey Khrushchyovka buildings. It is planned that the houses will be covered with a disinfectant paint with nanoparticles, windows will be glazed with nanocoatings and automatic systems to monitor and record heat and electricity will be installed. Metal constructions will be replaced with the systems of outdoor reinforcement and composite fiber. In addition, all the roofs of the houses will be warmed with Tomsk vermiculite [5].

Conclusion. Nanotechnology creates opportunities to produce construction materials with novel functionalities and improved characteristics. However, being a key to a new world of the construction industry there are some challenges of nanotechnology such as cost, manufacturing process, safety and the environmental impact.

Society is a changing structure and it should not stand still. Mankind must constantly progress, develop and strive for the better. Nanotechnology is the path to success. It is necessary to improve the quality of people's life and their housing environment.

REFERENCES

1. Gusev, A.I. (2011). Nanomaterials, nanostructures, nanotechnologies. M.: Fizmatlit, 416 p.
2. Rybiev, I.A. (2002). Construction material engineering. M.: High School. 700 p.
3. Cherkinsky, Yu.S. (1960). Polymer-cement concrete. M.: Gosstroyizdat, 147 p.
4. Paschenko, A.A. (1975). Matrix materials. Kiev: Vishcha school, 444 p.
5. Kruglitsky, N.N. (1981). Physicochemical mechanics of cement-polymer compositions. Kiev, Nauk.Dumka, 240 p.

**LASER WELDING IN MECHANICAL ENGINEERING
(COMPARISON OF SOME TYPES OF LASERS AND THEIR DEMAND)**

D.S. Nikiforov, V.V. Sherbakov

Scientific supervisor: M.V. Kuimova, PhD in Methods of TFL, associate professor

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

E-mail: denis.n.1997@mail.ru

**ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА В МАШИНОСТРОЕНИИ
(СРАВНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ЛАЗЕРОВ И ИХ ТРЕБОВАЕМОСТЬ)**

Д.С. Никифоров, В.В. Щербаков

Научный руководитель: М.В. Куимова, канд. пед. наук., доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: denis.n.1997@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается лазерная сварка и ее виды в машиностроении. Авторы исследуют преимущества и недостатки лазерной сварки. Также в статье сравниваются некоторые характеристики видов лазеров и лазерная сварка в целом.

Introduction. Welding is the main way to join metals permanently. Among diverse welding types, laser welding takes a special place. The types of laser welding can be classified according to energy characteristics, power density and duration of exposure. Laser welding can be divided into:

- microwelding;
- deep penetration welding;
- repetitively pulsed welding.

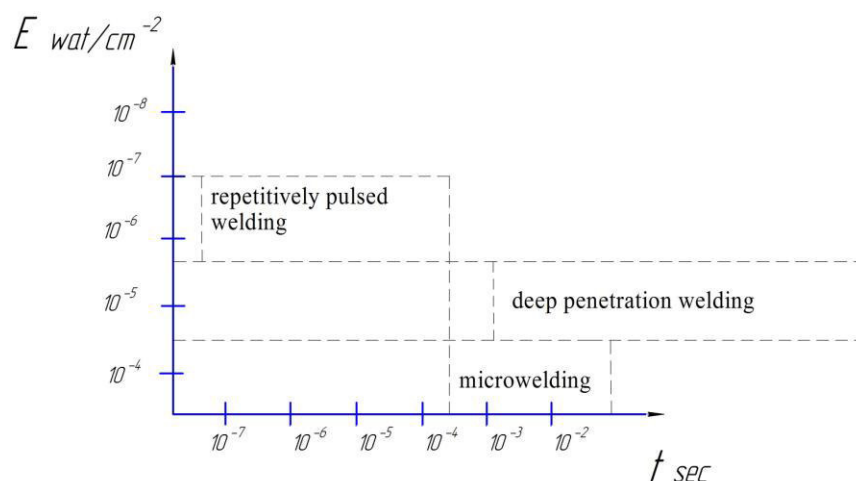


Fig. 1. Types of laser welding.

Research and results. Microwelding is mainly performed using a pulsed technique. A small diameter of the heat-affected zone ensures the locality and lack of deformation of the piece. During the pulse, the metal is heated to the melting point due to the thermal conductivity. Later it crystallizes. Microwelding ensures a high-quality joint of the pieces up to 1 mm in thickness.

Deep penetration welding allows welding of the material up to 20 mm in thickness in one pass. Continuous radiation from a powerful laser is used as a source of heating. The process occurs at the temperature of intensive evaporation of the metal with the formation of a penetration channel. The radiation penetrates deep into the material. When a channel is moved, a weld joint is formed. Radiation power is the main energy parameter of continuous welding (with the increase of radiation power, the depth of penetration also increases).

In heat-impulse welding, the energy of the impulse is determined by pumping voltage. Welding speed is the main parameter of this method. With the increase of the welding speed, the depth of penetration reduces. A repetitively pulsed laser can be used for cutting metals.

Laser welding has a number of advantages:

- minimal thermal influence and minimal deformation;
- high quality, evenness and repeatability of joint welds;
- strength of the metal of the joint welds;
- flexibility to manage the laser beam until it is delivered to the welding zone;
- possibility to weld hard-to-reach areas;
- high speed of application and high productivity of the process;
- automation and simplicity to control the process;
- multipurposeness (laser can be used for cutting, drilling and some other operations);
- hybrid technologies with the use of laser welding.

Despite the above mentioned advantages, laser welding has some disadvantages:

- quite expensive equipment;
- high requirements for the quality of the joint.

At present several types of lasers are used for welding in industrial production. Each laser has its own specific properties which determine the welding process. The most common in welding production are carbon dioxide (CO₂), solid (with lamp or diode pumping) and fiber lasers. The most common types of lasers are shown in Table 1.

Table 1.

Comparison of the most common types of lasers

	Laser type				
	Diode	Diode-pumped solid-state	Lamp-pumped solid-state	Fibre-optic	CO ₂
Wavelength, μm	0.98	1.06	1.06	1.07	1.06

Power range	10 W-10kW	From hundreds of watts to several kilowatts	From hundreds of watts to several kilowatts	From hundreds of watts to several kilowatts	From hundreds of watts to several kilowatts
Deep penetration welding	Yes	No	No	Yes	Yes
Coefficient of efficiency, %	40	15	5	25	10
Frequency of maintenance	2 years	1 year	3 month	2 years	6 month
Initial cost	Low	High	Average	High	Average
The cost of operation per hour / in dollars	23	53	51	43	49

Thus, the data in Table 1 allow saying that fiber optic laser has the best qualities. Generally, fiber lasers are compact and can use the air cooling of an active element.

Currently, diode-pumped solid-state laser and CO₂ laser are the most common in mechanical engineering. Diode-pumped solid-state lasers (DPSS) have a higher reliability, longer intervals in service cycles, lower cost of the consumed materials and details, but their initial cost is a considerable disadvantage. CO₂ lasers emit at a wavelength of 10.6 μm in the infrared range. Usually such lasers generate a radiation beam with a diameter from a few millimeters to a few centimeters. However, low efficiency and significant dimensions are among the main disadvantages of CO₂ lasers.

Conclusion. Laser welding is increasingly used in various industries, competing with traditional methods of welding. Laser welding should be used when it is necessary to create a structure with a practically unchanged shape and dimensions. It should also be used to join difficult-to-weld materials, including refractory and dissimilar materials. Multipurposeness and flexibility of laser equipment can be used in different processes, for example cutting, hole drilling, etc. Nowadays, solid-state and gas lasers are the most popular types of lasers. Fiber lasers have great prospects for the further widespread use. High cost of equipment and high energy costs are among the main challenges in the use of laser welding.

REFERENCES

1. Laser welding process. (n.d.). Retrieved March 7, 2017 from <https://www.ukessays.com/essays/engineering/laser-welding-process.php>.
2. Types of laser welding. (n.d.). Retrieved March 7, 2017 from https://www.engineersedge.com/manufacturing/laser_welding.htm.
3. The advantages of laser welding. (n.d.). Retrieved March 7, 2017 from <http://www.thefabricator.com/article/automationrobotics/taking-advantage-of-laser-welding>.
4. Laser welding in the automotive industry. (n.d.). Retrieved March 8, 2017 from <http://www.twi-global.com/technical-knowledge/published-papers/industrial-lasers-and-applications-in-automotive-welding/>.

“SMART HOUSE” TODAY AND TOMORROW.

A. E. Tsiplyukhina.

Scientific Supervisor: associate professor L. P. Danilenko

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

E-mail: prettygirlnastena@gmail.com

«УМНЫЙ ДОМ» СЕГОДНЯ И ЗАВТРА

А. Е. Циплухина

Научный руководитель: доцент Л. П. Даниленко.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, г.Томск, пл.Соляная 2, 634003.

E-mail: prettygirlnastena@gmail.com

***Аннотация.** В статье рассматриваются характеристики Эко-дома и «Умного дома», то есть наличие ресурсосберегающих систем жизнеобеспечения, малоотходность за счет переработки и утилизации всех видов отходов; а также комфортабельность, соответствующая условиям жизни человека. HI-TECH технологии постепенно проникают в нашу жизнь и приводят к более надежному строительству зданий и сооружений. Авторы подчеркивают различия между энерго-эффективным и эко домом: первый может быть и многоэтажным, второй – только малоэтажным.*

Эко-дом – это ресурсо-экономный «Умный дом». В «Умном доме» имеется целый блок управления сигнализацией и безопасностью. Изменения контролируются с помощью датчиков движения и устройств, установленных на окнах и дверях. В энерго-эффективном доме оптимизированы все энергетические процессы, связанные с отоплением, значит, в энерго-эффективном доме должны быть до минимума снижены теплопотери.

Из нововведений последнего времени в сфере строительства можно отметить следующие: создание сооружений из 3Д-панелей; применение съемной и несъемной опалубки; каркасное зодчество. Практические результаты по строительству энерго-эффективных домов достигнуты в Новосибирске, где сложились несколько инициативных групп, которым удалось построить ряд энерго-эффективных домов, приближающихся по своим параметрам к экологическим. Во многих странах к настоящему времени построены и успешно эксплуатируются уже тысячи домов нового энергопотребления. Количество построенных домов следующего поколения в Германии, например, измеряется уже сотнями.

Introduction. HI-TECH technology is gradually getting into our life that leads to a more reliable construction of buildings and structures. The share of industry engaged in the construction is estimated to be 30% of the material production economy. In the modern world new technologies change very quickly. The construction of buildings with a maximum reduced cost and in a very short term is possible by the use of the super new qualitative equipment and new technologies.

New type of housing. A new development in construction includes, for example, the construction of “Eco-house” and “Smart house”. What is it and why is it needed?

The characteristics of these houses are: the availability of resource-efficient life-support systems, minimum waste by processing and recycling of all types of waste; and comfortable human life.

The new direction includes the following:

- 1) construction using 3D-panels;
- 2) application of a demountable and fixed shuttering;
- 3) frame technology.

The technology of 3D-panels consists of monolithic and frame construction. Building “skeleton” is erected from polymeric panels connected by stainless steel bars, and also built in a reinforcement grid. Panels are filled with concrete, therefore the monolithic cover is formed. The fixed shuttering provides installation of bearing walls directly on concrete, then shuttering is not removed, and it remains in a structure carrying out the function of a thermal protection. The modular shuttering is simple at manufacturing. The described technology provides erection of walls by means of modules without a spreading solution. Structures are mounted by means of a manual drill, and foundation made of pile links becomes extremely strong.

According to the frame technology the rigid skeleton carries out bearing function, and walls maintain pressure of own weight and play a partition role. Thanks to it loading on the foundation seriously decreases, and gives chance to use the facilitated building materials in work.

Energy-efficient house and Eco-house are different; the former can be a multi-storey structure, the later – a low-rise one. The fulfillment of all requirements of Eco-house leads to the fact that this house can not be completed in any form, but only in the form of low-rise buildings with closely integrated land plot. Eco-house is not necessarily detached; it can consist of two – four apartments or more. It is possible to provide a separate land plot for each apartment. When designing Eco-houses one should minimize immediate negative effects on the natural environment. Eco-house is the house in which the consumption of natural resources and formation of waste are considerably reduced and which:

- favorably influences the health of people living in it,
- does the minimum harm to environment.

These qualities are reached by means of independent or collective engineering life-support systems with a rational building design of the house.

The appearance of the house can be very different, but the main features of it will remain as follows:

1. the presence of an autonomous resource-efficient life-support systems;
2. minimum waste by processing and recycling of all types of waste;
3. comfortable living conditions corresponding to human nature.

Wood is the most appropriate material for the construction of Eco-houses. Wood is a material that breathes, emits energy, absorbs odors, and keeps warmth. When building the best Eco-houses, coniferous trees are preferable. Fine quality of wooden walls is excellent insulation. Therefore energy consumption during the maintenance of Eco-houses is greatly reduced. Today along with the use of wood new strong materials have become very important. Internal furnish and interiors in the house are carried out from safe materials for health; the use of dangerous toxic substances is minimized or excluded.

Energy-efficient house is a house in which all energy processes are optimized. Since the main energy consumption (we are talking about Eco-house for Russia) are associated with the heating, therefore, in an energy-efficient house heat loss should be reduced to the minimum. This is achieved with the increased heat insulation of the building envelope, reducing heat loss through windows and ventilation. A lot of cheap heat insulating materials with very good properties

have appeared, such as mineral cotton wool and glass wool, foamed plastic, polyurethane foam and others. New materials with the improved ecological and hygienic properties and with higher heat insulating ability now continue to appear.

The nature gives people the possibility to use natural resources not only for housing, but also for producing electricity. People started using wind, sunlight, tides, and rain as a renewable energy. The sources of this energy are resources that people can use for their biological needs and at the same time not to harm the nature. Renewable energy from the sun is a form of energy well-known for its effectiveness and adaptability. The sun's energy can be used for water heating, as well as for heating and electricity. Solar panels, trusses, roof provide the energy. Water is another intensively consumed resource in a house. With the development of innovative technologies a lot of things can be reduced and automated for the needs of the people. For example: you can put the automatic system for melting snow on sidewalks, or ice on the roof, and then (wastewater, rain) use it for sanitary needs, as well as in the agricultural sector.

Eco-house is a kind of "Smart house" The mission of the "Smart house" is an automated management and control of engineering systems of your house such as heating, running water or lighting. The main advantage of "Smart house" is the ability to meet the requirements of any customer. In the "Smart house" there is a whole range of alarm management and safety. Changes are monitored with motion sensors and devices installed on windows and doors. A wide range of additional capabilities of the "Smart house" is proposed in order to prevent fire or flooding. To expand the functionality of the system one must use the remote control, which often works on Wi-Fi. With the help of it you can manage climate control equipment for providing comfortable living conditions in the house. For example: in the absence of the house owner the system will limit the operation of the heating devices via the exposed parameters. In case of failure in work, the system will switch-off energy consumption and will send SMS message on a mobile phone of the owner.

The "Smart house" allows you to turn off electrical devices according to schedule, or even adjust the intensity of light. Electric motor control is a well available system that can be used to automate gates or curtains. Using more sophisticated lighting and other electrical appliances save energy. These houses are equipped with solar thermal and sometimes electric energy receivers, collective or individual wind turbines, etc. Now the houses with the low energy consumption are built in many countries. The number of such houses built in Germany is large, and they justify the designer's calculations.

Conclusion. Certainly, technological innovations are revolutionizing our lives. Nanotechnology has a great future as it develops intensively. And the purpose of construction is a creation of more favourable and non-polluting dwelling which will be safe for the person and environment. Since the properties of Eco-houses differ significantly from the properties of contemporary mass housing – they will inevitably add a new dimension and residential environment in general. Therefore, the Eco-house is not just a fancy house; it is a new type of housing.

REFERENCES

1. Susan Redman (2016). Types of Energy-efficient houses. Retrieved February 1, 2017 from <https://www.houzz.ru/ideabooks/64264603/list/mir-dizayna-9-umnyh-energoberegayushchih-domov-v-avstralii>
2. Lunina. D. S (2015). New technologies in construction. Journal " Far East: Problems of development of architectural construction complex ", Retrieved February 1, 2017 from <http://elibrary.ru/item.asp?id=25037841>

WELDED JOINTS OF BUILDING DESIGNS

Golousenko M.A., Proshina A.A., Kabykenov N.S.

Scientific supervisor M.V. Kuimova, PhD in Methods of TFL, Associate Professor of TPU

Tomsk Polytechnic University, 634050, Russia, Tomsk, 30 Lenina avenue

E-mail: max.ze2018@gmail.com, alenka.proshina.97@yandex.ru

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Голоусенко М.А., Прошина А.А., Кабыкенов Н.С.

Научный руководитель: М.В. Куимова, канд. пед. наук, доцент

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

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

E-mail: max.ze2018@gmail.com, alenka.proshina.97@yandex.ru

***Аннотация.** В развивающемся мире одну из важнейших ролей играет строительство новых зданий, мостов, различных строительных конструкций. В свою очередь абсолютно все строительные конструкции собираются из отдельных частей. Для того чтобы построенное сооружение прочно стояло многие годы необходимо как можно лучше скрепить его составные части. Для этой задачи на сегодняшний день отлично подходит сварка, а для сложных конструкций необходимо использовать определенные технологии сварки.*

Introduction. There are different classifications of welded joints. They differ according to the following characteristics:

- geometry of the joint elements;
- type of welded joints;
- welding method;
- thickness of the welded elements;
- welding materials.

In most cases, electric arc welding is used for the production of building constructions. Main types, structural components and dimensions of the welded joints are specified in the normative documents. The documents state that there are four typical cases for electric arc welding depending on the type and geometry of the joint:

- a butt joint (two pieces are parallel to one another and are joined side by side);
- corner weld (two parts with their butt ends are joined at a certain angle relative to each other);
- T-joint (one piece is adjacent to another with its butt end. The pieces intersect each other at 90^0);

Research and results. In assembling, indirect welding with the welding of the root joint and welding on steel plates are used [1]. The challenging part of this process is to join the steel plates on the part of the buttered joint. Thus, in hand welding the gap in the assembled joint should be 7 ± 1 mm. If these requirements are met, the occurrence of “moustache cracks” will be excluded. The plate should be thick enough to eliminate burn-through. In the manufacture and assemble, the welding of butt joints is normally done with the application of mechanized

welding methods. The best results are achieved with the use of automatic Submerged Arc Welding (SAW) [2]. We researched this technology through the example of tube welding, Fig. 1 represents the obtained joints.



Fig. 1. Joints obtained with the use of the plate

Buttered joints are performed with elements as thick as 16 mm. If the thickness of butt sheets more than 16 mm, double-sided or single-sided grooving is recommended. The parameters of the joint and the modes are chosen to ensure full penetration welding. Joints 1 and 2 are carried out when the difference between the thickness of the sheets is not more than 4 mm. [3].

When it comes to a significant difference in the thicknesses, the joints of either type 3 (one-way bias) or type 4 (two-sided bias) are recommended. In bridge construction, a slope of 1:8 is applied for stretched elements and a slope of 1:5 is applied for compression elements. Slopes are performed with the help of cutting or gouging in line with the requirements of surface roughness.

Table. 1

The most typical butt joint used in welded constructions.

№	Sketch of the joints	Description of the joints	Marking the joint
1		The joint of the sheets of the same thickness without eccentricity and bevel edges	C7
2		The joint of the sheets of the same thickness without eccentricity, but with bevel edges	C15
3		The joint of sheets of different thicknesses with double-sided bias. For stretched elements 1:8, to compressed elements 1:5	C15
4		The joint of sheets of different thicknesses with two-sided bias. For stretched elements 1:8, for compressed elements 1:5	C15
5		The joint of the sheet pack with two-sided bevel edges. The contact surfaces are sealed at the joint.	DIN18800
6		The joint of the sheet pack with one-sided bevel edges. The contact surfaces are sealed at the joint.	DIN18800

The thickness of the weld deposit is 7-8 mm. In automatic welding during the assembling of this section one should avoid full penetration of the zone injected.

In the construction of steel structures, the main scope of welding work accounts for the execution of corner welds [4]. These joints by weight of weld deposits come up to more than 90%. Approximately 40% of the joints are estimated joints; their dimensions are established in the design in accordance with strength calculations. And about 60% are structural joints [5]. Thus, the rational design of corner joints has a great potential to improve the quality and efficiency of welding production.

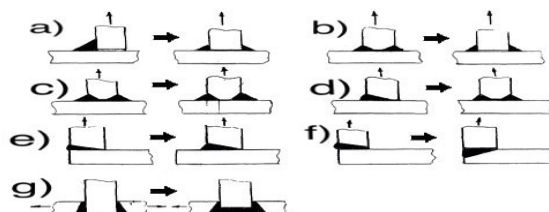


Fig. 2, the types of corner welds

Conclusion. Thus, it was revealed that in the design of welded joints (where one experiences tensile stress through-the-thickness of the sheet) corner and t-joints welding should be applied to reduce the risk of layered cracks. To achieve the best results, it is necessary to use:

- double-sided corner joint and minimize the concentration of deformations at the top of the weld joint (Fig. 2, a);
- joints without beveling with the least possible amount of weld deposit to replace the joints with full penetration (Fig. 2, b);
- double-bevel groove (Fig. 2, c);
- T-joints instead of corner joints (if possible) (Fig. 2, a).

REFERENCES

1. Studopedia: Types of welded joints. Retrieved March 3, 2017, from http://studopedia.ru/7_137778_vidi-svarnih-soedineniy.html
2. English for welders. Retrieved March 3, 2017, from <http://window.edu.ru/resource/848/76848/files/pelsv.pdf>
3. The technology of welding works. The types of welding. Retrieved March 3, 2017, from http://kirovsp43.ru/articles/tehnologiya_svarochnyh_rabot_vidy_svarki/
4. European standard. Retrieved March 3, 2017, from [http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/PomuckyE/Joints-\(1993-1-8\).pdf](http://people.fsv.cvut.cz/~machacek/PomuckyE/Joints-(1993-1-8).pdf)
5. Recommendations for reducing weld metal consumption in the manufacture of structural steelwork. Retrieved March 3, 2017, from http://www.docstroika.ru/textstroika/stroika_3567.htm

FORMATION FEATURES OF MASS AND INDIVIDUAL PASSENGER TRANSPORT IN LARGE CITIES

S.V. Schastlivtsev

Scientific Supervisor: PhD in Sciences, Senior Lecturer A.A. Burlatskiy

Language adviser: Associate Professor N.A. Zboikova

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

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАССОВОГО И ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

С.В. Счастливцев

Научный руководитель: канд. техн. наук, старший преподаватель А.А. Бурлуцкий

Языковой консультант: доцент кафедры иностранных языков Збойкова Н.А.

