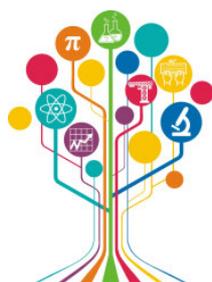


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

**Том 6. Строительство и архитектура**

Сборник научных трудов  
XIX Международной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых  
26–29 апреля 2022 г.

# PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

**Volume 6. Construction and architecture**

Abstracts  
XIX International Conference of students, graduate students  
and young scientists  
April 26–29, 2022



Национальный  
исследовательский  
**Томский  
государственный  
университет**



Томск 2022

УДК 501:004 (063)  
ББК 72:32.81л0  
П27

**Перспективы развития фундаментальных наук** : сборник трудов XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 26–29 апреля 2022 г.) : в 7 томах. Том 6. Строительство и архитектура / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 128 с.

ISBN 978-5-4387-1087-5 (т. 6)

ISBN 978-5-4387-1081-3

Сборник содержит труды участников XIX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук», представленные на секции «Строительство и архитектура».

Предназначен для студентов, аспирантов, молодых ученых и преподавателей, специализирующихся в области технологии строительства, строительных материалов, изделий и конструкций, нанотехнологий в строительстве, электротехники и электромеханики, машиноведения и механики, инженерной геологии, методики архитектурного проектирования, теории и истории архитектуры, реставрации и реконструкции архитектурного наследия, а также дизайна архитектурной среды.

**УДК 501:004 (063)**  
**ББК 72:32.81л0**

*Редакционная коллегия*

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

ISBN 978-5-4387-1087-5 (т. 6)  
ISBN 978-5-4387-1081-3

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2022

# Tomsk International Science Program (TISP) «Molecular engineering»



The program is related to biological systems engineering. With the application of the concepts and methods of biology (and, secondly, physics, chemistry, mathematics and computer science) to solve actual problems related to the sciences of living organisms or their applications, using analytical and synthetic methodologies of engineering. Biological engineering mainly uses the rapidly developing field of molecular biology and chemoinformatics to study and develop the applications of living organisms.

Studying under this educational program is carried out in the form of full-time studying, including online studying and distance learning technologies. The program is based on problem-based learning (PBL) approach, which is more effective than traditional way of education. Students will actively acquire knowledge and skills needed for your career prospects, your future. With PBL, students are solving complex, interdisciplinary and real-life academic problems.

**Full-time form of education**

**Duration of study - 4 years**

**Areas of professional activity: healthcare, food industry, chemical, chemical-technological production, cross-cutting professional activities in industry**

**Study language - English**

**Tuition fees:** 289,510 rubles a year

**Admission exams:** 2 exams, of which mathematics (mandatory) and a choice of chemistry, physics or computer science. Taking exams online from January to August 2022

**Program Application Deadlines:** January 10 - August 20, 2022. **Application Link** <https://admissions.tsu.ru/>

**Objective of the program:** Training of a specialist in the field of molecular engineering, capable of conducting applied research focused on development for a specific task of the enterprise. The program is aimed at training specialists with good mathematical, chemical, biological and IT fundamental background.

**Basic disciplines:** chemistry, biology, bioinformatics, biochemistry, mathematics, computer science and basic programming, metabolomics, organic synthesis, biomaterials science, applied medical biotechnology, large workshop on medical biotechnology.

**The objects of professional activity of graduates are:** microorganisms, cellular structures of animals and plants, viruses, enzymes, biologically active chemicals; devices and equipment for studying the properties of used microorganisms, cellular structures and substances obtained with their help in laboratory and industrial conditions; plants and equipment for biotechnological processes; means of quality control of raw materials, semi-finished products and finished products. The field of activity of graduates extends from the creation of artificial organs using technical means or the search for ways to grow organs and tissues using regenerative medicine methods to compensate for reduced or lost physiological functions (biomedical engineering) and to the development of genetically modified organisms, for example, agricultural plants and animals (genetic engineering), as well as molecular design of compounds with desired properties (chemoinformatics, protein engineering, engineering enzymology).