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: happy412132@gmail.com

***Аннотация.** В статье обозначена роль городского пассажирского транспорта, которая заключается в сокращении времени перемещения граждан по городу. Выполнен анализ условий функционирования массового и индивидуального пассажирского транспорта, а также затронута проблема расстановки приоритетов его развития в условиях крупного города.*

Introduction. Like the circulatory system in a living organism the traffic system supports vital functions of a city providing the movement of citizens to the places of their employment by passenger transport. According to its purpose, the urban passenger transport is divided into the mass and individual one. Depending on the traffic management passenger transport is classified as the route and non-route one.

Analysis. The movement of mass transport is carried out on the pre-established equipped areas called routes [1]. As a rule, this principle provides passenger transportation with public transport such as buses, trolleybuses, trams and metro. Routed transport is characterized by high capacity ranging from 10 to 200 or more people depending on the type of rolling stock [2].

Passenger transport should be considered as the main way of increasing human mobility. The bus with the average traffic speed of 18-20 km/h accelerates movement of urban residents in 4-5 times, while more mobile passenger car provides the "door to door" transfer 6-10 times quicker.

It should be noted that the urban passenger transport plays an important social political and economic role [2]. The social role of passenger transport means the freedom of movement for urban residents during almost all periods of their conscious life, especially for low-income population, people with disabilities and persons with baby carriages, for whom it is the only way of transportation. Its political importance is ensuring stability and safety of passenger transport for urban population, but from standpoint of economy it ensures the delivery of people to places of their employment and backwards.

In a modern city the main part of passenger traffic belongs to mass public transport, a bus being the most common one [2, 3]. High maneuverability and little capital transport expenditures are its positive sides, because

the main expenses are associated only with bus terminal construction. The autonomy of buses allows us to make local adjustments in the route scheme using temporary change of movement, for example, during road construction works, as well as to improve it owing to the development of city territories. The environmental pollution caused by exhaust fumes and comparatively low transportation capacity, as compared with other types of passenger transport are mentioned among the shortcomings of this kind of transport. Nevertheless, the environmental problems can be solved using natural gas instead of gasoline. This will significantly reduce harmful emissions. As for the electric transport, though it has greater transportation capacity, its maneuverability is limited or absent. Besides, the tram tracks interfere with other vehicles and, therefore, they should be placed in isolation, that requires selection of scarce city territories. The electric transport is popular on the routes with strong and stable passenger traffic flow [1].

Currently, the development of economy is irreversibly improving welfare of people [4]. As a result, their economic activity is increasing that is manifested by the growth of citizen transport mobility, as well as higher requirements to their mobility and comfort during the movements around the town. It is obvious that in such conditions the everyday use of private cars becomes more attractive. Therefore they take the second place in traffic volume among other kinds of passenger transport. Owing a car gives considerable conveniences, because one can move directly to the required place in comfortable conditions. However, a small capacity and the need for a large roadway indicates that the usage of this kind of transport for maintenance stable mass transportation during specific hours such as labor movements is not advisable. Also it should be pointed out that cars consume fuel and, as a result, pollute cities air due to the exhausted gases 4-6 times greater than a bus per 1 pass km [2]. In spite of the above, it is obvious that the transport service cannot be provided only by mass transport. Individual cars are not less important for organization of transportation process, because they can fully meet the requirements of population in realization of main volume of cultural and combined movements characterized by complex relations.

The process of motorization rapidly unfolded after the post-war period in the USA and Western Europe sparked the wave of serious crises, which were accompanied by traffic congestions, decrease of car traffic speed and increase of road accidents [5]. Even then, it was apparent for specialists that the city road network, formed basically before mass distribution of vehicles, did not meet the requirements of intensive traffic flows. Despite this, even now the process of uncontrollable motorization is ongoing and reaching the critical values in the developed countries. The highest level of private cars was observed in the United States, where the transport policy promoted the elimination of mass passenger transport for a long time. Later many US experts recognized the invalidation of this direction and the necessity to choose the European development course of cities by pursuing an active policy of promoting public transport choice by passengers. In this case, the complex measures were developed and successfully implemented, that allowed not decreasing a share of private cars, but reducing its growth rate. At the same time, the overseas researchers have noted that only the increase of attractiveness of public transport has not achieved the desired level of intensity reduction of urban transport flows, because small percentage of people when facing with the problem of choosing the method of movement reacts and corrects their preferences. Ultimately, the car drivers develop the habit of using personal transport.

Currently, the level of the urban passenger transport development in our country lags behind the needs of population [3, 6]. Moreover, a modern period of operation of large cities is characterized by apparent imbalance in prioritizing the development of mass and individual passenger transport [5]. On the one hand, this is caused by

the relatively low rate of construction and reconstruction of city highways. Thus, for a long time the share of urban territories per vehicle communications has been about 10-15 %. On the other hand, the taken measures reflect largely the interests of private cars users, because this kind of transport forms 80-90 % of the city traffic. The accounting of the routed city public transport, which has a small part in the structure of traffic flow, but at the same time performs the main volume of passenger transportation (60-70%), is not kept enough during the modernization of the transport framework. Usually it is manifested in the local correction of individual routes. In such conditions, the development of public transport supporting a partial unloading of the city road network and improving ease of movement would require much less investments.

Active development of free urban territories and peripheral zones for mass housing and large shopping complexes leads to overloads of both the separate transport routes and the entire engineering infrastructure of a city. In turn, this enhances opposition between competing kinds of passenger transport and, as a result, brings the problem to the highest level of urban development. Particularly, acute transport problems formed under the influence of historical factors manifest themselves in large cities, where due to the insufficient development of main network of streets and roads the time spent on passenger transportation greatly exceeds the limit values [3, 5].

Conclusion. Thus, the efficiency of the road network of large cities can be achieved only by the proper prioritization of the development of competing kinds of passenger transport. In turn, strengthening the position of public transport providing the basic volume of passenger transportations will allow us to slow down the rapid growth of traffic flow and smooth over the traffic problems of big cities.

REFERENCES

1. Efremov I. S., Kobozev M. V., Yudin V. A. (1980). Theory of city passenger transportations. M.: Higher school.
2. Spirin I. V. (2007). Scientific bases of comprehensive restructuring of urban passenger transport. Monograph.
3. Burlutskiy, A. A. (2009). Features of functioning of mass passenger transport in the city of Tomsk. Bulletin of the Tomsk state University of architecture and construction, no. 4, pp. 192-201.
4. Pascua A. A. (2004). Improving the organization of passenger transport in loaded-located cities. Dissertation.
5. Burlutskiy, A. A. (2015). Ensure the efficiency of the road network of a large city on the basis of its interaction with the flows of passenger transport (on the example of Tomsk). Dissertation.
6. Kulikov, A. V. (2014). State of passenger transportation in Volgograd and activities for their improvement. Intelligence from Volgograd state technical University. Land transport system, no. 9, pp. 58-61.

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛОЙ ДОМ "УНГОЛИАНТА" В ПОС. РОСИНКА»

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

COMPETITION PROJECT «RESIDENTIAL "UNGOLIANT'S" HOUSE IN ROSINKA VILLAGE »

Yu.O. Gashilova

Scientific Supervisor: Senior lecturer K.H. Akhtyamov

Tomsk State University of Architecture and Building,

Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: victim_darkness@mail.ru

***Abstract.** Home has a huge physical, psychological and sacred significance for people since ancient times. The house is not only a place where people eat, sleep, having rest, but it's also a place where they can feel safe. Each house is a mirror of a human soul. The subconscious personality traits can be revealed in appearance, style of rooms, and dominant colors. Writers used to reveal the heroes of their books through description of the house. The "Ungoliant" house was inspired by the universe of "The Lord of the Rings" written by the English writer John. R.R. Tolkien. The name "Ungoliant" was taken in honor of divine arachnid creature, which was powered by light. The building is equipped with dynamic parts, solar panels and green walls. Winter gardens are in fact round rooms which are located one above the other. They are illuminated through skylights. The composition of master plan represents the main building as a spider and all other buildings as insects caught in some kind of a web. Project "Ungoliant" symbolizes green architecture, which is not only a trend of last several decades, but demonstration of vital necessity.*

С древнейших времён дом для человека имел огромное физическое, психологическое, сакральное значение. Дом – это не только место, где человек ест, спит, отдыхает, но и место, где он чувствует себя в полной безопасности. Каждый дом – зеркало души хозяина. По внешнему виду, обстановке комнат, господствующему цвету можно раскрыть подсознательные черты личности. Нередко этим пользовались писатели, характеризуя героев своих книг через описание места проживания.

Дом «Унголианта» был вдохновлён вселенной «Властелина колец» английского писателя Дж. Р.Р. Толкина. Своё название здание получило благодаря одноименному божественному паукообразному существу, которое питалось светом. В архитектуре это отражается в динамическом модуле – «пауке». Брюшком паука является геодезический купол, который при температуре выше 25°C раскрывается при помощи лапок. Световой фонарь «брюшко» освещает круглые комнаты – зимние сады, которые расположены друг над другом на трех этажах. Данные комнаты сообщаются между собой по вертикали, что обеспечивает освещение и на втором этаже, и на цокольном. Такая особенность позволяет размещать светолюбивые растения на верхнем этаже, а тенелюбивые – на первом. Между собой они соединены шпалерами – паутинообразной решёткой, которая поддерживает выющиеся растения.

Динамическую деталь и другие энергетические потребности дома обеспечивают солнечные коллекторы, расположенные на эксплуатируемой кровле. На кровле также расположены треугольные воронки водосточных труб. На боковых фасадах они прикрыты вертикальным озеленением. Данные трубы обеспечивают не только водоотвод, но и переносят эту воду в искусственный бассейн, расположенный недалеко от дома.

На генеральном плане отображена композиция – паутина, где центр занимает паук, а соседние постройки – попавшие в паутину насекомые. В верхнем левом углу композиции находится ступенчатый четырёхъярусный сад с дорожкой, ведущей в обсерваторию. Данное композиционное решение продиктовано не только особенностями ландшафта, но и стремлением расположить обсерваторию на более высокой отметке для удобства проведения исследований звёздного неба. Постройки расположены друг относительно друга в строгом соответствии противопожарным требованиям. В кирпичной беседке возле искусственного бассейна реализована возможность отдохнуть у небольшого костра, который может быть разведен в специальной ёмкости в центре беседки. Бассейн можно использовать как для купания летом, так и после бани, которая предусмотрительно расположена автором проекта рядом с ним. Емкость бассейна также может послужить прудом для рыб. Для их перезимовки оборудована небольшая хозяйственная постройка. В нижнем правом углу находится гараж на две машины с отдельной площадкой для мойки автомобилей и их ремонта. В левом углу участка предусмотрена посадка ели. Она не только обладает бактерицидными свойствами и наполнит воздух вокруг детской площадки хвойными запахами, но и может стать частью новогодней композиции в зимнее время. Вокруг неё можно водить хороводы всей семьёй, не боясь что-нибудь разбить.

Внутреннее пространство дома обеспечивает комфорт для каждого члена семьи. Столовая, выходящая окнами на красивый палисадник, имеет выход на террасу. Гостиная с узкими витражными окнами и камином обеспечивает дружескую и тёплую атмосферу. Спортзал, расположенный в цокольном этаже, благодаря особенностям планировки совершенно не мешает приятному отдыху в спальнях на втором этаже. Спальные комнаты имеют выход на балкон, который освещается ночью светильниками «паучками». Родительская спальня оснащена отдельным санузлом со стеной из стеклянных блоков. Кухня выходит окнами на детскую площадку, что позволяет родителям спокойно заниматься приготовлением пищи, и в то же время наблюдать за детьми. По тому же принципу расположен и кабинет, который позволяет осматривать остальную часть территории.

Проект «Унголианта» демонстрирует бережное отношение к природе – тенденцию, которая не только остается актуальной в течение уже нескольких десятилетий, но и является жизненной необходимостью. Оригинальное решение композиции позволит попасть после серых будней в «сказку», где правила создаёт сам хозяин.

Состав проекта: ситуационная схема; генеральный план (М 1:500); функциональная схема; фасады 1-4, Л-А, 4-1, А-Л (масштаб линейный); разрез 1-1 (М 1:75); план цокольного этажа (М 1:100); план первого этажа (М 1:100); план второго этажа (М 1:100); план кровли (М 1:100); аксонометрия; деталь №1 (окно); динамическая деталь-паук; технико-экономические показатели.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Жилой дом «Унголианта» в пос. Росинка», автор проекта Ю.О. Гашилова, руководитель старший преподаватель К.Х. Ахтямов

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРЬЕР КВАРТИРЫ В СТИЛЕ «КАНТРИ»

Е.А. Казанцева

Научный руководитель: доцент, канд. арх. И.И. Колосова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: flossdandelion@gmail.com

COMPETITION PROJECT “COUNTRY INTERIOR OF APARTMENT”

E.A. Kazantseva

Scientific director: Associate Prof., PhD in Arch. I.I. Kolosova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: flossdandelion@gmail.com

Abstract. *The apartment is designed in country style. The task for design was followed by “legend” that two married couples live in the same apartment – parents and their daughter with her husband. Their father is a stockbroker so it was necessary to equip his workspace with a computer and make this space isolated for the night trades. Mom is fond of breeding flowers. Daughter and her husband work at the computers. The office room was arranged to accommodate two workplaces. Another requirement was to unite the kitchen and living room area, as the tenants of the apartment like parties.*

Интерьер квартиры выполнен в стиле «кантри». Заданием на проектирование был заложен следующий сценарий: в квартире проживают две супружеские пары – родители и дочь с мужем. Отец – биржевой маклер, поэтому для него было необходимо обустроить рабочее место с компьютером, предпочтительно изолированное – для ночных торгов. Мать увлекается разведением цветов. Дочь с мужем работают за компьютерами – для размещения двух рабочих мест обустроен кабинет. Еще одним требованием было объединить кухонную и гостиную зоны, т.к. жильцы квартиры любят собирать веселые компании гостей. Для разведения цветов предусмотрена отдельная зона в гостиной комнате. Автором разработана малая архитектурная форма «Рояль» (рис.1, 2), которая играет роль полки для большого количества растений. За основу взят настоящий рояль без внутренних деталей. Для того чтобы в корпус было удобно ставить растения, устанавливается панель с отверстиями под кашпо вровень с верхней частью корпуса. Она выполняется из фанеры, пропитанной влагостойкой эмалью. Кашпо – пластмассовые, в них удобно размещать горшки с цветами. Крышка рояля откидывается полностью, поэтому в остальной части корпуса, невидимой при опущенной крышке, могут храниться принадлежности для ухода за растениями, при том в большом количестве. Также в «зеленой» зоне размещен диванчик для чтения и книжные полки.

Прихожая выполнена в приглушенных тонах с пилястрами и балками на потолке, что визуально сокращает вытянутое пространство коридора. Встроенные шкафы выполняют несколько функций: хранение верхней одежды, формируют ниши для размещения другой мебели (комода, полки,

выдвижные пуфы, зона для чтения со стороны гостиной), разграничивают пространство студии и коридора. Освещение в коридоре и прихожей обеспечивают настенных бра.



Рис.1. Малая архитектурная форма «Рояль» (развертки)



Рис.2. Визуализации интерьера: слева – малая архитектурная форма «Рояль»;
справа – рабочая зона в спальне родителей

Помещение кабинета не имеет естественного освещения – данная проблема решается устройством декоративного витражного окна, которое выходит в прихожую. Само пространство кабинета зонировается при помощи стеллажа со сквозными полками. Также в квартире предусмотрены две спальни с двуспальными кроватями, телевизорами, шкафами, парфюмерными столиками для женщин. Перегородка между ними криволинейная в плане – она формирует ниши для мебели. Комната родителей включает в себя рабочую зону, изолированную от кровати при помощи платяного шкафа (рис.3). Квартира оборудована двумя санузлами: один с душевым поддоном, другой – с ванной и стиральной машинкой. Также площадь квартиры позволила разместить кладовую комнату.

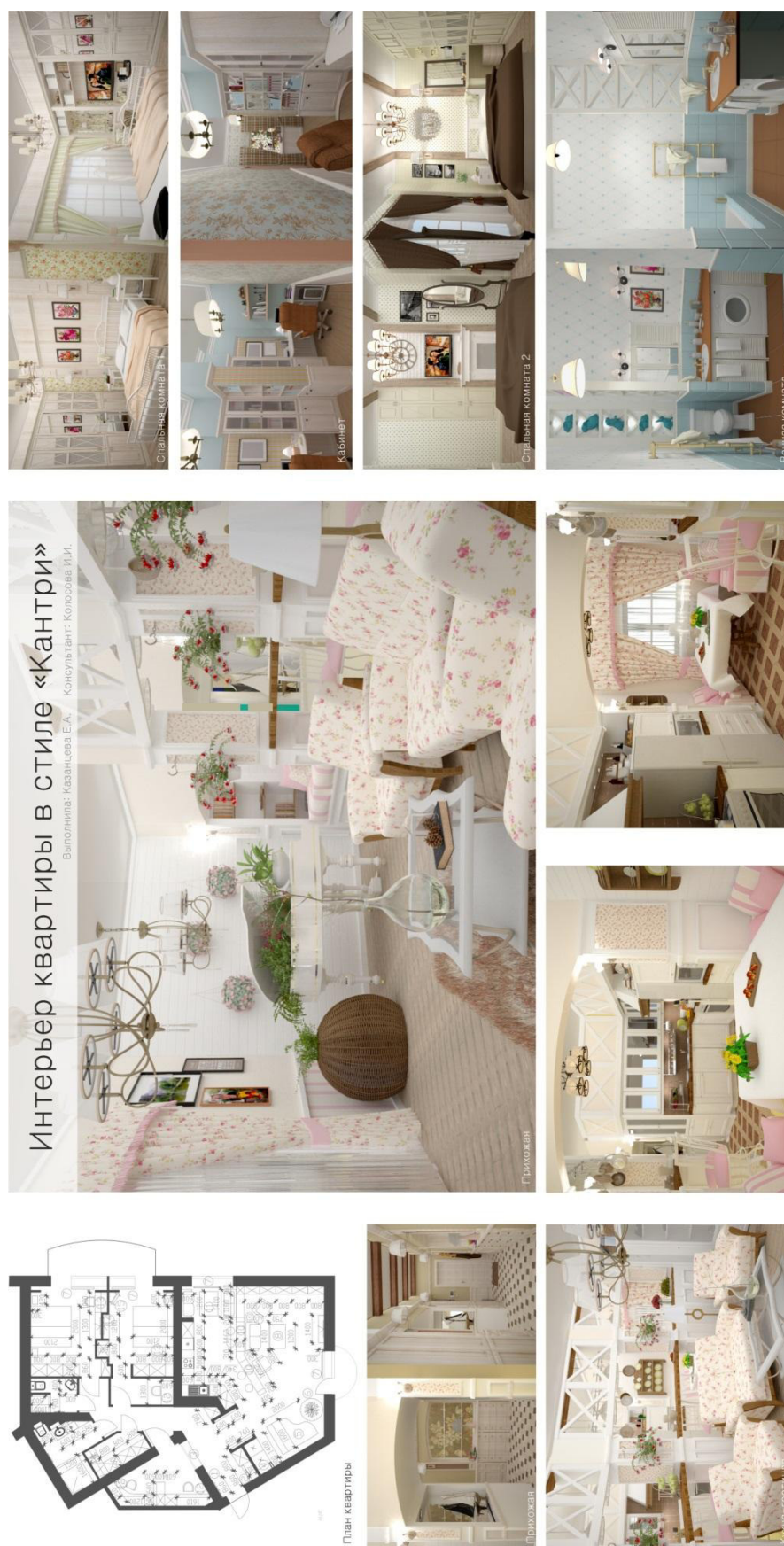


Рис.3. Графическое изображение конкурсного проекта «Интерьер квартиры в стиле «кантри»,
автор проекта Е.А. Казанцева, доцент, канд. арх. И.И. Колосова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПАРК ОТДЫХА В РАЙОНЕ МАВЛЮКЕЕВСКОГО ОЗЕРА
В Г. ТОМСКЕ»**

Д.С. Горколыцева

Научные руководители: доцент А.В. Голиков, доцент И.В. Куницкая

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: gorkoltsevadina@gmail.com

COMPETITION PROJECT “RECREATION PARK NEAR MAVLYUKKEEVSKOE LAKE IN TOMSK”

D.S. Gorkoltseva

Scientific Supervisors: Associate Prof. A.V. Golikov, Associate Prof. I.V. Kunitskaya

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: gorkoltsevadina@gmail.com

***Abstract.** A substantial part of the territory of historic part of is hold by Mavlyukeevskiy Park zone. A museum of science and technology is planned to be built in this place. This project is one of the variants for improvement of the territory and not only through beautification of the park with seating areas and areas of mass events.*

Значимость парков общественного назначения определяется размерами местности и уникальностью общедоступной окружающей среды. В современном мире парк отдыха является одним из главных составляющих системы озеленения городских пространств, отвечающих за функции оздоровления, разнообразия ландшафта, а также способствует организации досуга населения города в целом.

Проектируемый участок площадью 13,38 га. Для размещения тематического парка выбрана территория в районе Мавлюкеевского озера в городе Томске. Зоне Мавлюкеевского парка отводится значительная часть территории исторического квартала, на которой сосредоточены: общежитие, спорткомплекс, корпус университета НИ ТГУ, озеро, жилая застройка и автостоянка. Территория располагается в историческом районе города Томска – Заисточье, в западном направлении параллельно улице Эуштинской. На территории парка расположено Мавлюкеевское озеро, которое входит в государственный водный реестр, прибрежная защитная полоса которого составляет 50 метров, береговая полоса 20 метров. Парк входит в состав зоны (Р-1) городских парков, скверов, садов, бульваров. Площадь парка 12,120 га. Техничко-экономические показатели: общая площадь – 13,38 га, площадь застройки – 10,52 га, площадь озеленения территории – 12,3 га, площадь пешеходных дорожек и площадей – 14,51 га, площадь автостоянок – 4151,4 м².

Парк располагается в центральной части города, однако на данный момент территория Мавлюкеевского озера не благоприятна для строительства. С учетом территориальной значимости данного района требуется благоустройство парковой зоны, т.к. вблизи расположены учебные корпуса Томского государственного университета и центральные улицы города Томска. Благоустройство парковой зоны благотворно повлияет на ситуацию в городе, предоставит населению возможность

отдыхать в лесном парке и на набережной вдоль озера. На пирсе у озера спроектированы специальные зоны проката водного транспорта; также на данной территории расположена сцена для массовых мероприятий с прилегающим благоустройством. На месте сцены планируется проведения массовых мероприятий различных тематических направлений; концерты, выступления, форумы, фестивали, также всевозможные встречи с представителями города и населением.

Основная цель проектирования объемно-пространственной композиции городского парка отдыха в районе Мавлюкеевского озера – формирование удовлетворяющей потребности зоны отдыха для всех групп населения. Озеро является основной доминантой парка, благоустроенные спуски к воде позволяют сделать территорию доступной и многофункциональной. На водной поверхности предполагается использование таких средств передвижения, как лодки, катамараны и т.д.

Проектом предусматривается организация пространственной среды парка отдыха в районе Мавлюкеевского озера путем размещения на территории рекреационных площадок, площадки сцены, площадки с малым фонтаном, спортивной площадки, зоны с малыми архитектурными формами (МАФ). Работы по благоустройству включают в себя: создание дорожек и тропинок, строительство подпорных стенок, устройство системы уличного и ландшафтного освещения, строительство водоемов и водных сооружений различного типа, строительство лечебно-оздоровительных площадок, установка необходимого оборудования. Развитие пешеходной сети предусматривает организацию пешеходных дорожек, велодорожек с участками волнообразного рельефа и рекреационных площадок, центральной площади и площадки с размещением МАФ. Проектируемый парк многофункционален: он имеет различные по характеру зоны времяпрепровождения, поэтому отличительной особенностью парка является научно-техническая тематика. Парк имеет несколько входных групп: главный вход со стороны улицы Эуштинской, остальные – со стороны студенческого общежития, музея науки и техники и учебного корпуса НИ ТГУ.

Центральными элементами композиции парка являются: МАФ фонтан «Атом», МАФ «колба» – символ научных познаний в области химии, МАФ «механическая шестеренка», сцена для массовых мероприятий, прогулочная зона.

В состав проекта входят: ситуационная схема, фотофиксация места проектирования, генеральный план, развертки, схема грунтовых вод, схема зонирования, схема существующего инженерного обеспечения, схема пешеходного движения, объекты малой архитектурной формы и перспективные изображения объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Привалихина, С. Исчезнувшие реки и озера Томска / С. Привалихина // Мой Томск / София Привалихина. – Томск, 2000. – С. 130–140.
2. Чуприн, А. Н. Озеро надежды: государственно-частное партнерство в Томске становится делом привычным / А.Н. Чуприн, А. Семухин, В. Долженкова // Приходный ордер. – 2012. – № 7–8 (62–63). – С. 24–26.
3. Из преданий Московского тракта // Томские сказания / С.А. Заплавный. – Томск, 2007. – С. 173–174.
4. Особо охраняемые природные территории Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/oopt/>.



Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Парк отдыха в районе Мавлюкеевского озера в г. Томске» автор проекта Д.С. Горколыцева, руководители доцент А.В. Голиков, доцент И.В. Куницкая

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ ВБЛИЗИ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО»

Р.М. Исмаилова

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: roksalana2015@yandex.ru

**COMPETITION PROJECT «THE SETTLEMENT FOR 2000 INHABITANTS
NEARBY ZORKALTSEVO VILLAGE»**

R.M. Ismailova

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD in Arch. G.V. Koblashova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: roksalana2015@yandex.ru

***Abstract.** The settlement for 2000 inhabitants has been implemented within the frameworks of the design course. It is situated to the west from Tomsk along P398 route nearby Zorkaltsevo village. The chosen area has a quite flat relief with vegetation (like trees and bushes) and a small lake. The main objective of the project was to create a highly comfortable living environment taking into consideration modern requirements for newly designed suburban territories. Several types of housing had to be situated in the area according to the design assignment. It contained individual houses with the plots of land of 2,000 to 6,000 sq. m., row houses with the plots of land of 500 to 1000 sq. m. and without them and several (by calculations) mid-rise apartment houses. Such important infrastructural objects as social service buildings, school and pre-school institutions, roads and driveways of different categories and recreational zones were necessary to include into the village structure.*

Введение. Поселок городского типа на 2000 жителей, выполненный в рамках курсового проектирования, расположен в западном направлении от г. Томска по трассе Р398 вблизи с. Зоркальцево. Заданная местность обладает довольно плоским рельефом с существующей на нем растительностью (деревья, кустарники) и небольшим озером.

Основная задача проекта – создание жилой среды повышенного комфорта проживания с учетом современных требований к проектированию пригородных территорий.

В соответствии с выданным заданием на территории необходимо было расположить несколько типов застройки: индивидуальную (с участками от 20 до 60 соток), блокированные дома (с участками от 5 до 10 соток и без них), несколько домов средней этажности (по расчету) [1].

В структуру поселка необходимо было ввести следующие объекты инфраструктуры: здания общественного обслуживания, детские дошкольные и школьные учреждения, дороги и проезды различных категорий (для сельской местности), рекреационные зоны.

Метод проектирования. Одной из основных проблем при выборе композиционной схемы генплана поселка стало то, как его структура «впишется» в существующий ландшафт при максимальном сохранении природного комплекса и «оживлении» плоской поверхности рельефа.

Система улиц разработана таким образом, чтобы создать «пластичный» режим визуального восприятия окружения при движении и обогатить характеристики природного комплекса (рис.1).

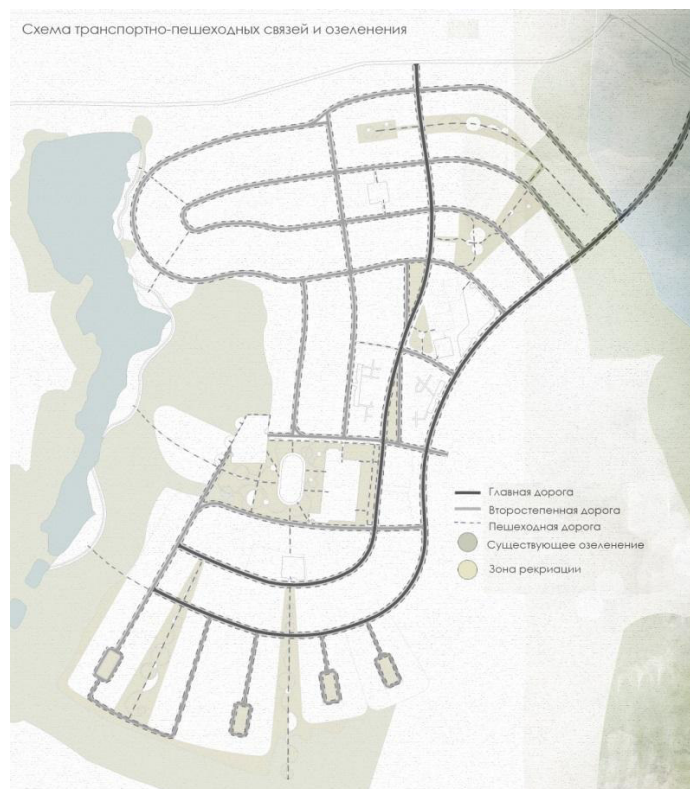


Рис. 1. Схема транспортно-пешеходных связей и озеленения

Въезд в поселок организован как с региональной трассы Р398, что обусловлено в будущем развитием территории, так и с дороги, примыкающей к съезду с региональной трассы. Именно она является центральной осью поселка, вдоль которой сформирована ритмичная застройка блокированным жильем, плавно переходящая в общественную часть поселка с ее обслуживающими функциями. Здесь располагаются крытый и открытый продовольственные рынки, здание администрации, автомобильная парковка, площадь, а также жилые дома средней этажности.

Вся центральная часть поселка «растворена» в парковой зоне с пешеходным бульваром, ведущим к видовым площадкам плавной конфигурации, не нарушающим береговой изгиб озера, включенного в композицию поселка [2].

В южной части от парка располагается школа на 600 учащихся и стадион с дополнительно созданной рекреационной зоной. В западном направлении бульвар заканчивается общественным досуговым центром. В восточном предполагается последующее его развитие [3].

Таким образом, сложившаяся планировка поселка имеет трехчастную структуру, что позволяет оптимально распределить жилье, детские сады и школу в радиусах пешеходной доступности, установленных нормами проектирования. Северную и южную части поселка занимают индивидуальные жилые дома с площадью участков от 20 до 50 соток, а центральную – здания общественного обслуживания [4].

Согласно нормам проектирования, учтены основные требования инсоляции, а также обеспечено проветривание дворовых пространств относительно розы ветров данной местности.

Баланс территории. По технико-экономическим показателям общая площадь жилой застройки составляет 77,5 га: индивидуальная – 62,5 га (66,4%), блокированная – 11 га (11,7%), дома средней этажности – 4 га (4,2%). Общая площадь участков общественных учреждений – 7,1 га: школы – 2 га (2,1%), детские дошкольные учреждения – 1,5 га (1,5%), обслуживающие общественные учреждения – 3,6 га (3,8%). Зеленые насаждения общего пользования – 4,6 га (4,8%), спортивные сооружения – 0,5 га (0,5%), улицы, проезды, площадки, стоянки – 4,3 га (4,5%). Всего занимаемая площадь поселка – 94 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормали основных планировочных элементов жилых и общественных зданий. НП-4.2-71 /Гос. ком. по гражд. строит. и арх. при Госстрое СССР: [б. и.] – М., 1971 – 58 с.
2. Рекомендации по проектированию комплексов общественных центров поселков городского типа / Центр. науч.-исслед. и проектный ин-т типового и эксперим. проектирования учеб. заведений. – М.: Стройиздат, 1984 – 95 с.
3. Руководство по проектированию городов и поселков АЭС / Центр. науч.-исслед. и проект. ин-т по градостроительству. – М.: Стройиздат, 1984. – 161 с.
4. СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: Издание официальное /Гос. ком. России по делам строительства. – М.: ГУП ЦПП, 2001 – 59 с.



Рис. 2. Графическое изображение конкурсного проекта «Поселок на 2000 жителей вблизи с. Зоркальцево», автор проекта Р.М. Исмаилова, руководитель доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКИЙ САД НА 160 МЕСТ В Г. ТОМСКЕ»

К.Н. Кавтеладзе

Научный руководитель: доцент, кандидат архитектуры З.В. Попова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: kavteladzek@mail.ru

COMPETITION PROJECT "KINDERGARTEN FOR 160 CHILDREN IN TOMSK"

K.N. Kavteladze

Scientific Supervisor: Assistant Prof., PhD in Arch. Z.V. Popova

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: kavteladzek@mail.ru

Abstract. *The project "Kindergarten for 160 children" was carried out within the schedule of educational process in the discipline of Architectural design at the 4th course. The aim of this project was to plan and zone the site, to create a unique image of the kindergarten building and develop the planning scheme. The territory for construction of the facility is located in the designed village in suburbs of Tomsk near Zorkaltsevo village, along Shegarsky path. Gently sloping terrain with green areas and a pond are the main advantages of this territory. The project of gardening and improvement of the site of kindergarten provides the organization of playgrounds for each age group. Also there is an open area for exercises and a place for holding any kind of activities with an organized scene and seats.*

The volume of kindergarten represents rectangular shapes with protruding decorative elements designating three main units for children's groups. These colored elements along with window openings of various form and stained-glass windows create a unique image of kindergarten.

The kindergarten also consists of rectangular shapes in its layout. They are arranged in the form of letter "U" with the dimension in axes of 65 × 78 meters. Planning solution provides the principles of group isolation. Group cells include: dressing rooms, playrooms, sleeping rooms, dining rooms, buffets, toilet rooms, stuff rooms and a terrace for walking. In order to ensure the availability for disabled people and people with prams, the building is equipped with ramps installed in front of the kindergarten entrances.

The frame-monolithic constructive scheme is applied in the construction of the kindergarten.

The structure of the project consists of situational scheme, master plan, floor plans, sections, facades and perspective images of the object.

Проект «Детский сад на 160 мест» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Целью данного проекта являлось планирование и зонирование участка, создание уникального образа здания детского сада и разработка планировочной схемы, обеспечивающей организацию комфортного пространства для нахождения и развития детей. Территория под строительство объекта располагается в пригороде г. Томска, в также проектируемом поселке, находящемся рядом с селом Зоркальцево по Шегарскому тракту.

Преимуществом данной территории является пологая местность с зелеными массивами и водоемом. Участок под детский сад располагается в нормативном радиусе доступности для жителей поселка. Проектом озеленения и благоустройства участка детского сада предусматривается организация детских площадок для каждой возрастной группы с учетом времени пребывания. Они оснащены игровым оборудованием и теньевыми навесами. Также имеется общая площадка для занятия физкультурой и место для проведения каких-либо мероприятий с организованной сценой и сидячими местами. На участке есть огород-ягодник, предусмотрена хозяйственная зона и обеспечен удобный проезд для пожарной машины и машины скорой помощи (рис 1). Вся территория детского сада огорожена забором.

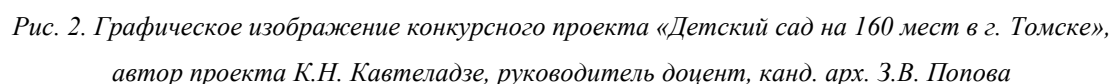


Рис.1. Генеральный план: 1 – детский сад на 160 мест; 2 – автомобильная парковка; 3 – хозяйственная зона; 4 – общая физкультурная площадка; 5 – огород-ягодник; 6 – игровые площадки для дневных групп; 7 – игровые площадки для групп кратковременного пребывания; 8 – игровые площадки для групп круглосуточного пребывания

Объем детского сада представляет собой прямоугольные формы с выступающими декоративными элементами, обозначающими три основных блока для детских групп. Данные цветные элементы совместно с оконными проемами различной формы и витражами создают неповторимый образ детского сада. За счет остекления и обшивки панелями с рисунком под дерево, здание хорошо вписывается в панораму поселка с усадьбами и блокированными домами, несмотря на свою масштабность.

Детский сад в плане также состоит из прямоугольных форм, располагающихся в виде буквы «П» с размерами осей $65,40 \times 77,70$ м. Планировочное решение предусматривает принцип групповой изоляции. Три блока кратковременного, дневного и круглосуточного пребывания делятся по четырем возрастным группам: младшую (3–4 года), среднюю (4–5 лет), старшую (5–6 лет) и подготовительную (6–7 лет). В состав групповой ячейки входят: раздевальная, игровая комната, спальная, столовая, буфетная, туалетная комната, комната персонала и прогулочная веранда. Помимо групповых блоков в объеме здания детского сада на первом и втором этажах размещены все необходимые помещения, предусмотренные нормативными документами, а именно: на первом этаже располагаются бассейн, пищеблок,

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, планы этажей, разрезы, фасады, перспективные изображения объекта.



КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ»

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

COMPETITION PROJECT “VILLAGE FOR 2000 HABITANTS”

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

***Abstract.** The project was carried out within the educational framework on the 4th course of study. The territory is located 10 kilometers west from Tomsk. Rozhnevoe Lake is of the particular value of this area. This territory has convenient transport accessibility, smooth relief, and a picturesque view on forest. The project is based on the principle of maximum environmental preservation and creation of comfortable living conditions. The village fits well into the natural landscape in accordance with the existing natural constraints and regulatory restrictions. Several construction types are used in the project: private housing, terraced housing and sectional housing. The composition of the village consists of two residential areas, connected by a central axis. All functionally important objects are located along it. The central axis of the composition runs from the main entrance of the settlement to the shopping area and a small lake. The main street is divisible into the school building and buildings of medium height with built-in public functions. The public center is the core of the planning composition. The main square with the club, administration and cafe are also located here. In the western part of the village there is a forest, which will be used as the park area with an observation tower. A special feature of this residential settlement is recreational center, located on the shore of the lake.*

Проект «Поселок на 2000 жителей» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе.

Территория под проектирование расположена в 10 км от г. Томска в западном направлении. Особую ценность данной местности придают озеро Рожневое, ограничивающее территорию с западной стороны, удобная транспортная доступность, относительно ровный рельеф, живописное размещение лесного массива.

В основу проекта заложен принцип максимального сохранения природной среды и создание условий для комфортного проживания человека. Поселок органично вписан в натуральный ландшафт в соответствии с существующими естественными и нормативными ограничениями. В проекте использовано несколько типов застройки: усадебная, блокированная, секционная. В соответствии с композицией поселок состоит из двух жилых зон, соединенных между собой центральной осью, на которую «нанизаны» основные функционально значимые объекты и пешеходно-транспортные

пересечения. Центральная ось композиции проходит от главного въезда в поселение до торговой площади и небольшого озера. Главную улицу формируют здания средней этажности со встроенными общественными функциями (магазины, охрана, отделения банка и почты, медицинские учреждения и т.д.), а также здание школы с развитым спортивным блоком и площадками для отдыха и детских игр. Ядром планировочной композиции является общественный центр, где расположены главная площадь с клубом, администрацией и кафе. Развитый каркас улично-дорожной сети обеспечивает удобную транспортную связь со значимыми объектами и функциональными зонами. Немаловажную роль играют системы парков и зон отдыха. В западной части поселка находится лесной массив, который полностью отдан под парковую зону со смотровой вышкой.

Особенностью данного поселка является база отдыха, расположенная на берегу озера. Также проектом предусмотрена организация набережной с местами для отдыха и рыбалки, а также пляжем, что делает территорию привлекательной для организации туризма.

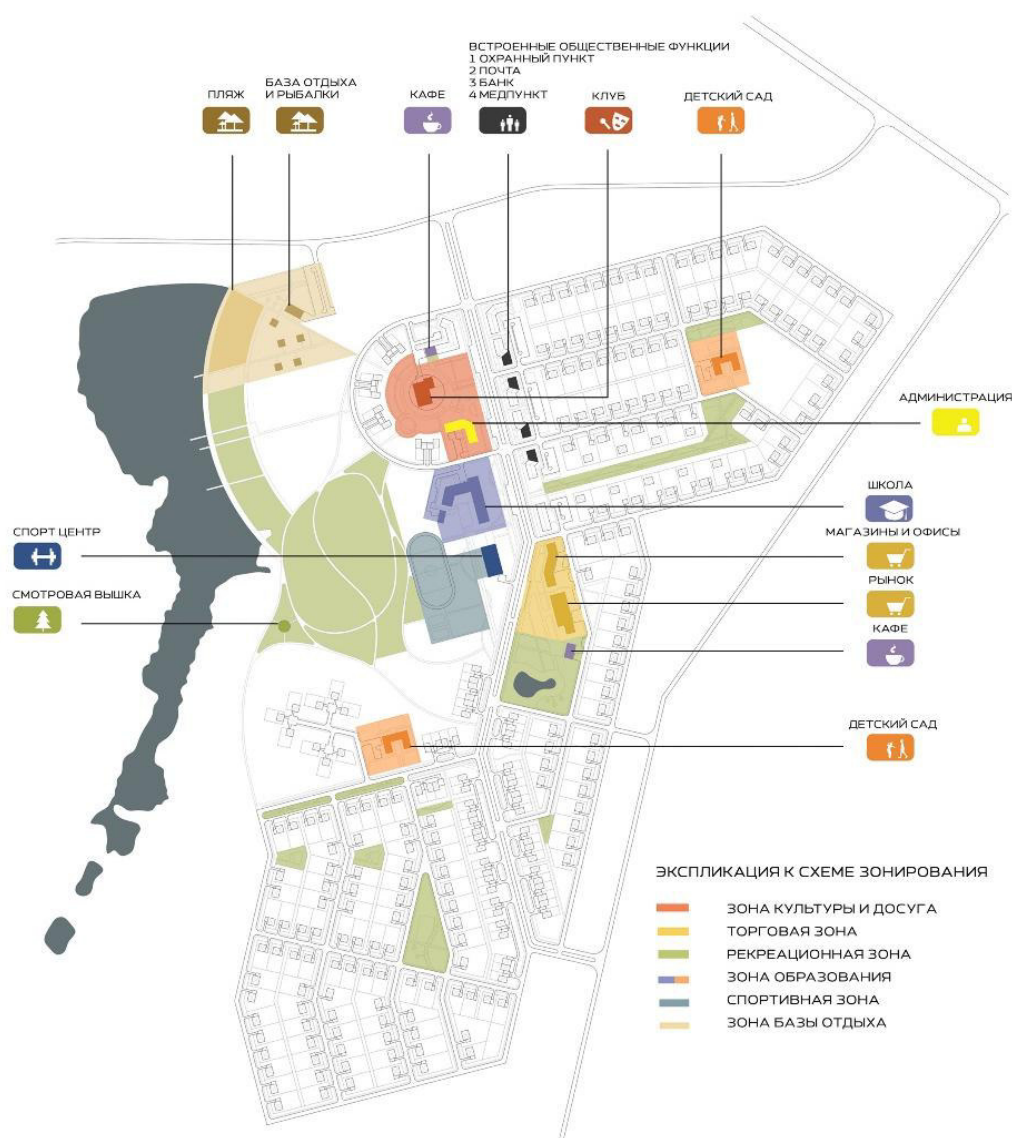


Рис. 1. Схема общественных объектов и зонирования

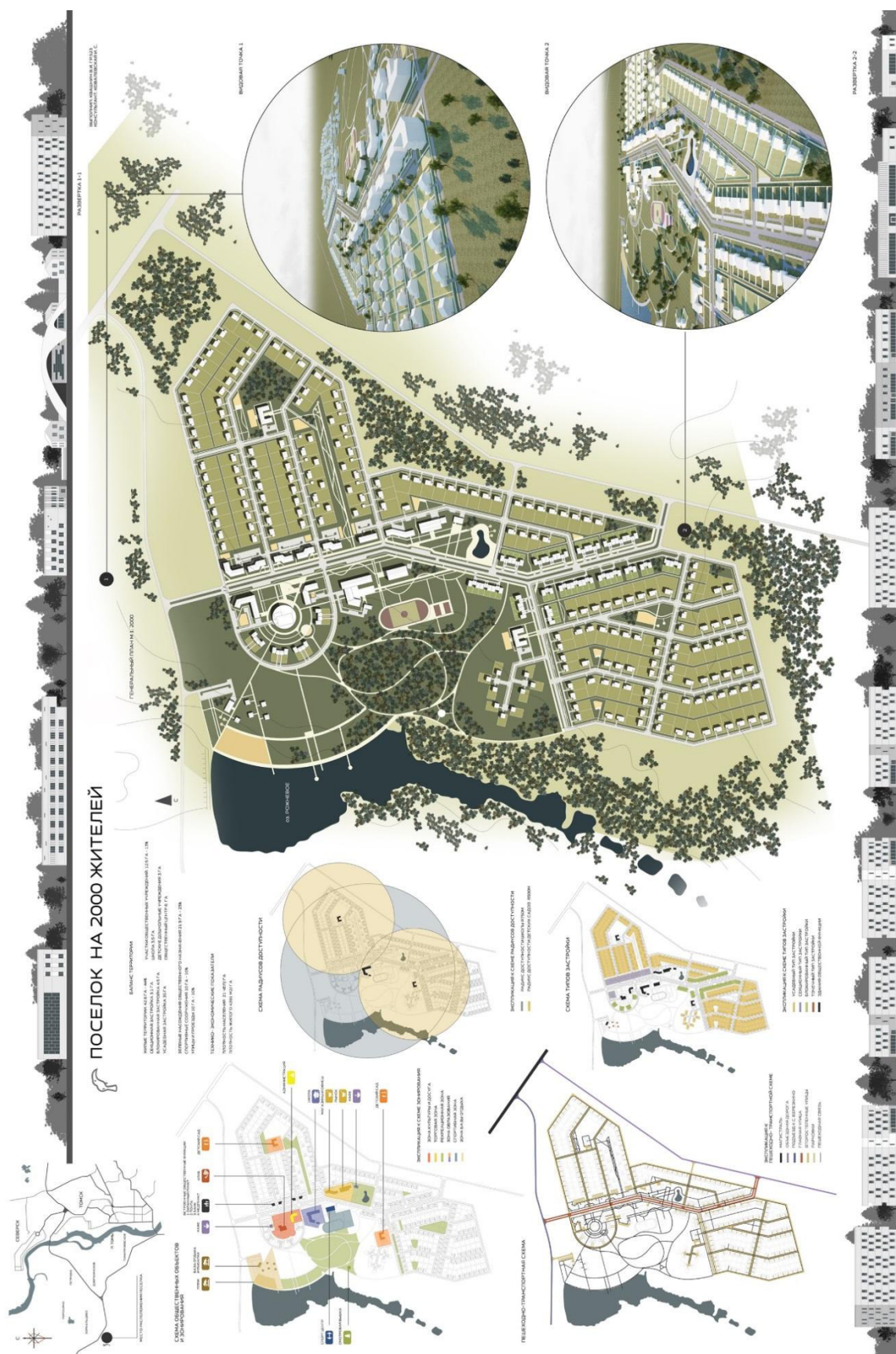


Рис. 2. Графическое изображение конкурсного проекта «Поселок на 2000 жителей»,
автор проекта В.И. Квашин, руководитель доцент И.С. Ковалевская

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЗДАНИЕ ЖИЛОЕ МНОГОКВАРТИРНОЕ
СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ»**

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

COMPETITION PROJECT "MID-RISE RESIDENTIAL BUILDING"

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

Abstract. The project "Mid-rise residential building" is done within the educational discipline of Architectural design in the 3rd year. It was required to study the principles of residential building architectural design and its typology, to resolve planning and spatial tasks according to the course of the project. Residential building refers to a sectional type of apartments for permanent living of families of different size. The house will be located within the boundaries of Solyanaya Street and Makushina Lane in the city of Tomsk. The city's administrative buildings and monuments, such as the district court and educational buildings of Tomsk state University of architecture and building are situated near this site. The master plan of the apartment building envisages the following elements: a playground for younger children, an area for school-age children and adults with outdoor gym equipment, an area for recreation, and an open parking lot. The landscaping provides asphalt paving, paving of sidewalks, landscaping with lawns, shrubs and trees. Residential house consists of two sections five floors each. The apartments adapted for disabled people are on the first floor. The fourth and fifth floors have duplex apartments. The total number of apartments in the house is 40: 15 studio flats, 20 one bedroom apartments and 5 two bedroom apartments. A system with longitudinal bearing walls is applied in the design. The material of the walls is brick, covered with plaster. The architectural concept of the mid-rise residential building is based on the contrast to the existing development of the district.

В связи с развитием социально-экономических условий в стране произошли изменения в сфере жилищного строительства, в отношении общества к более комфортному проживанию. Типология городского жилья стала разнообразней. Вышли на качественно новый уровень конструктивные решения. Появился широкий спектр в выборе отделочных материалов. Проектирование и строительство многоквартирных жилых домов всегда было и остается в приоритете в любой городской агломерации.

Проект «Здание жилое многоквартирное средней этажности» выполнен в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 3 курсе. В ходе выполнения курсового проекта требовалось изучить принципы архитектурного проектирования жилого дома, типологию и решить планировочные и объемно-пространственные задачи.

Жилой дом относится к секционному типу с квартирами для постоянного проживания семей различного численного состава. Территория дома находится в г. Томске в границах улицы Соляной и переулка Макушина.



Рис. 1. Основная видовая точка на жилой дом

Вблизи данного участка располагаются городские административные здания и памятники архитектуры, такие как здание окружного суда и учебные корпуса Томского государственного архитектурно-строительного университета. В генеральный план жилого дома были включены следующие элементы: детская площадка для детей младшего возраста, площадка с уличными тренажерами для детей школьного возраста и взрослых, площадка для активного отдыха, парковка открытого типа. В благоустройстве территории предусмотрено устройство асфальтового покрытия, мощение тротуаров, озеленение в виде посадки газонов, кустарников и деревьев.

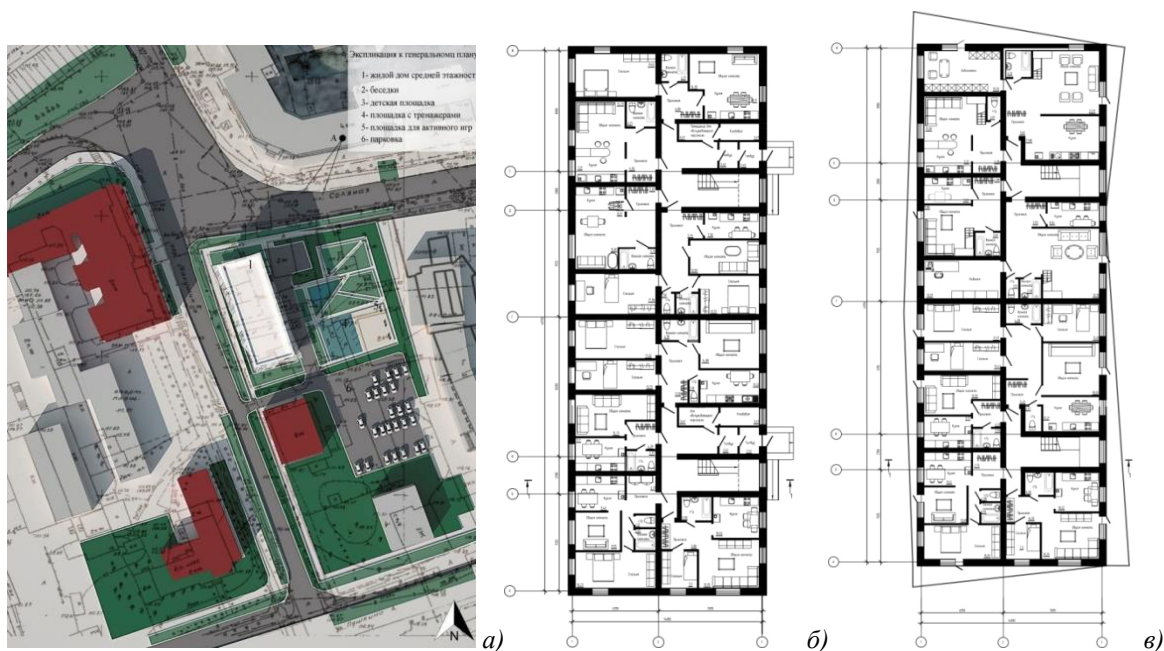


Рис. 2. Планы: а – генеральный план; б – план первого этажа; в – план типового этажа

Архитектурный облик жилого дома средней этажности решен на контрасте с существующей застройкой квартала, за счет чего является градостроительным акцентом данной территории.



Рис. 3. Графическое изображение конкурсного проекта «Жилой дом средней этажности», автор проекта М.А. Ким, руководитель доцент И.С. Ковалевская

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК ГОРОДСКОГО ТИПА
В РАЙОНЕ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО НА 2000 ЖИТЕЛЕЙ»**

М.Е. Костенко

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: maksim.around@gmail.com

**COMPETITION PROJECT "URBAN SETTLEMENT FOR 2000 INHABITANTS
NEAR ZORKALTSEVO VILLAGE"**

M.E. Kostenko

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD in Arch. G.V. Koblashova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: maksim.around@gmail.com

Abstract. *The aim of the project was to create an environment for comfortable and safe living conditions in the suburbs of Tomsk. The village should have all the modern elements of maintenance, such as supply, safety, artistic and expressive qualities. Location of the designed area is to the west from Tomsk, behind Zorkaltsevo village along R398 highway. The image of a bird became the basis of planning decision of the settlement. The bulk of the territory is occupied by private houses with 25 or 50 acres of land. The main streets are formed by terraced housing, which creates a certain rhythm. The village center is formed by an intersection of four streets, thereby visually representing the core of the newly formed settlements. It includes a public square, the administration of the settlement, a Bank, a post office, a leisure club, a municipal educational institution for 600 students with a stadium, food market and mid-rise houses. The close proximity of Lake Rozhnevoye largely determined the location of recreational zones. It was decided to maintain a natural shore line framing the west side of the village with undulating road. Recreational center is overlooking the sandy shore of the lake. The Park with intricate paths and a small chapel were designed to the South of the village, near the natural grove. In the South-West of the village prospective research center was planned.*

Введение. Целью проекта является формирование среды для комфортного и безопасного проживания в пригороде Томска. Поселок должен обладать всеми современными элементами обслуживания, снабжения, безопасности, художественно-выразительными качествами. Проектируемый участок находится в западном направлении от города Томска за селом Зоркальцево по трассе Р398. В соответствии с выданным заданием на проектирование на данной территории необходимо было расположить: застройку индивидуальными жилыми домами, блокированными домами, домами средней этажности, а также включить детские дошкольные и учебно-воспитательные учреждения, элементы обслуживающей инфраструктуры.

Прообразом композиционного решения поселка стала «птица». Поэтому и сеть улиц сформирована в соответствии с данной стилизацией, а также ландшафтом именно этой местности

(западная прибрежная часть поселка является головой «птицы», северная часть – «крыльями», восточная часть – «хвостом», центр поселка, в котором расположены все жизненно важные части поселения – ее «туловищем», южная часть, где запроектированы дома, предназначенные для семей сотрудников научного центра, является «лапкой»).

Основную часть территории заняли индивидуальные дома с площадью участков 25 и 50 соток. Главные улицы сформированы блокированной застройкой, создав, таким образом, определенный ритм. Центр поселка находится внутри пересечения четырех улиц, тем самым визуально представляя собой «ядро» новообразованного поселения. Здесь располагаются: общественная площадь, администрация поселка, отделение банка, почтовое отделение, досуговый клуб, муниципальное образовательное учреждение на 600 учащихся со стадионом, продовольственный рынок, дома средней этажности.

Согласно нормам проектирования в радиусах пешеходной доступности находятся детские сады на 160 мест и школа, расположенные в определенной системе. Это обеспечит равномерное распределение детей по данным видам учреждений.

Непосредственная близость озера Рожнёвое во многом определила местоположение рекреационных зон. При проектировании было решено поддержать естественную линию берега, обравив западное направление поселка волнообразной дорогой. Там расположилась база отдыха с видом на песчаный берег озера. Южнее, рядом с естественной рощей, запроектирован парк с витиеватыми дорожками, а также небольшая часовня. На юго-западе поселка запланирован будущий научный центр.

При проектировании учтены основные требования, определяющие комфорт проживания: обеспечение инсоляции, проветривание дворовых пространств относительно сторон света, художественно-эстетическая составляющая, наличие рекреационных зон и др.

Технико-экономические показатели:

- плотность населения – 20 чел./га;
- секционные дома – 4350 м²/га (4 шт.);
- блокированные дома – 3800 м²/га (59 шт.);
- усадебные дома – 2750 м²/га (328 шт.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Е. Балыко, С.В. Манкевич. Методические указания по курсу "Архитектура зданий и градостроительство" к разделу "Основы планировки и благоустройства населенных мест" для студентов специальности 29.03 – "Промышленное и гражданское строительство". – М.: Белорус. политехн. инст., 1992. – 44 с.

2. Л.В. Шерстобитова. Эколого-хозяйственный баланс территории. Методические указания к практической работе. – Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2004. – 26 с.

3. Г.И. Чекотина. Планировка и застройка населенных мест: методические указания по выполнению курсового проекта и практических работ. – Томск: Издательство Томского архитектурно-строительного университета, 2013. – 41 с.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Поселок городского типа в районе с. Зоркальцево на 2000 жителей», автор проекта М.Е. Костенко, руководитель доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КРЫТЫЙ РЫНОК НА 500 ТОРГОВЫХ МЕСТ»

А.А. Кривошеина

Научный руководитель: доцент В.В. Муленок

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: berlinberzerkbang@gmail.com

COMPETITION PROJECT “INDOOR MARKET FOR 500 STANDS”

A.A. Krivosheina

Scientific Supervisor: Associate Prof. V.V. Mulenok

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: berlinberzerkbang@gmail.com

***Abstract.** The construction site of the market is located at the entrance of Tomsk on the riverbank of the Tom River at the intersection of Uchebnaya Street and Moscovskiy Tract. The characteristics of this territory, especially proximity to the river, were the starting point in designing this building. The double multi-span cable-stayed structure is used in the building of the market. There are no columns at the trading floor space and it looks unified and concise. The project provides 300 parking places for visitors and 50 parking places for the market workers and a large U-turn area for trucks according to the master plan. The bypass road along the river solves all the problems with the distribution of traffic flows. There is also a wide walkway with site landscaping in front of the market building. The seasonal trade area is in close proximity to the main building of the market.*

Известно, что главная рыночная площадь – важнейшая составная часть городского организма. Это лицо города, если говорить об уровнях его культуры, градостроительства, архитектуры, городского самоуправления. Здесь царит особая культура человеческого общения. Это пульс уровня жизни крестьянина и горожанина, витрина того, что растет и производится в крае [1].

Во многих крупных городах история рынков – это предмет экскурсий. Рос город – росли рынки, уходя с пыльных площадей в современные крытые. В Саратове, например, построено уникальное здание крытого рынка, возведенного во времена первой мировой войны, в 1914–1916 годах, по типу «Парижского рынка». Несмотря на внушительные размеры, оно внутри не имеет ни одного столба и принадлежит к числу архитектурных памятников начала XX века. Это одно из лучших зданий в дореволюционной России. Крытые рынки розничной торговли составляют в Саратове глубоко продуманную рыночную систему города. [1] В Оренбурге, например, главная рыночная площадь появилась одновременно с основанием города. За всю историю своего существования, а это более 250 лет, эта площадь трижды поменяла свое месторасположение. Именно поэтому крытый рынок в городе Томске необходимо спроектировать уникальным, интересным и необычным объектом, который мог бы не только выполнять свои основные функции, но и быть местом притяжения и отдыха горожан.

Проект «Крытый рынок на 500 торговых мест» выполнялся в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование». Территория под строительство рынка располагается на въезде в город Томск, в прибрежной зоне на пересечении ул. Учебной и Московского тракта. Характер данной территории, а именно непосредственная близость к реке, и послужил отправной точкой в проектировании объекта. Три больших консольных выноса на главном фасаде создают основной динамичный объём здания рынка, который может ассоциироваться с волнами на реке или носом корабля, что подчеркивает речное месторасположение объекта. В плане рынок представляет собой две простые вписанные друг в друга прямоугольные формы: большой торговый зал рынка с размерами 72×72 м (включая консольные выносы) и административно-складской блок – 72×54 м.

В здании рынка применена интересная двухпоясная вантовая многопролетная конструкция. Опорные стойки для натяжения вантов представляют собой большие железобетонные рамы, которые располагаются в треугольных консолях, обшитых панелями под дерево. Три пролёта между вантами шириной 24 м перекрываются структурной конструкцией, которая опирается на канаты, а для крайней предусмотрены колонны с шагом 6 м. Таким образом, в торговом зале отсутствуют колонны, и пространство смотрится единым и лаконичным, а мощные консольные выносы служат не только для создания динамичного и яркого образа здания, но несут огромную практическую функцию, скрывая в себе несущие железобетонные рамы.

Целью данного проекта было создание не только необычного, притягательного образа здания крытого рынка, но и формирование современного ансамбля, как в объёмно-пространственном решении, так и в архитектурно-эстетическом. При этом объект должен отвечать всем современным планировочным и градостроительным нормам:

- обеспечение удобных подъездов и проезда пожарной машины по периметру всего здания;
- оснащение удобной и функциональной парковкой с местами для инвалидов;
- рациональное зонирование территории;
- рациональная инсоляция здания;
- архитектурно-эстетическая привлекательность объекта.

Генеральным планом проекта предусмотрено 300 парковочных мест для гостей (20 из которых расположены в непосредственной близости ко входу в рынок и являются местами для людей с ограниченными физическими возможностями) и 50 парковочных мест – для работников рынка, а также большая разворотная площадка для грузового транспорта. Объездная дорога вдоль реки решает все проблемы с распределением транспортных потоков, а также обеспечением подъезда пожарной машины. Перед зданием рынка располагается широкая площадь с озеленением и мощением в виде аллеи, которая служит прогулочной зоной, а также местом отдыха для горожан. Более того, в непосредственной близости к основному зданию рынка предусмотрена небольшая, но лаконичная территория для сезонной торговли и для проведения гуляний и праздников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История рынков Оренбурга: по материалам публикаций Олега Балыкова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oren-wiki.com/archive-historysite.html/2016/03/02/czentralnyij-ryinok>. – 17.04.17.

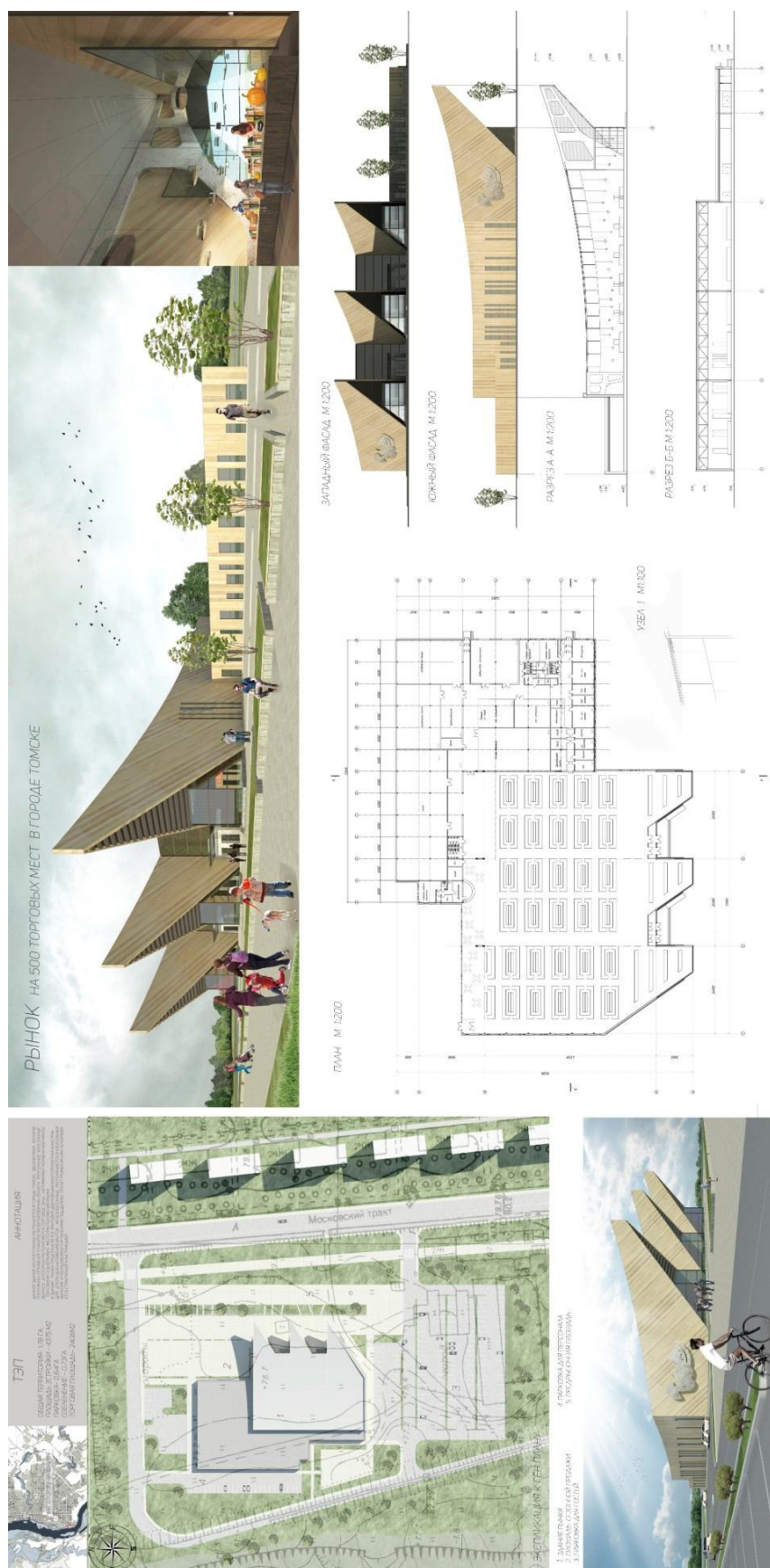


Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Крытый рынок»,
автор проекта А.А. Кривошеина, руководитель доцент В.В. Муленок

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПОСЕЛОК ГОРОДСКОГО ТИПА В РАЙОНЕ С. ЗОРКАЛЬЦЕВО
НА 2500 ЖИТЕЛЕЙ»**

А.А. Ломаев

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: lomaev_a.a@bk.ru

**COMPETITION PROJECT “URBAN SETTLEMENT FOR 2500 INHABITANTS
NEAR ZORKALTSEVO VILLAGE”**

A.A. Lomaev

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD in Arch. G.V. Koblashova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: lomaev_a.a@bk.ru

***Abstract.** The main objective of the project was to create an urban settlement that would meet modern requirements for comfortable accommodation of its inhabitants. The settlement can be divided into three parts: the northern and southern parts – for private houses; the central part is for terraced and mid-rise houses with the main square. Public buildings are also located in the center of the settlement: the administration of the village, a post office, a bank, a firehouse, a school with a playground, a club house and a shopping center. The plot of land has been selected with due regard for the future growth of the village in eastern direction.*

Основной целью проекта стало создание поселка, отвечающего современным требованиям комфортного проживания и формирования качеств, определяющих современный облик поселения и не только сегодня, но и в будущем.

Заданная территория расположена в западном направлении от города Томска вдоль Шегарского тракта между поселком Пашино и поселком Березкино. С западной стороны проектируемый поселок обрамляет озеро Рожнёвое, с южной – естественный лесной массив (смешанные породы деревьев).

Въезд в поселок осуществляется с двух проезжих частей: с дороги по направлению в поселок Березкино и спроектированной дороги, обрамляющей восточный край поселка. Ситуация, представленная условиями рельефа, позволила разделить поселок на три части: северную, центральную и южную. Основную массу северной и южной территории заняла усадебная застройка в виде «регулярного плана» с площадью участков 25 и 50 соток. Ядром градостроительной композиции является общественный центр, находящийся в центральной части поселка (рис. 1). Здесь разместилась блокированная застройка, дома средней этажности, формирующие главную площадь, и общественные здания: администрация поселка, почтовое отделение, отделение банка, пожарная часть, школа со спортивной площадкой, клуб и торговый центр. С западной стороны расположен церковный комплекс, отделенный от общественных объектов естественной рощей. Все части поселка соединяет дугообразный проезд вокруг общественного центра диаметром 620 м.

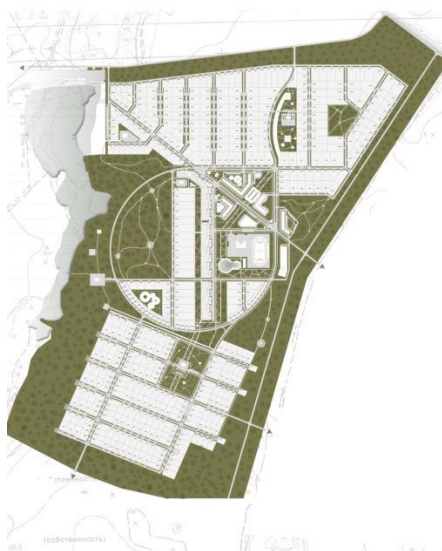


Рис. 1. Генеральный план

Согласно нормам проектирования в радиусах пешеходной доступности находятся детские сады и школа. Таким образом, обеспечено равномерное распределение детей по данным видам учреждений. С ними соседствуют парковые аллеи и небольшие объекты повседневного обслуживания (рис. 2).

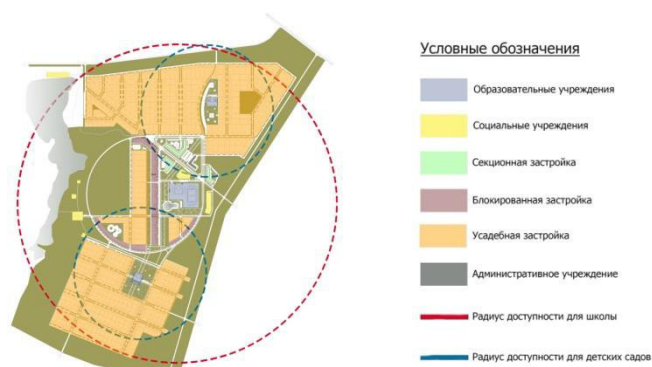


Рис. 2. Схема функционального зонирования и радиусов доступности

Земельный участок выбран с учетом перспективы развития поселка в восточном направлении. При проектировании учтены основные требования, определяющие комфорт проживания: обеспечение инсоляции, проветривание дворовых пространств относительно сторон света, художественно-эстетическая составляющая, наличие рекреационных зон и др.

Технико-экономические показатели проекта:

- общая площадь территории – 154 га,
- площадь озеленения – 68,9 га,
- площадь общественной зоны – 4,6 га,
- блокированная застройка – 46 га,
- усадебная застройка – 621 га,
- секционная застройка – 3,8 га,
- общее количество жителей – 2500 человек.

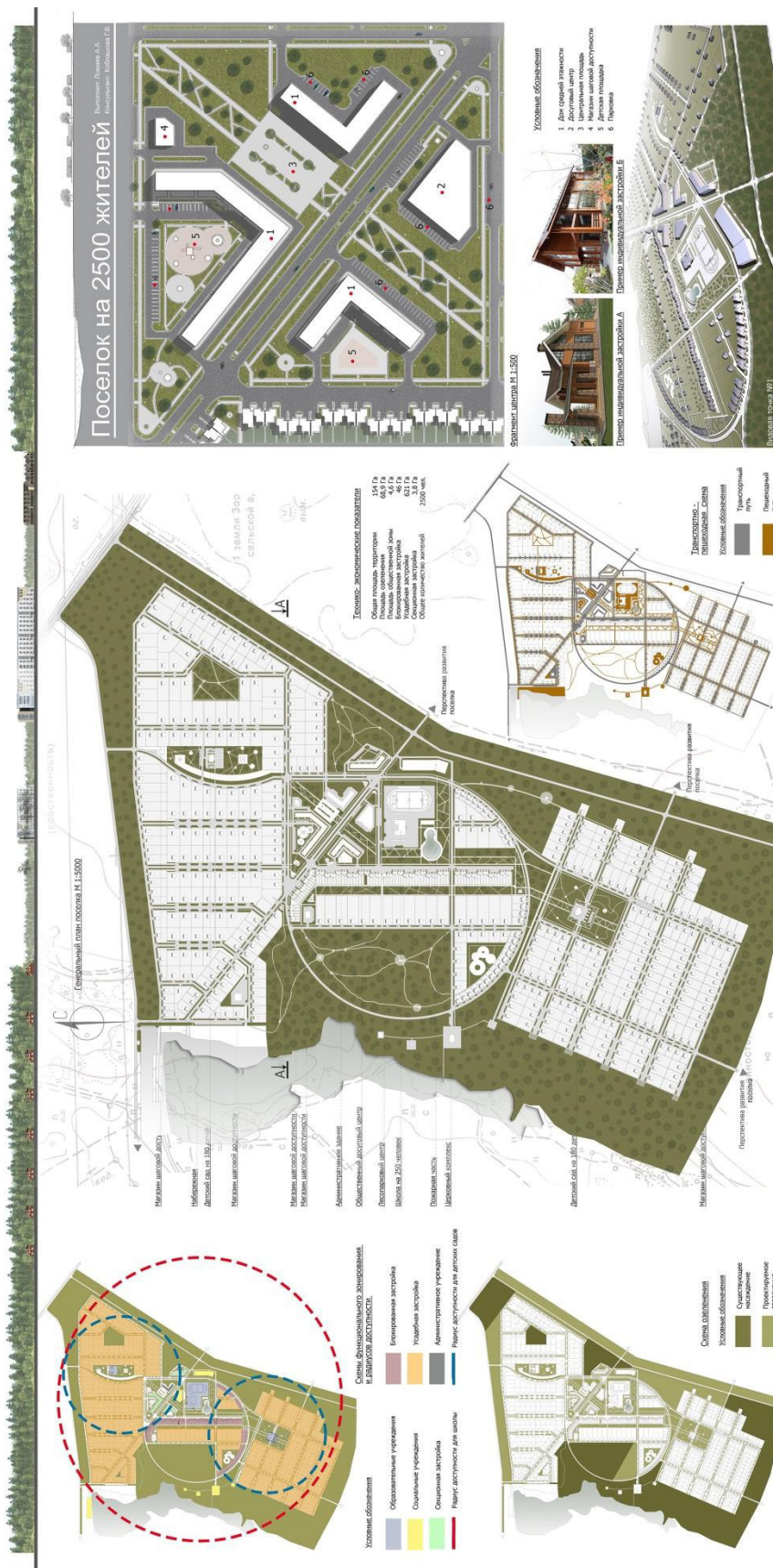


Рис. 3. Графическое изображение конкурсного проекта «Поселок городского типа в районе с. Зоркальцево на 2500 жителей», автор проекта А.А. Ломаев, руководитель доцент, канд. арх. Г.В. Коблашова

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЖИЛАЯ ГРУППА НА 1000 ЧЕЛОВЕК»

А.А. Симонова

Научный руководитель: доцент, канд. арх. З.В. Попова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: Nastenka_sim@mail.ru

COMPETITION PROJECT "RESIDENTIAL GROUP FOR 1000 INHABITANTS"

A.A. Simonova

Scientific Supervisor: Assistant Prof., PhD in Arch. Z.V. Popova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: Nastenka_sim@mail.ru

Abstract. *The project "Residential group for 1000 inhabitants" is carried out within the educational course discipline "Architectural Design" in the 4th year of study. The construction site of a residential group is located in Tomsk, on the territory of the confectionery factory "Red star". The main advantage of this plot is a convenient location close to the historic center of the city. The intersection of two main transport highways (Krasnoarmeyskaya St. and Sibirskaya St.) and two of the local lanes (Petropavlovskaya St. and Tverskaya St.) is located nearby. The territory has a special relief, allowing designing a convenient platform and parking lots in two levels. Urban infrastructure includes roads, shops, kindergartens and schools, as well as the proximity of the river Ushayka (200 m) and Mikhailovskaya grove (1km). The advantages of this site are obvious in the long term due to attractiveness of its recreational areas for the inhabitants. The area is 4.1 hectares of land. Public areas, shops, offices, hairdresser's, kindergarten, gym and laundry are located on the first floor. The project provides for accessibility of disabled people with ramps and elevators.*

В настоящее время с внедрением новых технологий в строительстве и архитектуре города имеется гораздо больше возможностей для создания уникального, особенного образа. Во многих из них сегодня возводятся уникальные жилые здания, играющие значительную роль в формировании облика жилой группы, микрорайона, района и города в целом. Жилые группы – одни из самых интересных и узнаваемых объектов в структуре городской застройки, поэтому столь важна образная, функциональная и качественная стороны в проектировании, возведении и последующей жизни данных жилых образований. Жилая группа предназначена для проживания людей, а также может включать в себя общественную функцию – торговую, воспитательную, спортивную и др. Целью данного проекта было создание уникального образа жилой группы, решение планировочных задач, расчёт площади внутриворотовых пространств, инсоляции и шумозащиты. Для этого ставились и решались следующие задачи:

- обеспечение к жилой группе удобных подъездов и проезда для пожарной машины;
- оснащение территории жилой группы временными парковками и местами для стоянки автомобилей, отдельными местами для инвалидов;
- доступность всех функциональных зон для маломобильных групп населения;

– разработка пешеходно-транспортной системы и комфортного, эстетически привлекательного благоустройства с озеленением.

Проект «Жилая группа на 1000 человек» выполняется в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Площадка под строительство жилой группы располагается в г. Томске, на территории кондитерской фабрики «Красная звезда». Главным преимуществом данного участка является удобное расположение недалеко от исторического центра города: пересечение основных транспортных магистралей ул. Красноармейская и ул. Сибирская и двух улиц местного значения ул. Петропавловская и ул. Тверская. Территория обладает характерным рельефом, позволяющим запроектировать удобную платформу и стоянки для автомобилей в двух уровнях. Развитость городской инфраструктуры с дорогами, магазинами, детскими садами и школами, а также близость р. Ушайки (200 м) и Михайловской рощи (1 км), в перспективе являющимися привлекательными для отдыха горожан рекреационными территориями – достоинства данного участка. Площадь территории составляет 4,1 га. На первых этажах жилых домов предусмотрены общественные помещения, магазины, офисы, парикмахерская, детский сад, спортзал, прачечная. Проектом предусмотрена доступность для маломобильных групп населения: пандусы и лифты.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, вскрытый план на уровне 1 этажей, планы типовых этажей, развёртки, разрезы, перспективное изображение, технико-экономические показатели.

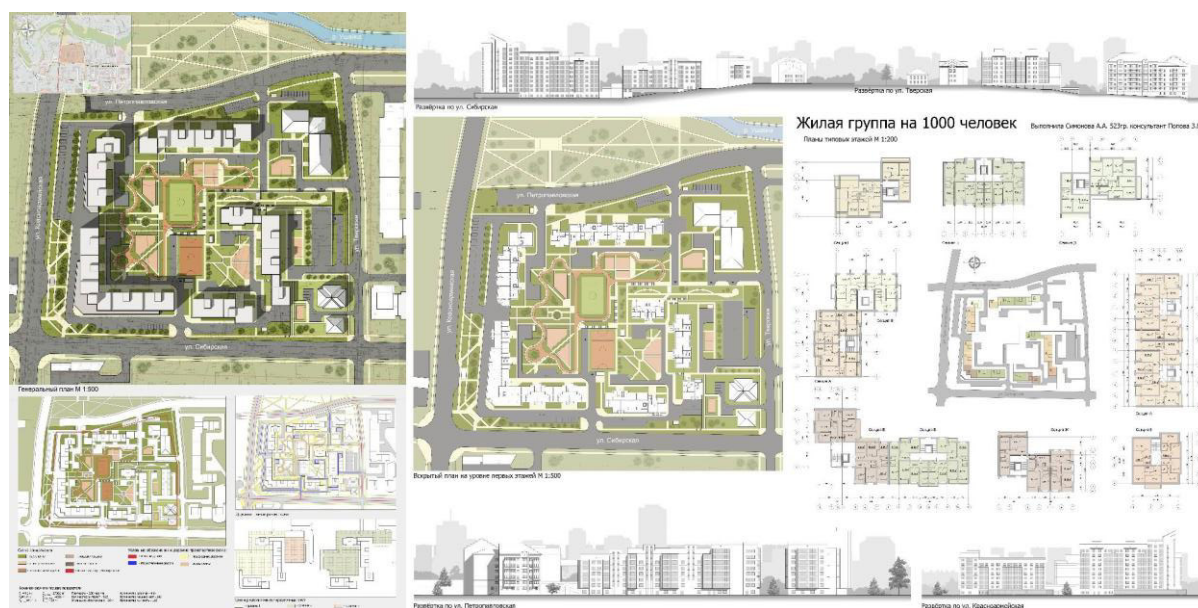


Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Жилая группа на 1000 человек», автор проекта
А.А. Симонова, руководитель доцент, канд. арх. З.В. Попова

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ДЕТСКИЙ САД НА 160 МЕСТ Г. ТОМСК»

А.С. Смирнова

Научный руководитель: доцент, канд. арх. З.В. Попова

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: angsmi.arh@gmail.com

COMPETITION PROJECT «KINDERGARTEN FOR 160 CHILDREN IN TOMSK»

A.S. Smirnova

Scientific Supervisor: Associate Prof., PhD in Arch. Z.V. Popova

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: angsmi.arh@gmail.com

Abstract. *The project of kindergarten for 160 children envisages building of 4900 square meters with two floors and the main entrance oriented to the east. It consists of 4 blocks of group cells and verandas, which are divisible into department of a short stay (15 children in a group cell), a long stay (15 children in a group) and also a round-the-clock stay (10 children in a group). There are group rooms, an administrative block (managers' office, administrative staff's offices, a conference hall and etc.), a medical care unit (a ward, a treatment room, a medical office), a catering (a kitchen and a warehouse) and a pool on the first floor. There are group and skills developing center, gym halls and a winter garden on the second floor. All utility rooms are located on the service floor. The staircase is proposed to be located along the area of panoramic glazing of the façade which is oriented to the patio. All group rooms are south-oriented and have exits leading to veranda. The group cells include dressing rooms, game rooms, bedrooms, toilet areas, buffet and a room for staff. The spatial and façade solutions of the kindergarten proceed from the style of minimalism with its limited bright coloring and monochrome outer walls. The main building material is brick. The constructive scheme of the building is formed by longitudinal and transverse 640-mm thick insulated load-bearing walls. The designed area is 1.5 hectares of land. It is surrounded with the residential buildings of sectional type. It is located next to the green alley, which, according to the architect's idea, will make movements across the kindergarten most comfortable. There are also several zones, such as patio with the dry basin, bicycle parking, sports and play grounds.*

Не секрет, что облик многих сегодня существующих российских детских садов безнадежно устарел. А это значит, что дошкольные учреждения нуждаются в современных взглядах на проблему дошкольного воспитания, его организации и, как следствие, новых проектных решениях. Они должны быть комфортными для пребывания (как маленьких посетителей, так и всех, кто это заведение обслуживает и приводит туда своих детей), необычными, нестандартными, отвечающими сегодняшним эстетическим представлениям, а также функциональными и безопасными.

Данный проект представляет детский сад на 160 мест. В рамках проекта необходимо было провести анализ выбранного участка, анализ пешеходных и транспортных потоков, на основе которого разработать концепцию генерального плана, решить объемно-планировочную структуру и найти образ

здания, предложить конструктивную схему и варианты фасадов с использованием различных отделочных материалов.

При выборе участка для проектирования большую роль играют многие его характеристики. Необходимо учесть как его месторасположение внутри структуры поселения, рельеф, так и тип грунта, подходящие к нему коммуникации, инфраструктуру, экологическую безопасность, визуальные ориентиры, дендрологию и многое другое. Выбранный участок площадью 1,5 га находится в проектируемом научно-исследовательском поселке на 4000 человек. Окруженный жилой застройкой усадебного и секционного типа, он располагается вблизи зеленой аллеи бульвара, что, по мнению автора, должно обеспечить прекрасный вид и комфортность передвижения к детскому саду. Участок имеет трапециевидную форму, располагаясь между линиями основных поселковых дорог. В проекте выполнено благоустройство и озеленение объекта, а также предусмотрено размещение на участке детского сада следующих функциональных зон (рис. 1):

- внутренний двор с сухим бассейном;
- вело-парковка;
- спортивные и игровые площадки.

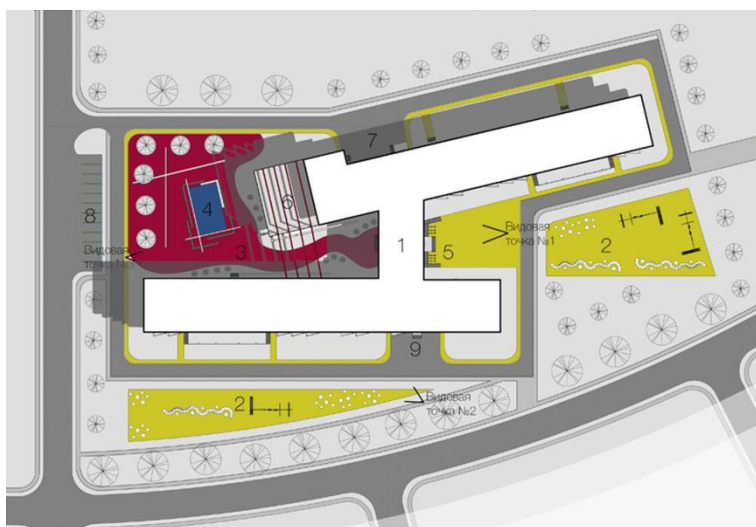


Рис. 1. Генеральный план: 1 – детский сад на 160 мест; 2 – игровые площадки; 3 – внутренний двор; 4 – сухой бассейн; 5 – вело-парковка; 6 – эксплуатируемая кровля; 7 – хозяйственная зона; 8 – автопарковка; 9 – подъезд для скорой помощи

Двухэтажный детский сад запроектирован в стиле минимализм; в цветовом решении объекта использованы светлые цвета с яркими элементами на фасадах. Основным строительным материалом является кирпич. Конструктивная схема здания с продольными и поперечными несущими стенами, выполненными из кирпича толщиной 640 мм с эффективным утеплением. Толщина внутренних стен – 380 мм и 120 мм. Навесы веранд опираются на опоры 40 × 40 мм. Конструкция крыши плоская с участками эксплуатируемой кровли.

Детский сад, общей площадью 4900м² и полезной 4200м², имеет два этажа. Главный вход в здание ориентирован на восток. Двухэтажное здание состоит из четырех блоков групповых ячеек и веранд, которые делятся на отделения краткого (по 15 человек в группе), длительного (по 15 человек в группе) и

Все групповые помещения ориентированы на юг и имеют выход на веранду. Групповые ячейки включают в себя: раздевалльные, игровые, спальни, санузлы, буфет и комнату персонала.

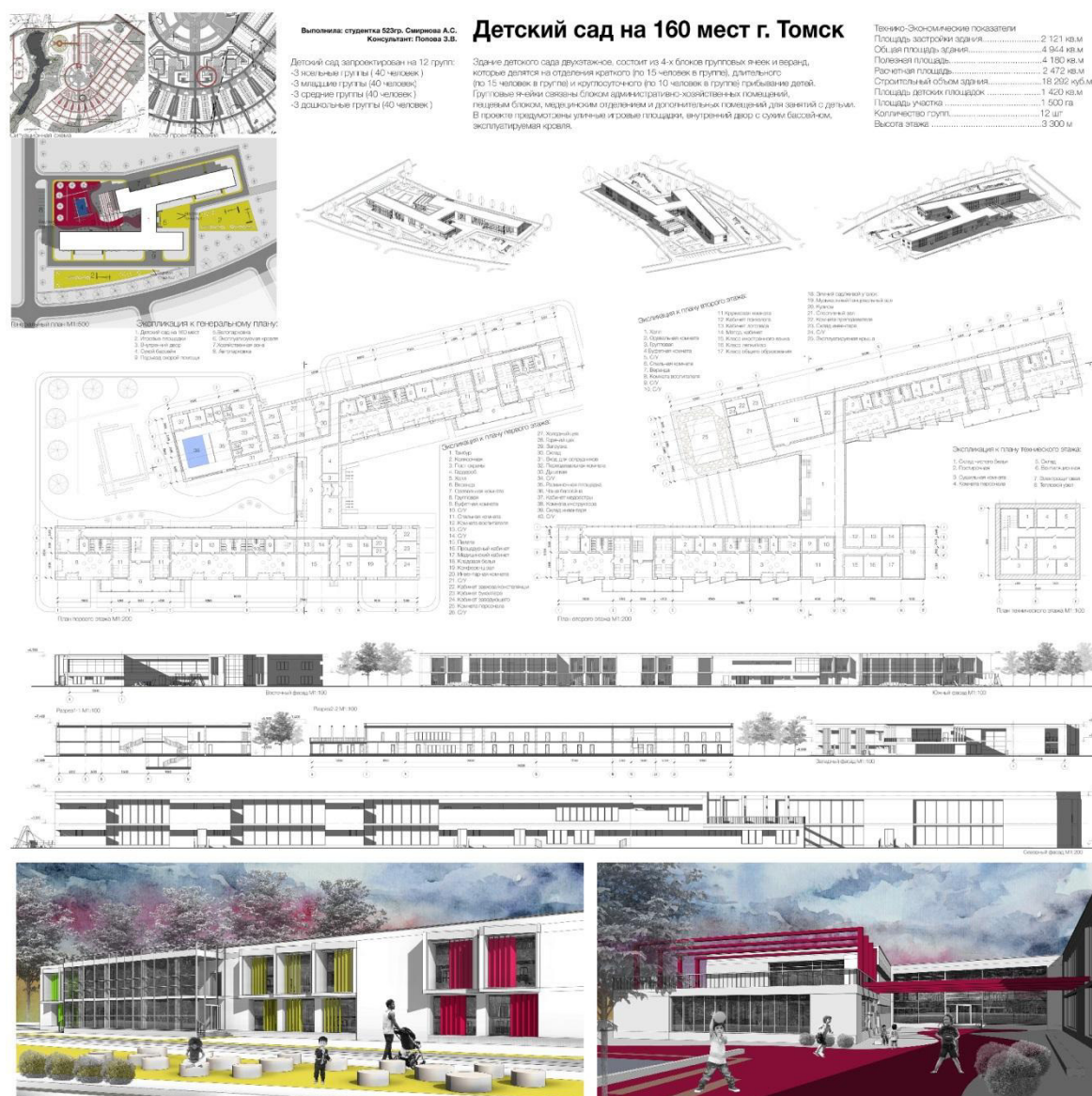


Рис. 2. Графическое изображение конкурсного проекта «Детский сад на 160 мест г. Томск», автор проекта А.С. Смирнова, руководитель доцент, канд. арх. З.В. Попова

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОЭТАЖНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. ЕКАТЕРИНБУРГЕ»

З.Р. Шамсутдинова

Научный руководитель: ст. преподаватель А.Г. Афанасьев

Южно-Уральский государственный университет,

Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76, 454080

E-mail: shams_zika@mail.ru

**COMPETITION PROJECT “MULTI-STOREY RESIDENTIAL BUILDING
IN YEKATERINBURG CITY”**

Z.R. Shamsutdinova

Scientific Supervisor: Senior lecturer A.G. Afanasyev

South Ural State University,

Russia, Chelyabinsk, Lenin Ave., 76, 454080

E-mail: shams_zika@mail.ru

***Abstract.** The territory under planning is located in the Yekaterinburg city center, 5/3 Lenina Ave. in the place of the building of 1920-1930's. There is a kindergarten, a gymnasium and a recreation park near the house. Project includes a public garden, a children's playground, 47 temporary parking spaces and 96 underground parking spaces. The entire territory is planted with bushes and deciduous trees, pedestrian paths are paved with stone slabs. The symmetrical facades of the residential building are made in classical style for the old buildings of the city. The building is built according to the norms of fire safety. An entrance includes an elevator hall and two stairs of H1 type in the central part of the building. The house is divided into two equal residential blocks. The first two floors are public and they form a stylobate for the remaining 19 floors. One part of public space is for retail places, the other part is for offices. The dwelling house consists of 23 floors and has two passenger elevators and one freight elevator.*

Современная типология жилых зданий отличается значительным разнообразием и имеет глубокие исторические корни. Проектирование жилого многоэтажного здания производится с учетом архитектурных особенностей района, в котором будет расположен новый объект.

Дом выполнен с учетом внешнего вида окружающих строений. Многоэтажный жилой дом повышенной комфортности выполняется в рамках учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на 4 курсе. Участок под проектирование расположен в центральной части города Екатеринбурга на месте здания 1920–1930 годов по проспекту Ленина, 5/3. Жилой дом соответствует действующим строительным нормам и правилам, что обеспечивает комфортную среду для проживания и ведения предпринимательской деятельности (на первых этажах зданий расположены коммерческие зоны) и предоставляет доступ во все необходимые точки экстренным службам. Перед зданием расположен сквер для отдыха и досуга. Парковочные места для автомобилей жильцов домов расположены под дворами, что помогает разгрузить двор от машин, и позволяет обеспечить быстрый доступ владельцев к автотранспорту. Гостевые стоянки и парковочные места для коммерческих зон вынесены за пределы двора, что также обеспечивает безопасность. Территория всей застройки озеленена

газонами, клумбами, посадками деревьев и кустарников. Вблизи от дома находятся детский сад, гимназия и парк отдыха.

Фасады жилого здания симметричны и выполнены в классическом стиле. Первый этаж выполнен в темных тонах, чтобы визуально придать основному объему статичности и устойчивости, в то время как верхние этажи выполнены в более светлых тонах. Фасады декорированы лепниной и колоннами, применены современные решения фасадного остекления. Использование сплошного остекления над главным входом в здание с другими классическими элементами наглядно демонстрирует взаимодействие как прозрачных и легких, так и сплошных массивных материалов.

Здание выполнено по нормам противопожарной безопасности. Дом делится на два равных жилых блока, в центральной части здания находится лестнично-лифтовый узел, который оснащен незадымляемыми лестницами типа Н1 и тремя лифтами: одним грузовым и двумя пассажирскими. Первые два этажа являются общественными и образуют стилобат для остальных девятнадцати этажей. Одна часть общественного пространства отведена под торговые помещения, другая – под офисные. На первом этаже также располагаются помещение для консьержа и колясочная. На каждом жилом этаже размещено по пять квартир: две однокомнатных, две двухкомнатных, одна трехкомнатная. Кирпичные стены обеспечивают высокую степень герметизации, теплозащиты и звукоизоляции помещений. Высота этажа 3 м (от пола до пола), уровень грунта находится на отметке - 0.600. По периметру стен устраивают отмостку и цоколь высотой 0,6 м. В качестве фасадного облицовочного материала используется штукатурка с водоотталкивающим слоем.

Дом состоит из одного жилого подъезда, в угловых частях здания расположены четыре входа в общественные помещения.

Технико-экономические показатели:

- площадь застройки – 1180,93 м²
- общая площадь здания – 18061,75 м²
- жилая площадь здания – 10123,58 м²
- площадь асфальтового покрытия – 1900 м²
- площадь мощения – 1814,6 м²
- площадь озеленения – 3509 м²
- площадь спортивной площадки – 272 м²
- строительный объем – 30802 м³
- площадь торговых помещений – 580,82 м²
- площадь офисных помещений – 555,32 м²
- строительный объем – 30802 м³
- количество парковочных мест для автомобилей – 143.

Состав проекта: ситуационная схема, генеральный план, фасады, планы этажей, разрез, перспективные изображения жилого многоэтажного дома и интерьера спальни одной из квартир.



Россия, Томск, 25-28 апреля 2017 г.

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ВОДОРАЗБОРНОЙ
БУДКИ ПО АДРЕСУ ПЕР. САККО, 67А, В Г. ТОМСКЕ ПОД «СТУДИЮ ДИЗАЙНА ТОРЖЕСТВ»**

Е.П. Долгова

Научные руководители: доцент, канд. арх. Л.С. Романова, старший преподаватель С.С. Малевич

Томский государственный архитектурно строительный университет,

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

E-mail: ekaterinado1991@mail.ru

**COMPETITION PROJECT “ADAPTATION OF WATER DISTRIBUTION TOWER AT 67A SACCO
LANE, TOMSK FOR “EVENT DESIGN STUDIO”**

E.P. Dolgova

Scientific Supervisors: Associate Prof., PhD in Arch. L.S. Romanova, Senior lecturer S.S. Malevich

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyannaya Sq., 2, 634003

E-mail: ekaterinado1991@mail.ru

***Abstract:** The main task of this project is to save the historical and aesthetic value of the building and use the interior as the place with a new function, as a studio for banquets, holiday parties and other events. The design of the interior is made in loft style. The furniture of this style is very simple and functional so as the decor is almost completely absent. Application of this style causes minimum damage to the tower and maximum demonstration of the structure's historical and architectural qualities. The construction has two main zones: a client zone on the first floor and a work zone on the second floor. In addition, the territory around the center is designed to accommodate celebrations such as dinner parties, banquets and jubilees.*

В качестве объекта приспособления рассматривается водоразборная будка, расположенная по адресу пер. Сакко, 67а, в историческом центре г. Томска. Водоразборные будки были построены по единому проекту и являлись частью первой томской централизованной системы водоснабжения, построенной более 100 лет назад. Каменные восьмиугольные в плане двухэтажные объемы высотой 8–10 м. На втором этаже устанавливались стальные баки на 1000 ведер. В настоящее время сохранилось пять водоразборных будок; объекты эксплуатируются не по назначению и претерпели значительные изменения архитектурного облика.

Главной задачей эскизного проекта приспособления водоразборной будки является сохранение исторической и эстетической ценности объекта. Изучив функциональную схему квартала, где расположен объект проектирования, можно отметить преобладание жилой застройки на данной территории; также рядом с водоразборной будкой находится начальная школа и кинотеатр. Объект располагается на перекрестке и имеет территорию, которая на данный момент не используется и не облагорожена. Двухэтажная кирпичная будка имеет небольшие размеры. На каждом этаже расположено по одному помещению. Площадь комнаты на первом этаже – 12 м², на втором – 10 м².

Проектом предполагается приспособить объект для размещения в нем студии дизайна торжеств. Студия дизайна торжеств оказывает услуги организации и проведения праздников (детские дни

рождения, корпоративной вечеринки, свадьбы и выпускные вечера). Такая функция позволяет задействовать территорию объекта под проведение небольших праздничных мероприятий, включить окружающее благоустройство в современную жизнь объекта.

Для интерьера целесообразно использовать стиль «лофт». Этот стиль зародился в 1940-х гг. в Америке, когда бывшие промышленные здания начали переоборудовать под жилье. В данном стиле мебель максимально проста и функциональна, декор практически полностью отсутствует. Различные выступы из кирпича, дощатый пол, неоштукатуренные стены являются «изюминкой» этого стиля. Применение данного стиля наносит минимальный ущерб объекту и максимально демонстрирует его исторические архитектурные особенности.

Интерьер будки предлагается разделить на две функциональные зоны: прием клиентов (первый этаж), рабочая зона дизайнера (второй этаж). На первом этаже будет происходить прием клиентов, представление эскизов, макетов бумажной продукции, обсуждение и консультации с дизайнером-декоратором, который предложит эксклюзивный вариант для будущего мероприятия. Также, на первом этаже предлагается разместить санузел и винтовую лестницу, ведущую на второй этаж. В отделке помещения первого этажа предлагается открыть подлинные кирпичные стены и потолок. Это позволит показать первоначальную конструкцию потолка – кирпичные сводики по металлическим балкам. Для мебели, лестницы и напольного покрытия предлагается использовать дерево. Оно будет хорошо сочетаться с грубой фактурой стен и потолка. Яркие цветовые акценты в интерьере представлены мебельным текстилем.

На втором этаже располагается само рабочее место дизайнера-декоратора. Предлагается также раскрыть подлинные кирпичные стены и использовать дерево для покрытия пола. На потолке второго этажа имеется лепнина – позднее наслоение, «приобретенное» объектом за время его эксплуатации. Проектом предлагается сохранить лепнину, как своеобразное свидетельство различных этапов в истории объекта.

Технико-экономические показатели:

площадь территории – 63,13 м²

площадь функциональных зон территории – 48,17 м²

площадь застройки – 21,29 м²

общая площадь здания – 32,43 м²

строительный объем здания – 119,23 м³

площадь рабочей зоны – 16,18 м²

площадь зоны приема клиентов – 15,03 м²

санузел – 4,4 м²

число работников – 4.

Состав проекта: обмерные чертежи объекта; проект реставрации; функциональная схема территории; генеральный план; изменения главного фасада относительно проекта реставрации; функциональное зонирование этажей; планы этажей с расстановкой мебели; планы потолков; планы полов; разрез А–А; перспективное изображение интерьера (три видовые точки), перспективное изображение территории объекта (четыре видовые точки).



Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления водоразборной будки по адресу пер. Сакко, 67а, в г. Томске под «студию дизайна торжеств», автор проекта Е.П. Долгова, руководители доцент, канд. арх. Л.С. Романова, ст. преподаватель С.С. Малевич

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ОБЪЕКТА
ДЕРЕВЯННОГО ЗОДЧЕСТВА ПО АДРЕСУ УЛ. ПУШКИНА, 28А, В ТОМСКЕ ПОД СТУДИЮ
КИНО И МУЛЬТИПЛИКАЦИИ «МАЛЕНЬКИЙ ПРИНЦ»**

Ю.О. Макарова

Научные руководители: доцент И.Ю. Болтовская, старший преподаватель С.С. Малевич

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: Makarova_Julia-@mail.ru

**COMPETITION PROJECT "ADAPTATION OF THE OBJECT OF WOODEN ARCHITECTURE AT
PUSHKINA STR., 28A, TOMSK FOR CINEMA AND MULTIPLICATION STUDIO
"THE LITTLE PRINCE"**

Yu.O. Makarova

Scientifics Supervisors: Associate Prof. I.Yu. Boltovskaya, Senior lecturer S.S. Malevich

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyannaya Sq., 2, 634003

E-mail: Makarova_Julia-@mail.ru

Abstract. *The wooden house in Tomsk at 28A Pushkin Str. is a regional architectural monument. It is located in central historical and cultural conservancy area. It was built in 1902 in the historical part of Tomsk – "Voskresenskaya Gora.". The project proposes to adapt the building to function of children's animation studio "The Little Prince". This function is advisable, because there are many public buildings around and the puppet theater "Skomorokh" is also located nearby. The studio is designed for boys and girls of school age and can accommodate children with disabilities. The project is considering a common area with the building at 28B Pushkin Str., where the "House of Toys" is located, to combine them into a single complex for children.*

Деревянный дом в г. Томске на ул. Пушкина, 28А (ранее ул. Иркутская) является памятником архитектуры регионального значения (принят на государственную охрану решением облисполкома от 28.04.1980 г. №109) и находится на территории центрального историко-культурного заповедного района. Построен он в 1902 году в историческом районе Воскресенская гора. Владельцем дома был потомственный дворянин Франц Богушевский.

Здание предполагается приспособить под студию кино и мультипликации «Маленький принц». Также планируется объединить соседний дом по адресу ул. Пушкина, 28В с данным домом в единый комплекс (предполагаемая функция второго дома: центр создания кукол и игрушек «Зверополис»).

Киностудия и мультипликация – это новый вид дополнительного образования и проведения досуга в городе Томске. Это целый мир фантазий, приключений и возможностей. Хоть раз в жизни каждый человек мечтал побывать по ту сторону экрана в роли главного героя, который покоряет вершину высочайшей горы, или примерить на себя роль супергероя, спасти мир от различных вторжений, опасностей или просто быть мультипликационной версией себя. И что же, как не попытка

создания своего собственного фильма, мультфильма, поможет в этом лучше всего?! Именно в процессе создания можно узнать все секреты этого загадочного мира, где все будет по вашим правилам.

Состав помещений первого этажа: гардероб, класс лепки, комната отдыха, компьютерный класс, санузел. Состав помещений второго этажа: класс рисунка, учительская, кабинет директора, бухгалтерия, санузел. Состав помещений цокольного этажа: гардероб, кинозал, аппаратная, звукозаписывающая студия, санузел.

За основу идеи интерьера была взята аллегорическая повесть-сказка «Маленький принц» Антуана де Сент-Экзюпери. Потолок окрашен под космическое небо. На стенах находятся изображения главного героя произведения, а также светильники в виде звезд. На полу расположены цветные дорожки, каждая из которых приводит к двери, где открываются тайны создания мультфильмов и кино. По итогам кропотливой, но интересной работы детей, родители могут увидеть фильм или мультфильм в специальном кинозале, который рассчитан на 21 посетителя. Студия предусматривает обучение детей с ограниченными возможностями; территория также оборудована пандусами, тем самым стирая границы общения для детей разных возможностей. Мультфильмы создаются в разных техниках: «плоский пластилин», бумажные фигуры, рисунки детей, «перекладка», компьютерная анимация, 3D, куклы из различных материалов. Также предусматривается проведение мастер классов от работников кукольного театра «Скоморох».

На территории, принадлежащей объекту, была сделана многоуровневая срезка, каждый перепад высот оборудован пандусами, также спроектирована детская площадка, на которой находится ель. Ее можно наряжать в новогодние праздники, проводить различные мероприятия. По всей территории, включая соседний дом, располагаются фигуры героев мультфильмов, для создания особой атмосферы.

Технико-экономические показатели:

площадь территории объекта – 128,5 м²

площадь функциональных зон территории – 32,6 м²

площадь застройки – 30,3 м²

строительный объем здания – 339,3 м³

площадь общая – 20,7 м²

площадь административной зоны – 112,1 м²

площадь общественной зоны – 369,5 м²

площадь хозяйственной зоны – 40,4 м²

количество единовременного пребывания людей – 47 чел

класс функциональной пожарной опасности – Ф 4.1

степень огнестойкости – IV

Состав проекта: обмерные чертежи объекта, проект реставрации, функциональная схема, генеральный план, изменения главного фасада, функциональное зонирование этажей, планы этажей с расстановкой мебели, разрез А–А, разрез Б–Б, планы полов, планы потолков, перспективное изображение интерьера (4 видовые точки).



Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Эскизный проект приспособления объекта деревянного зодчества по адресу ул. Пушкина 28А, в Томске под студию кино и мультипликации «Маленький принц», автор проекта Ю.О. Макарова, руководители доцент И.Ю. Болтовская, старший преподаватель С.С. Малевич

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «МНОГОКВАРТИРНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. ТОМСКЕ»

А.А. Осипова

Научный руководитель: доцент И.Ю. Болтовская

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Томск пл. Соляная, 2, 643003

E-mail: wwwnastkawww@mail.ru

COMPETITION PROJECT «MULTIROOM APARTMENT HOUSE IN TOMSK »

A.A.Osipova

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.Yu. Boltovskaya

Tomsk State University of Architecture and Building,

Rossiya, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 643003

E-mail: wwwnastkawww@mail.ru

***Abstract.** The main idea was to adapt the object of the cultural heritage on 28c, Pushkina St. for residential house. The tasks of this project were to create a unique image of a residential house, to solve planning tasks and to find the most rational design scheme that would correspond to the current level of industrialization. It became possible through equipping the territory with parking lot for tenants' cars, organizing comfortable and flexible layout of the apartments, the transforming of the basement into the leisure center of the house.*

Дом – слово многозначное...это семейный очаг, это символ надежности и безопасности, уюта и тепла. Теплые воспоминания о годах, прожитых в родительском доме, человек хранит всю жизнь. Основная идея, положенная в проект приспособления объекта деревянного зодчества по ул. Пушкина, 28в под жилой дом, заключается в следующем: показать, что проживание даже в доме с многолетней историей может быть комфортным для современного человека. Среди основных задач данного проекта было создание уникального образа жилого дома, решение планировочных задач и поиск наиболее рациональных конструктивных схем, отвечающих современному уровню индустриализации. Для их выполнения было необходимо обеспечить к дому удобный подъезд, оснастить территорию жилого дома стоянкой для машин жильцов и детской площадкой, рационально выполнить зонирование территории, спроектировать наиболее комфортное планировочное решение квартир, переоборудовать помещения цокольного этажа под досуговый центр дома, предусмотреть возможности трансформации плана этажа.

Проект «Многоквартирный жилой дом в г. Томске» выполняется в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное реставрационно-реконструкционное проектирование» на 4 курсе. В проекте представлен жилой дом на три семьи с возможностью трансформации объекта на четыре семьи. Территория для приспособления жилого дома располагается в историческом центре г. Томска. Главным преимуществом данного участка является его удаленность от центра города со сложившейся исторической застройкой, представленной зданиями малой и средней этажности, а также отдаленность от главной магистрали улицы. Объект находится в радиусе доступности детских садов, школы, медучреждения; по близости располагается университет и предприятия мелкой торговли, что позволяет, с уверенностью, заявить, что данная функция целесообразна.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Многоквартирный жилой дом в г. Томске», автор проекта А.А. Осипова, руководитель доцент И.Ю. Болтовская

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ХОСТЕЛ НА 24 МЕСТА В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ Г.ТОМСКА»

А.П. Подорова

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: elensi@vtomske.ru

COMPETITION PROJECT “HOSTEL FOR 24 GUESTS IN THE HISTORIC CENTER OF TOMSK”

A.P. Podorova

Research supervisor: Associate Prof., PhD in Arch. E.V. Sitnikova
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: elensi@vtomske.ru

***Abstract.** The main task for working on a historical building is an attempt to extend the life of an object with maximum preservation of its authenticity. This task is inseparably linked to adaptation of the building for modern use. It is necessary to choose the correct function that will not destroy its space-planning structure. The disclosure of architectural and art qualities of the object is not acceptable too. The aim of this project was to rationally and reasonably adapt the historical building for a new function. It is important to keep its authenticity as much as possible and to reveal architectural and art features of the object.*

Главная задача при работе с историческим зданием – продление жизни объекта, при максимальном сохранении его подлинности. Эта задача неразрывно связана с приспособлением здания для современного использования. Необходимо правильно выбрать функцию, не разрушающую его объемно-планировочную структуру, раскрывающую архитектурно-художественные качества объекта и привлекательную для потенциальных инвесторов.

Целью данного проекта было рациональное и обоснованное приспособление исторического здания, функция которого позволила бы максимально сохранить его подлинность и раскрыть архитектурно-художественные особенности объекта.

В соответствии с целью поставлены и решаются следующие задачи: максимальное сохранение подлинности объекта; обоснованный выбор современной функции; сохранение объемно-планировочной структуры; использование традиционных методов строительства; рациональное использование территории; обеспечение к зданию подъездов и проезда для пожарной машины.

Приспосабливаемый дом построен в 1907 году как флигель усадьбы по ул. Иркутская, 30 (совр. ул. Пушкина, 28В) в г. Томске. Жилой деревянный дом является типичным образцом городского доходного дома начала XX века. Здание находится в охранной зоне объектов культурного наследия регионального значения (по проекту зон охраны 2012 года). Автора и строителя дома, на данный момент, определить не удалось. Здание выполнено в эклектичной манере. Дом двухэтажный, деревянный, срубленный «в обло», на кирпичном цокольном этаже. Главный фасад обращен на юго-запад, плоскость фасада членится тремя капитальными стенами на четыре части; места стыков капитальных стен закрыты

лопатками. Окон на первом этаже восемь, расположены они по паре в каждой из частей. Сами окна простой прямоугольной формы. Западный фасад членится на две части и имеет шесть окон. Восточный фасад аналогичен западному. С северо-восточной стороны к основному объему примыкают две неотапливаемые пристройки (прирубы), рубленные в пол бревна «в обло». В декоративном плане здание решено просто – основной объем обшит профильной доской, карниз подшит горизонтальной доской, имеет резные подзоры, традиционные для местной архитектуры. Наличники деревянные, украшены прорезной и накладной объемной резьбой с применением растительного орнамента, завершение наличника имеет треугольную форму.

До нашего времени дом дошел с незначительными изменениями. На территории утрачены хозяйственные постройки и главный деревянный дом усадьбы. На его месте сейчас построено кирпичное оштукатуренное современное здание в прежних габаритах. Так как деревянное двухэтажное здание, расположенное в историческом центре – в районе Белого озера в г. Томске и изначально использовалось как жилое, то было принято решение отталкиваться от первоначальной функции. Таким образом, сохранится изначальная анфиладная планировочная структура и не увеличатся постоянная и временная нагрузки на здание, что не будет способствовать ухудшению условий эксплуатации.

Хостел для современных туристов один из наиболее бюджетных, а значит и популярных вариантов временного проживания в городе. Поэтому размещение его в исторической части с характерной для Томска застройкой как нельзя лучше представит город его гостям, а значит, будет пользоваться популярностью у приезжих, что, несомненно, выгодно в условиях высокой конкуренции в данном сегменте рынка. Объект приспособлен для одновременного проживания 24 человек, и постоянного пребывания обслуживающего персонала. Все жилые помещения выходят на юго-восточную сторону, что обеспечит необходимое время инсоляции. На первом этаже располагается четыре номера на койко-места, приемная, санитарные узлы, помещение для общего пребывания и кухня-столовая на расчетное количество человек. На втором этаже – также четыре номера, но уже на два человека, причем два из этих номеров для пар, а два с раздельными кроватями. Такое деление этажей по уровню комфорта предоставит посетителям выбор, а значит, обеспечит максимально возможный охват клиентов по их материальным и прочим возможностям. Также на втором этаже есть: общая комната, столовая, кухня и санитарный узел. В цокольном этаже размещаются: комнаты для хранения багажа и документов постояльцев, кладовые, санитарный узел для персонала, комната отдыха персонала и прочие технические помещения, необходимые для функционирования хостела.

Само здание позволит путешественникам по достоинству оценить эстетику и качество работы мастеров начала XX в. Интерьеры выполнены в скандинавском стиле, в основе которого заложены простота, использование натуральных материалов, ясные, светлые оттенки, игра нюансов. В интерьере экспонируются подлинные деревянные элементы декора, снятого с разобранных зданий г. Томска. Этот прием, построенный на контрасте современного и традиционного, позволит посетителям по-новому взглянуть на историческую архитектуру и буквально прикоснуться к истории.

Состав проекта (рис. 1): проект зон охраны ОКН г. Томска (2012 г.), опорный план, историческая справка, обмерные чертежи, проект реставрации дома по ул. Пушкина, 28в в г. Томске, перспективные изображения интерьера гостиной, планы этажей, фасады, разрез, функциональные схемы этажей, развертки, генеральный план, функциональная схема застройки квартала.



Рис.1. Графическое изображение конкурсного проекта «Хостел на 24 места в историческом центре г. Томска», автор проекта А.П. Подорова, руководитель доцент, канд. арх. Е.В. Ситникова

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ВОДРАЗБОРНОЙ БУДКИ ПО АДРЕСУ
УЛ. РОЗЫ ЛЮКСЕМБУРГ, 67А ПОД МАСТЕРСКУЮ ПО СОЗДАНИЮ И ПРОДАЖЕ
ПОЧТОВЫХ ОТКРЫТОК»**

Т.Ю. Резниченко

Научный руководитель: доцент И.Ю. Болтовская

Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: reznichenkotanja@mail.ru

**COMPETITION PROJECT «ACCESSORIES THE WATER-DISCHARGED BOOTH AT ROSA
LUXEMBOURG ST., 67A UNDER THE WORKSHOP FOR CREATING AND SELLING
POSTCARDS»**

T.Yu.Reznichenko

Scientific Supervisor: Associate Prof. I.Yu. Boltovskaya

Tomsk State University of Architecture and Building

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: reznichenkotanja@mail.ru

Abstract. *The author of the project suggests placing a workshop for creation and sale of postcards in the water-discharge booth on 67a, Rosa Luxemburg St. There are no analogues to such a facility neither in Tomsk, nor in the nearby cities. The entrance is organized through the parking lot near the workshop. It is suggested to make the temporary parking lot for cars. The building is two-storeyed: the postcard shop, toilet and platform are located on the first floor; the workshop is located on the second floor. The walls are brick, unplastered and unpainted. The bricklaying is original as the building is of the octahedral form with narrowing to top. An interfloor ceiling and exposed brick vaults with beams remained almost unchanged. On the ceiling of the second floor later layering (stucco) is applied. It is offered not to make changes to finishing of walls and ceilings, recovering and restoring are proposed instead.*

Почтовые открытки появились как вид почтовой связи, а позже прочно заняли свое место в качестве сувенира. На смену черно-белым открыткам пришли цветные, менялись способы печати, а открытки становились разнообразнее и красочнее. Со временем появились открытки-фотографии. Порой почтовая карточка — настоящее произведение искусства, однако приходится объезжать множество магазинов в поисках той, что придется по вкусу, будет хорошего качества и приемлемой по цене. Да и к тому же открытки с изображением конкретных мест не отличаются разнообразием и оставляют желать лучшего.

Поэтому в водоразборной будке по адресу ул. Розы Люксембург, 67а предлагается устроить мастерскую по созданию и продаже почтовых открыток. Большинство домов в данном районе являются жилыми или совмещают жилую функцию с общественной. Но поскольку будка исторически использовалась под другую функцию, потерявшую сейчас свою актуальность, по мнению автора

проекта, целесообразнее в ней будет разместить магазин, аналогов которого нет ни в Томске, ни в соседних городах.

Сама мастерская, рассчитанная на одного мастера, расположена на втором этаже, на первом – торговый зал, санузел и тамбур. Вход осуществляется со двора, недалеко от парковки. Переступая порог мастерской, посетители попадают в просторное помещение, где выставлены стенды с открытками всевозможных сюжетов. Здесь можно снять верхнюю одежду или расположиться на удобном диване. Со второго этажа к посетителю спустится сам мастер, готовый помочь подобрать конкретную открытку или ответить на все интересующие вас вопросы. Если вдруг покупатель не нашел то, что искал, то за стойкой можно обговорить детали собственной открытки, которую сделают тут же, на втором этаже. На втором этаже расположен вместительный рабочий стол, шкафы и все необходимое оборудование – все, что создает комфортную среду для творчества.

В настоящее время стены внутри водоразборной будки кирпичные, неоштукатуренные и неокрашенные. Кирпичная кладка стен будки оригинальна, т.к. здание восьмигранной формы с сужением кверху. Междуэтажное перекрытие и кирпичные своды по двуглавам сохранились почти в неизменённом виде. На потолке второго этажа появилось позднее наложение – лепнина. Исходя из этого, предлагается не вносить изменений в отделку стен и потолков, а восстановить и отреставрировать их.

Атмосфера старинного здания не оставит равнодушным – не позволит устоять перед покупкой пары-тройки открыток на память. Более того, там же их можно будет сразу же подписать и отправить друзьям или родным, ведь почтовый ящик размещен прямо на территории будки. Такой магазин не должен оставить равнодушным ни местных жителей, ни гостей города.

Состав проекта: ситуационная схема, обмерные чертежи, комплект чертежей проекта реставрации, функциональная схема, генеральный план, планы этажей, разрезы, развертки, перспективное изображение, фотографии, характеристика объекта и технико-экономические показатели.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Приспособление водоразборной будки по адресу ул. Розы Люксембург, 67а под мастерскую по созданию и продаже почтовых открыток», автор проекта Т.Ю. Резниченко, руководитель доцент И.Ю. Болтовская

КОНКУСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ»

А.А. Дятлова

Научный руководитель: старший преподаватель И.Д. Верёвкина
Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: dyatlova1165@gmail.com

COMPETITION PROJECT “ARCHITECTURAL STUDIO”

A.A. Dyatlova

Scientific Supervisor: Senior lecturer I.D. Veriovkina

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solynaya Sq., 2, 634003

E-mail: dyatlova1165@gmail.com

***Abstract.** The main task of this project was to design a comfortable working space of an architectural studio. Rhinestones, mountains and rocks are the main images for this project. It has helped to associate the architecture of the building to the environment of parkland. Environmentally friendly finishing materials were used to harmoniously link architecture of this building with natural surroundings. Connections to nature are useful for productive work. One of the most important parts of the project is “total” interior design, which influences people’s mood and health. Interior and furniture were designed according to the ergonomic rules.*

Целью данного проекта является создание единой архитектурной формы, которая гармонично сочетается с окружающей средой, а также удобна в эксплуатации и соответствует функциональному назначению. Здание спроектировано для коммерческих целей, а именно работы архитектурного бюро. Эта малая функция обязывает к созданию максимально комфортных условий труда, генерирования идей и взаимопонимания в отношениях заказчик – исполнитель. Еще одним важным фактором является расположение объекта в парковой зоне, именно поэтому необходимо было гармонично «вписать» архитектуру студии в окружающий ландшафт, чтобы не нарушить сложившийся ландшафт парка.

Облик здания архитектурной студии представляет собой объемно-пространственную композицию, проектирование которой происходило на основе заимствования принципов формообразования из природных источников. Для цитирования взят образ кристаллов хрусталя, рожденного в горах. Подходящей эта тема оказалась благодаря сочетанию сложной геометрии и абсолютно природного, натурального начала. Данное решение и позволило «вписать» архитектуру студии в парковое пространство Белого озера. Три массивных объема, различной высоты и габаритов составляют статичную сложную форму, которая служит метафорой горной гряды или скалы. Основным конструктивным материалом является бетон. Стена одного из фасадов с отделкой необработанным природным камнем (гранитом) поддерживает заданный образ, а также наглядно демонстрирует экологичность используемых материалов. Она является отправной точкой всей архитектуры студии, задает общий тон. В противовес тяжеловесности главных объемов спроектированы витражные окна, которые символизируют горный хрусталь. В нестандартном рисунке рам отразилась сложная структура

формообразования кристаллов. Такие витражи оказывают влияние не только на внешний облик здания но и на внутренний, благодаря своеобразному рисунку теней, создаваемому рамами и солнечным светом. Наклонная крыша одного из объемов придает динамичность фасаду и связывает с неровной структурой природного камня.

Интерьер студии разработан таким образом, чтобы функциональные требования были максимально удовлетворены. Применен принцип «тотального» дизайна в разработке мебели для того чтобы интерьер органично сочетался и дополнял внешний облик сооружения. Рабочие места, включая мебель, спроектированы с учетом правил эргономики для продуктивной работы и комфортного отдыха. Общую «природную» концепцию поддерживает использование во внутренних пространствах студии зеленых насаждений, которые благотворно влияют на физическое и эмоциональное состояние работников, а также помогают организовать связь интерьера с экстерьером.

Внутреннее пространство мастерской имеет второй свет, который несет функцию соединения рабочего пространства с открытой террасой на эксплуатируемой кровле. Подъем на террасу осуществляется по винтовой лестнице, спроектированной в минималистическом стиле всего здания. Студия включает следующие помещения:

- мастерская, оборудованная специально разработанной мебелью (пространство для работы архитекторов);
- архивное помещение, связанное с хранением проектной документации и научной литературы;
- комната оформления документации, в которой находятся принтеры, плоттер и другие устройства, необходимые для полноценной работы архитектурного бюро;
- кабинет управляющего, в котором оборудовано пространство для собраний и презентаций;
- комната отдыха, включающая в себя кухонную зону;
- холл для приема клиентов и гостей, в котором оборудовано место ожидания, рабочее место администратора, гардеробная комната;
- санитарные узлы для женщин и мужчин;
- помещение с техническим оборудованием, обеспечивающим бесперебойную работу всех систем;
- душевая комната.

Проект раскрывает возможности гармоничной организации пространства, разнообразие углов зрительного восприятия объемов и лаконичность образного решения. Здание приподнято на несколько уровней относительно поверхности земли с помощью искусственных насыпей в целях ограждения и выделения из общего ландшафта. Студия окружена зелеными насаждениями и насыпями из мелкой гальки, которые гармонируют с общей архитектурой и подчеркивают экологичность проекта. В проекте предусмотрена автомобильная парковка на 9 мест и велосипедная парковка для работников бюро, клиентов и гостей.

Здание студии имеет конструктивную схему с полным каркасом, в качестве опор используются колонны сечением 200 × 200 мм. Ограждающие стены выполнены из бетона с использованием утеплителя, витражные окна – из высокопрочного стекла INT GLASS (прозрачное оконное стекло, зеркальное с внешней и матовое с внутренней стороны).

Технико-экономические показатели:

площадь застройки – 253,19 м²

площадь здания рабочая – 127,99 м²

коэффициент $K_1 = 0,63$

коэффициент $K_2 = 6,1$.



Рис.1 Графическое изображение конкурсного проекта «Архитектурная студия», автор проекта А.А Дятлова, руководитель старший преподаватель И.Д. Верёвкина

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «КОМПЛЕКС СТУДЕНЧЕСКИХ МАСТЕРСКИХ
«UNIVERSAL MODULE»**

В.И. Елизарова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: w.blak@icloud.com

COMPETITION PROJECT «STUDENT WORKSHOP COMPLEX «UNIVERSAL MODULE»

V.I. Elizarova

Scientific Supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: w.blak@icloud.com

***Abstract.** Purpose: solving the problem of the students' workspace through development of a modern, high quality and comfortable modular facility that meets all the functional, technical and aesthetic requirements. The project is carried out for the territory of the student complex of TSUAB. The main advantage of this area is its convenient location - close to the university, student hostels and bus stops. The architectural complex «UNIVERSAL MODULE» will provide students with small rooms equipped with everything necessary to make joint activities more comfortable. The author of the project proposes a complex of student workshops which will function as universal modules. A number of new modules can be added in the future because of their simple design. The complex will become a place not only for working in groups, but also for interrelation between them.*

Университеты архитектурно-строительного профиля обладают специфическим процессом обучения, в ходе которого студентам рано или поздно приходится работать в командах. И довольно большой проблемой становится поиск общего рабочего пространства – студенты пытаются выбрать наиболее комфортный, оборудованный для работы и удобно расположенный вариант. Однако найти его не всегда получается и работать приходится раздельно, лишь изредка сверяясь по ходу процесса, что значительно усложняет достижение поставленных задач.

Целью данного проекта стало решение проблемы студенческого рабочего пространства: разработка современного, качественного и комфортного модульного объекта, отвечающего всем функциональным, техническим, эстетическим требованиям, а также создание выразительного образа зданий студенческих мастерских. Автор предлагает проект комплекса студенческих мастерских – универсальных модулей, которые благодаря своей простой конструкции можно по мере необходимости достраивать в любых количествах. Комплекс предоставит студентам небольшие помещения, оборудованные всем необходимым для комфортной совместной деятельности. Они станут местом не только для работы в группах, но и для взаимосвязи между ними. Помимо этого, данный комплекс расширит возможности самих вузов, организует для них дополнительные площади и поможет развивать собственную научную, практическую и творческую деятельность.

Предполагаемый объект будет располагаться за зданием пятого корпуса ТГАСУ. Выбор территории обусловлен удобным расположением как около университета, так и вблизи студенческого городка, автобусных остановок, парковочных мест. На данный момент на обозначенной территории располагается ряд мелких подсобных помещений, которые утратили свою функцию и находятся в аварийном состоянии. Большая часть построек будет демонтирована для возведения на их месте комплекса, который будет отвечать современным требованиям безопасности в сочетании с передовыми технологиями.

Структура территории комплекса имеет несколько функциональных зон: познавательную, природно-созерцательную и зоны общения. Шесть зданий мастерских подняты над землей и расположены таким образом, что формируют на генеральном плане силуэт молекулы. Коммуникационная связь между ними осуществляется с помощью своеобразной пешеходной оси объектов – пандуса-террасы шириной 2,5 м, которая направлена вдоль мастерских, образуя в местах пересечения с входными узлами смотровые балконы, оборудованные скамейками, столиками, освещением для отдыха и общения. Территория, расположенная под корпусами, довершает образованный архитектурный ансамбль. Непосредственно под террасой расположено искусственное зеркало воды, которое благодаря встроенным в террасу световым люкам активно инсолируется, также благодаря и небольшим просветам между зданиями и террасой. Пространство под ними имеет доступ к прямому солнечному освещению. Вдоль водоема расположены прогулочные аллеи, которые подчеркивает природная инсталляция. Они обеспечивают взаимосвязь с техническими помещениями мастерских, быстрый доступ к верхнему уровню, а также предоставляют возможность посмотреть на высаженные цветочные композиции. Освещение территории возможно с помощью применения автономных энергосберегающих объектов солнечной энергии. В целом проектное решение представляет собой универсальный комплекс для создания студенческого пространства в инфраструктуре города Томска.

Основной объем здания – это параллелепипед, габаритами $17,5 \times 7 \times 4,5$ м со вскрытием на 1,5 метра на главном фасаде, поднятый над уровнем земли на 2,5 м, что зрительно облегчает восприятие данной конструкции и делает ее более воздушной.

Здание выполнено в металло-каркасном конструктивном исполнении с применением ICB («умных» строительных конструкций) с отделкой деревянными панелями. Фасады имеют большую площадь остекления двухкамерным энергосберегающим стеклом, которое контролирует температурный режим и создает благоприятные условия внутри помещения в течение всего года. Фасады каждой мастерской индивидуальны, что создается за счет изменения дизайна деревянной оболочки главного фасада. Благодаря этому можно избавиться от однотипности построек и подчеркнуть разную направленность каждой мастерской.

В проектировании использованы следующие материалы: здание из IBC металлопроката, стекло INT GLASS (прозрачное оконное стекло, матовое с одной стороны, зеркальное с другой), дерево и бетон; покрытия и мощения – бордюрные блоки, плиты и плитка, декоративный камень, асфальт; системы освещения – металл, стекло, художественное стекло; дендрология – деревья, кустарники, цветы, декоративная трава.

Внутренний объем здания делится на несколько функциональных зон: входной узел – вестибюль с гардеробом, выставочное пространство – световой коридор, рабочая и административная зоны, оснащенные архивным шкафом (зона хранения) и зоной печати, зона отдыха с элементами озеленения и санитарно-техническая зона, включающая внешнее техническое помещение.

Проект «UNIVERSAL MODULE» раскрывает возможности гармоничной организации пространства в структуре университетского комплекса. Данная модель создает новое качественное учебное пространство с многофункциональным использованием и привлечением различных студенческих групп с целью продвижения научной, практической и творческой деятельности. Простота и элегантность стиля, компактность и конструктивность, универсальность и экономичность делают проект привлекательным для инвестиций.

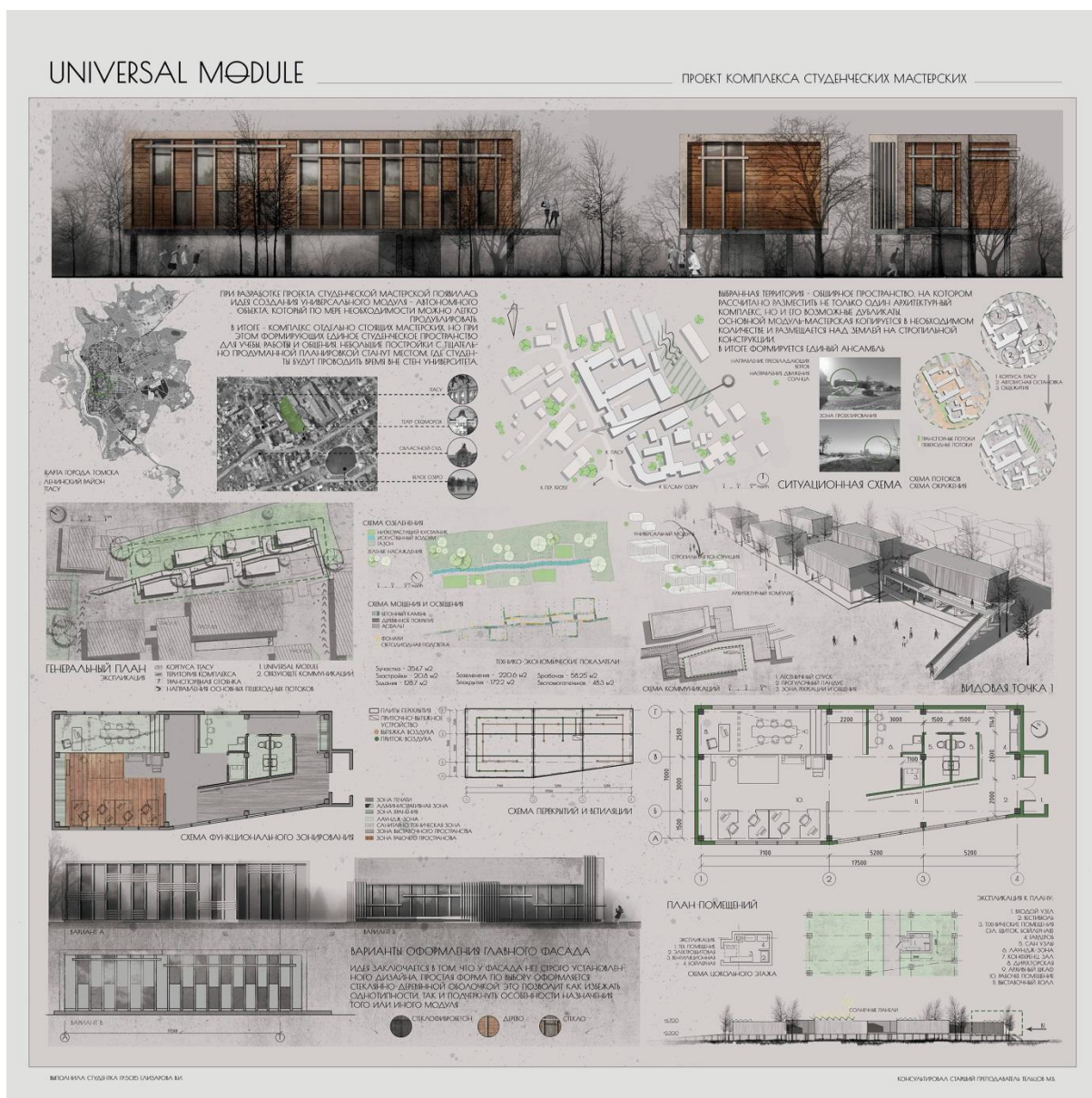


Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Комплекс студенческих мастерских
«UNIVERSAL MODULE»,

автор проекта В.И. Елизарова, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
НАПРАВЛЕНИЯ «THE MIRROR»**

К.С. Карпенко

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: karpenko_kristina@mail.ru

**COMPETITION PROJECT «ARCHITECTURAL STUDIO WITH EDUCATIONAL FUNCTION
«THE MIRROR»**

K.S. Karpenko

Scientific supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: karpenko_kristina@mail.ru

***Abstract.** Architectural project "The Mirror" is a project of a building for additional education of students. The project is a concept of landscaping with the inclusion of small architectural forms to the area of university of architecture and building. One of the purposes of this project is to create a modern, high-quality and comfortable architectural environment for the Siberian region, viz artistic and expressive public buildings with a small function. The project envisions enrichment of the environment through the introduction of green spaces and artificial ponds. The unusual artistic form of the building emphasizes the expressive contrast of the architectural space.*

Архитектурный проект «The Mirror» – это проект здания для дополнительного образования студентов. Проект представляет собой концепцию благоустройства территории архитектурно-строительного университета с включением малых архитектурных форм.

Целью данного проекта является создание современной, качественной и комфортной архитектурной среды для Сибирского региона, а именно художественно-выразительных общественных зданий с малой функцией. Предполагается генерация пространства для улучшения эстетического восприятия пространства, решения планировочных задач, преобразование научно-образовательного комплекса города Томска, технологичности и целесообразности объектов.

Проект предполагает свое расположение в районе студенческого городка ТГАСУ, на Соляной площади, между двумя корпусами: историческим корпусом №2 и современным корпусом №1. Здание, построенное в 1902 году, оно выполняло функцию коммерческого училища, и по сей день используется в образовательной сфере. Объект выполнен в кирпиче.

Особенностью данного участка является его расположение вблизи исторической зоны – парка «Белое озеро». Он расположен немного восточнее комплекса ТГАСУ. Также рядом с вузом располагается театр «Скоморох».

Структурный облик здания представляет собой параллелепипед габаритами 21,3 × 9,1 × 4,5 м, поднятый над уровнем земной поверхности на 0,6 м, что зрительно облегчает восприятие конструкции и

делает её более воздушной и парящей. Эффект парения дополняет «зеркало» воды, проходящее под зданием и на 2 метра выходящее за границы контура объекта. Отражаясь, здание ещё больше приподнимается над землей и визуально вытягивается. Водоем не только вносит эстетику в облик здания, но также облагораживает и способствует улучшению качеств природной среды. Район учебных корпусов ТГАСУ не располагает рекреационной зоной – данный проект же предполагает её размещение. Зеркало воды прекрасно ее дополняет и способствует облагораживанию и озеленению территории.

Генеральный план участка и объемно-планировочное решение здания предполагают организацию многофункциональных пространств для всех групп населения. Архитектурная студия художественного направления – это творческая и технологическая среды (информация, искусство, наука, коммуникация, творчество, отдых). В проекте решение архитектурных и функциональных задач выполнено на современном качественном уровне.

Внутренний объем здания делится на два этажа, в которых располагаются зоны для рабочего пространства. На первом этаже располагаются рабочая зона для проектирования и макетная мастерская с удобной, технологичной мебелью. Подъем на следующий этаж осуществляется с помощью лестницы, расположенной вдоль стены юго-восточного фасада. На уровне второго этажа запроектирована антресоль для хранения архивных документов. Также со второго этажа открывается обзор на внутреннее пространство студии. Оттуда можно наблюдать за происходящей работой.

Внутренние пространства включают в себя также объекты зелёной архитектуры. В центре холла расположен интерактивный щит, на экран которого можно выводить примеры выставочных и образцовых проектов. Данный щит подобно зданию приподнят над уровнем пола и окружен резервуаром воды, который поддерживает определённый уровень влажности воздуха в помещении. По краям комнаты запланированы элементы зеленых насаждений, которые связывают интерьер с экстерьером.

Вход в здание осуществляется за счет системы пандусов. Они открывают свободный доступ в здание не только для обычных людей, но и для людей с ограниченными возможностями. Пандус накрыт стеклянным навесом с алюминиевыми пластинами, которые собирают солнечный свет и преобразовывают в энергию. Вход в здание располагается с северо-востока. Конфигурация помещений запроектирована по нормам инсоляции для лучшего удобства работы: все рабочие зоны ориентированы на север и северо-восток.

Фундамент здания – столбчатый. Он увеличит долговечность здания в суровом сибирском регионе. Алюминиевая облицовка фасада способна собирать солнечные лучи и преобразовывать их в энергию, что способствует не только её экономии, но и улучшению состояния окружающей среды. Необычный, выразительный фасад здания контрастирует с окружающей застройкой.

Новая архитектурная студия формирует удобный образовательный комплекс, способный улучшить качество работы и наладить связь между преподавательским составом и студентами за счет коммуникации. Данный комплекс также решит проблему зонирования территории ТГАСУ. Связь между студиями закрепит архитектурный ансамбль из порталов, соединенных органическим стеклом. Они выполнены из металлических конструкций

Технико-экономические показатели:

Площадь полезная – 195,35 м²

Площадь рабочая – 104 м²

Площадь общая – 235,3 м²

Объем строительный – 879,08 м²

Коэффициент $K_1 = 0,53$

Коэффициент $K_2 = 4,49$.

Состав проекта: ситуационная схема М 1:2000, генеральный план М 1:200, схема движения пешеходов и транспорта М 1:100, фасады М 1:100, разрез здания М 1:100, перспективные изображения объекта.



КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «АРХИТЕКТУРНАЯ СТУДИЯ «PROJECT STUDIO»

Д.С. Паршуков

Научный руководитель: старший преподаватель И.Д. Верёвкина
Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: parshukov.di@yandex.ru

COMPETITION PROJECT «THE ARCHITECTURAL STUDIO « PROJECT STUDIO»

D.S. Parshukov

Scientific Supervisor: Senior lecturer I.D. Verevkina,

Tomsk State University of Architecture and Building,

Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

E-mail: parshukov.di@yandex.ru

Abstract. *The architectural studio "Project Studio" is an attempt to establish link between the internal space of the building, its appearance and natural environment. The aim of the project was to create a comfortable environment for workers of this enterprise, and also to create a harmonious spatial composition on the territory which plays an important role in the history of Tomsk. The external walls are made of brick and plastered white. Modern lightweight polyurethane insulation is proposed for walls. One part of the facade is covered with wooden panels. The presence of elements made of natural materials on the façade not only provides the interaction between modern architecture and natural environment, but it also gives the building a special significance. There was an attempt to create a parametric façade with curved sections of the building. An unusual glazing will be installed on the facade. The glazing consists of multiple windows of different size and each window has a triangular shape. All glass sheets are framed by a metal mesh which is composed of numerous small elements. It should be noted that the harmonious interaction established between nature and architecture in this project will help to recreate the beauty of the environment and preserve the originality of such a historic place as White Lake.*

Проект архитектурной мастерской «Project Studio» – это стремление обеспечить взаимосвязь внутреннего пространства здания не только с его внешним обликом, но и с естественным, природным окружением; стремление создать комфортную среду для работников данного предприятия, а также это попытка создать гармоничную глубинно-пространственную композицию на территории, которая играет немаловажную роль в истории города Томска.

Цели проекта:

- создание современной, качественной и комфортной архитектуры на территории исторического объекта города Томска;
- создание взаимосвязи между рабочей зоной и зоной отдыха на территории исторического объекта города Томска;
- создание гармоничной взаимосвязи между архитектурой и природной средой.

Географическое положение проектируемого объекта – г. Томск, район Белого озера, ул. Белозерская. Данный участок находится в густонаселенном районе и является одним из центров для свободного времяпровождения абсолютно всех возрастных групп и социальных слоев населения. Особенностью участка является его связь со многими историческими событиями, происходившими в процессе развития г. Томска. Климат г. Томска – континентальный, что говорит о большой годовой амплитуде температуры воздуха (жаркое лето и холодная зима), а также о значительных изменениях температуры в течение суток (особенно в переходные сезоны). Рельеф участка спокойный.

В элементах благоустройства территории используется асфальтовое покрытие для проездов автомобилей и плиточное – для тротуаров и пешеходных дорожек. Запроектирован комфортный заезд на территорию архитектурной студии, предусмотрена парковка на пять легковых машин. Также на генплане помимо парковочных мест предусмотрена разворотная площадка. Вокруг здания расставлены фонари, работающие за счет энергии солнца, деревянные скамейки с урнами, велосипедная парковка и малая архитектурная форма – стеклянная панель с надписью «architecture» и абстрактной композицией из геометрических фигур (квадратов).

В здании предусмотрено два входа (главный и запасный). Главный вход оборудован ограждениями из нержавеющей стали и пандусом для инвалидов. Во внешнем облике здания можно увидеть комбинацию прямых и естественных природных линий. Неординарная форма открывает большие возможности для решения фасадов и помогает обеспечить разнообразие внешнего облика здания в целом. На криволинейных участках здания была предпринята попытка создания параметрического фасада. Для этого на фасаде было сделано необычное остекление. Остекление состоит из множества окон разного размера, при этом каждое окно имеет треугольную форму. Все стекла вставлены в металлическую сетчатую раму, которая состоит из множества мелкогабаритных элементов. Наличие высоких панорамных окон обеспечит беспрепятственное прохождение солнечного света, что положительно скажется на качестве рабочей обстановки в мастерской. Если посмотреть на здание с разных видовых точек, то можно увидеть, как каждое стекло по-разному отражает или поглощает свет, падающий от того или иного источника. Благодаря удачному расположению самого здания и большим окнам работникам студии открывается красивый вид на территорию Белого озера (это подчеркивает значимость проекта с эстетической точки зрения). Здание имеет плоскую неэксплуатируемую кровлю. Для отведения воды с кровли предусмотрено пять внешних водосточков согласно строительным нормам и правилам. В здании запроектировано два помещения, выполняющих сразу несколько функций. Например, вестибюль помимо основной функции еще играет роль выставочного зала, где представлены наиболее инновационные архитектурные проекты, которые будут также видны и снаружи здания. Также предусмотрено служебное помещение для персонала, с выделенной зоной приёма пищи. Служебное помещение имеет прямую связь с архитектурной мастерской. На плане предусмотрен санузел шлюзного типа с двумя кабинками для женщин и для мужчин соответственно, также есть техническое помещение.

Внешние стены здания выполнены из кирпича и оштукатурены в белый цвет. Для утепления стен используется современный утеплитель. Части фасада облицованы деревянными панелями. Наличие на фасадах элементов, выполненных из природных материалов, не только обеспечивает связь современной архитектуры с природным окружением, но и придает зданию особую выразительность.

В заключение следует отметить, что законы гармоничной взаимосвязи архитектуры и природы, открытые еще в античном зодчестве и развитые в данном проекте помогут воссоздать богатство естественных образов окружающей среды и, самое главное, сохранить красоту исторического места – Белого озера.

Технико-экономические показатели:

площадь участка – 1624,06 м²

площадь застройки – 212,56 м²

площадь здания общая – 164,87 м²

площадь здания рабочая – 71,74 м²

объем строительный – 926,20 м³

коэффициент K1 = 0,44

коэффициент K2 = 5,61.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Архитектурная мастерская «Project Studio», автор проекта Д.С. Паришуков, руководитель старший преподаватель И.Д. Верёвкина

КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СТУДЕНЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ МАСТЕРСКАЯ»

Т.А. Рекун

Научный руководитель: старший преподаватель И.Д. Веревкина
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: rekuntaya@gmail.com

COMPETITION PROJECT "STUDENT ARCHITECTURAL STUDIO"

T.A. Rekun

Scientific Supervisor: Senior lecturer I.D. Verevkina
Tomsk University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: rekuntaya@gmail.com

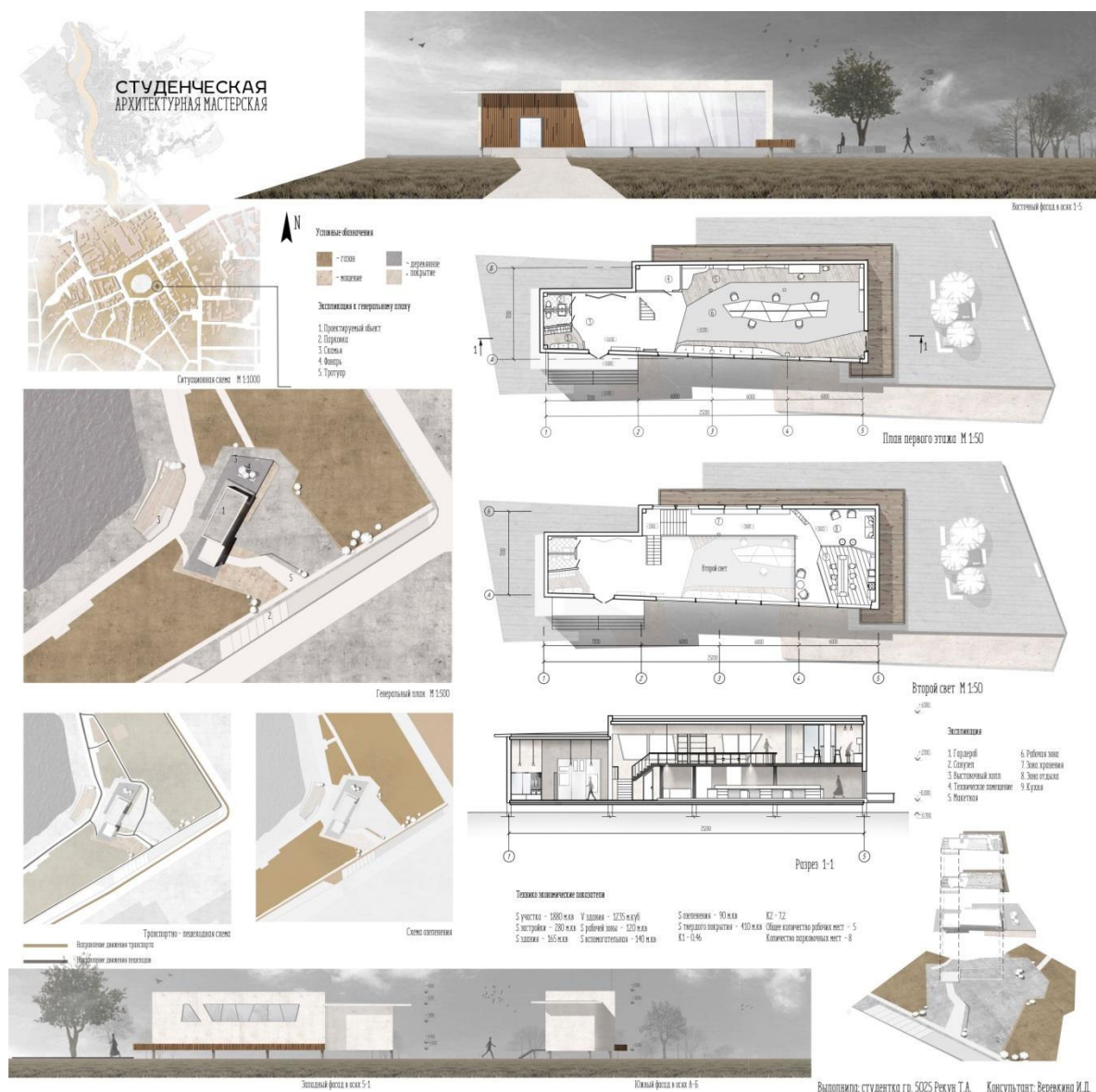
Abstract. *Purpose: to create a student architectural studio, that will have an open space for creativity and work. Free space for productive work, creativity, communications, information exchange and recreation will be organized. Architecture: eco-friendly materials, simplicity, constructiveness, universality, a single interior space without borders are the main features of the architectural studio project.*

Архитектура здания представляет собой сочетание экологических материалов, образующих простую форму. Весь объём сооружения поднят над уровнем земли на 0,7 м, что визуально добавляет легкости композиции. Основной объём имеет габариты 6,3 × 25,2 м. Главным элементом фасада являются большие окна, высотой от пола первого этажа до верхнего перекрытия (4900 × 16900 мм). Большую площадь остекления разбивают узкие металлические рамы. Кроме художественной выразительности такое остекление имеет и практическую пользу, поскольку внутренние помещения становятся хорошо освещены. Также фасад облицован деревом, что придает фактурности фасаду. В северо-восточной части расположена небольшая деревянная терраса, дополненная элементами озеленения. Плоский выступающий козырек в левой части фасада, выступающая терраса, разные уровни перекрытия основных объемов здания подчёркивают прямоугольные формы и создают определенную динамику в архитектуре мастерской. Согласно решению благоустройства территория должна стать многофункциональной и доступной для всех групп населения. Географическое местоположение объекта – Белое озеро, г. Томск. Прилегающая к зданию территория и площадка, расположенная непосредственно перед Белым озером, решены в едином стиле.

В студенческой архитектурной студии будет организовано свободное пространство, располагающее к продуктивной работе, творчеству, коммуникациям, обмену информацией и отдыху. Внутренний объём здания делится на два этажа. Благодаря применению в интерьере мастерской второго света создается более легкое и воздушное пространство, которое, в то же время, не лишено функционального назначения. На первом этаже главное место занимает проектная и макетная мастерские. Макетная мастерская отделена от основного помещения другим покрытием пола, что визуально разбивает пространство на несколько зон. При входе располагается гардероб, отгороженный

стеклянной перегородкой. Холл имеет функцию выставочного зала, где будут установлены стенды для представления различных проектов и работ студентов. Также имеется выход на террасу, которая огибает часть основного объема здания по периметру. Подъем на второй уровень осуществляется по лестнице. Основная задача второго уровня – отдых и хранение. Вдоль стен расположены шкафы для хранения. Далее расположена, отгороженная деревянной перегородкой, комната отдыха, а за ней зона питания, также отгороженная, но уже стеклянной перегородкой. Все внутреннее пространство хорошо освещено. Состав помещений: гардероб, санузел, выставочный холл, техническое помещение, макетная мастерская, рабочая зона, зона хранения, зона отдыха, кухня.

Внутреннее пространство согласовано с внешним обликом здания. Используя те же материалы не только в облицовке, но и в интерьере мастерской – так автор проекта связывает внешнее и внутреннее пространства. Не разграниченное, единое внутренне пространство, компактность, универсальность, экологичность и простота – все это создает единый облик архитектурного решения.



**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ «СТУДИЯ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА
«ЖИВОЕ ПРОСТРАНСТВО»**

А.В. Ященко

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: yaschenko.ar@yandex.ru

COMPETITION PROJECT “LANDSCAPE DESIGN STUDIO “LIVELY SPACE”

A.V. Yaschenko

Scientific supervisor: Senior lecturer M.B. Teltsov
Tomsk State University of Architecture and Building,
Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003
E-mail: yaschenko.ar@yandex.ru

Abstract. *Living Space landscape design studio is a project of public building with an integrated landscaping of the adjacent territory of the White Lake Park and small architectural forms. The purpose of this project was to create high quality, comfortable and environmentally friendly architecture for the Siberian region of Russia. The creation of an iconic and universal public building with a simple function in the park area of Tomsk served this purpose. The solution for spatial and planning problems is proposed as well as the new type of commercial enterprise. Modern trends in architecture, promotion of alternative sources of energy, technology and economic sustainability of the facility are taken into account. The project is carried out within the schedule of educational process on Architectural design discipline in the second year of study. The project area is the historic environment and protected area. Bike paths, bike and car parking lots are provided for optimization of transport streams. Transit and walking paths are provided for all groups of people including disabled ones with free access points of Wi-Fi. The project reveals the possibilities of a harmonious organization of space in the structure of White lake.*

Архитектурный проект студии ландшафтного дизайна «ЖИВОЕ ПРОСТРАНСТВО» – это проект общественного здания с комплексным благоустройством прилегающей территории парка «Белое озеро» и малыми архитектурными формами, обеспечивающими альтернативную замену традиционным источникам энергии.

Целью данного проекта является создание качественной, комфортной и экологически чистой архитектуры для Сибирского региона РФ, а именно создание знакового и универсального общественного здания с малой функцией в садово-парковой зоне г. Томска. Предполагаются решения динамично-пространственных и планировочных задач, новой генерации коммерческого предприятия с учётом современных тенденций в архитектуре, продвижения альтернативных источников энергии, художественной выразительности, технологичности и экономической целесообразности объектов.

Проект выполняется в г. Томске на территории парка «Белое озеро» в рамках графика учебного процесса по дисциплине «Архитектурное проектирование» на втором курсе. Данный район

проектирования является исторической средой и особо охраняемой природной территорией. Для транспортных потоков предусмотрены велосипедные дорожки, велосипедная и автомобильная парковки. Для пешеходных потоков всех групп населения предусмотрены дорожки транзитного использования, а также прогулочные дорожки с точками доступа Wi-Fi.

Структура облика здания дизайн-студии «ЖИВОЕ ПРОСТРАНСТВО» представляет собой объёмную композицию, основной объём которой поднят над уровнем земли на 1,2 м, что визуально придаёт зданию воздушность и допускает сохранение озеленения под зданием, делает его более гармонично вписанным в ландшафт. Вместе с тем, основной объём фасадов выполнен из самозатемняемого стекла INT GLASS (может проецировать на своей поверхности графические изображения и тексты), способствующего реализации того же эффекта. Жёсткий железобетонный каркас формирует несущую конструкцию, что позволит применить ленточное остекление по большей части периметра фасада, тем самым выполняя особенную художественную функцию. С юго-восточной стороны фасада располагается пандус эргономичной формы со специальной поверхностью, предназначенной для комфортного использования всеми группами населения в условиях сибирского климата.

Внутренний объём здания делится на две части: творческая мастерская и техническая часть. В зоне творческой мастерской имеется внутреннее зонирование, выполненное посредством обеспечения перепада высотных отметок и применения различных материалов пола. Санитарно-техническая зона расположена симметрично относительно поперечной оси здания и отделена стеной-лоджией, за которой располагаются складские стеллажи. Также в зоне хранения имеется гардероб с личными ящиками работников, а также гардероб для посетителей. Непосредственно в техническом помещении симметрично относительно друг друга расположена система фильтрации, хранения и нагрева дождевой воды и система био-переработки отходов. Вкупе с альтернативными источниками энергии это даёт зданию полную автономность, независимость относительно городского электро- и водоснабжения и скорую окупаемость в сравнении со зданиями подобного типа.

Внутренние пространства также включают в себя объекты зелёной архитектуры (по периметру творческой мастерской), которые связывают интерьер с экстерьером. Таким образом, газон, который виден не только за остеклёнными стенами, но и снаружи здания, проводит связь между окружающей средой и пространством внутри дизайн-студии. Объекты визуального восприятия и тактильного доступа также гармонируют с природой.

Проект раскрывает возможности гармоничной организации пространства в структуре Белого озера, многоплановость, разнообразие углов зрительного восприятия и лаконизм образного решения. Данная типологическая модель создаёт качественно новое общественное пространство с многофункциональным использованием и привлечением разных групп населения с целью разработки и осуществления проектов.

Состав проекта: генеральный план г. Томска, ситуационная схема, генеральные планы участка М 1:1000, схемы зонирования, освещения, озеленения, движения транспортно-пешеходных потоков, технико-экономические показатели, фасады здания М 1:50, 1:100, план этажа М 1:100, перспективные изображения объекта, разрезы (продольные, поперечные) М 1:100, детали.

Технико-экономические показатели:

площадь участка – 2650 м²

площадь застройки – 384 м²

площадь твердого покрытия – 1114 м²

площадь озеленения – 1736 м²

общая площадь здания – 310 м²

рабочая площадь – 208,7 м²

вспомогательная площадь – 101,3 м²

строительный объем здания – 1240 м³.



Рис. 1. Графическое изображение конкурсного проекта «Студия ландшафтного дизайна «Живое пространство», автор проекта А.В. Яценко, руководитель старший преподаватель М.Б. Тельцов

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV 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