**Places for internships for students and subsequent employment of graduates:**

Pharmaceutical companies, biotechnology companies, Research Medical Centers, scientific laboratories. Graduates of the undergraduate program can continue their studies at the master's program at TSU or other universities. From the 4th year there is a selection for the double degree program (TSU-France, ParisTech University) «Translational chemical and biomedical technologies» of the master's level.



tisp\_tsu



tisp.tsu



tsuTISP

[tisp.tsu.ru/apply/](https://tisp.tsu.ru/apply/)



## АВТОНОМНАЯ МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА «ТРАНСЛЯЦИОННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ И БИМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»



Химический  
факультет



САЕ Институт «Умные  
материалы и технологии»

Направление подготовки	Химия
Факультет	Химический факультет
Форма обучения	Смешанный формат обучения
Продолжительность программы	2 года
Язык обучения	Русский
Бюджетные места	20

### Условия приёма

Приём на первый курс магистратуры проводится на конкурсной основе по заявлениям лиц, имеющих высшее образование. Победители и призеры олимпиад («Магистр ТГУ»), «Химия биотехнологий», («Я - профессионал») имеют возможность получить максимальный балл за вступительный экзамен.

**Вступительные испытания:** экзамен по химии, собеседование.

Магистерская программа включает возможность обучения по программе двойного диплома совместно с университетом Chimie ParisTech (Франция). За период обучения по одной программе магистратуры можно получить дипломы двух Университетов, углублено освоить курсы химической технологии и инженерии материалов.

### КЛЮЧЕВЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ПРОГРАММЫ

Основы общей иммунологии	Введение в медицинскую биологическую химию	Молекулярные методы в биомедицинских исследованиях
Основы клеточной биологии и диагностики клеточных систем	Химические технологии в медицине	Основы биоинформатики
Физико-химические методы анализа органических соединений и фармацевтических субстанций	Биоматериаловедение	Прикладная биоинформатика
		Молекулярная онкология

### Магистратура «Трансляционные химические и биомедицинские технологии» – ЭТО:

- междисциплинарные знания на стыке химии, биологии, фармакологии, клеточной и молекулярной биомедицины
- компетенции по проведению доклинических и клинических испытаний, разработка технологического регламента, сертификации, маркетингу и малотоннажному производству продукта
- стажировки в ведущих мировых университетах
- диплом международного уровня
- работа с новыми технологиями
- освоение полного цикла получения продукта: синтез-исследование, доклинические исследования, сертификация, маркетинг

### КОНТАКТЫ

Менеджер программы: **Шаповалова Елена**, +7 (953) 928 15 49, [egshapovalova@yandex.ru](mailto:egshapovalova@yandex.ru)  
Заявки оставляйте на сайте: [chembiomed.ru](http://chembiomed.ru) или через telegram-бота @smfi\_tsu\_bot

[chembiomed.ru](http://chembiomed.ru) [chembiomed](https://t.me/chembiomed)



### ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОГРАММЫ

- Обучение на базе научных центров ТГУ и Томского НИЦМ, университетов Гейдельберга и Мюнстера (Германия)
- Ведущие зарубежные и российские специалисты
- Индивидуальная образовательная траектория
- Более 30% учебных дисциплин составляют курсы по выбору
- Виртуальные лаборатории Labster (Технический университет Дании)
- Востребованность специалистов по трансляционным химическим и биомедицинским технологиям

### ВЕДУЩИЕ ПРЕПОДАВАТЕЛИ



**Куркина Ирина Александровна**  
Руководитель магистерской программы;  
д.ф.-м.н., доцент, заведующая базовой кафедрой природных соединений, фармацевтической и медицинской химии ХФ ТГУ, зам. заведующего лабораторией трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины, НИ ТГУ, Томск, Россия.



**Клышкова Юлия Георгиевна**  
Соруководитель магистерской программы;  
д.б.н., профессор, зав. лабораторией трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины, НИ ТГУ, Томск, Россия.  
Университет Гейдельберга, Медицинский факультет, Заведующая Отделом Врожденного Иммуитета и Иммунологической Толерантности Института Трансфузионной Медицины и Иммунологии, Мангейм, Германия.



**Рыбов Вячеслав Валерьевич**  
д.м.н., заместитель директора по научной и лечебной работе НИИ кардиологии Томского НИМЦ, и. о. руководителя отделения неотложной кардиологии, профессор кафедры кардиологии ФПК и ППС СибГМУ, в. н. с. лаборатории трансляционной и клеточной биомедицины НИ ТГУ.



**Чурина Елена Георгиевна**  
д.м.н., профессор кафедры органической химии ХФ ТГУ, врач иммунолог-аллерголог, профессор кафедры патофизиологии СибГМУ, член российской ассоциации аллергологов и клинических иммунологов, Томск, Россия.



**Хайнрих Лотар Альфред**  
д.х.н., в.н.с. лаборатории трансляционной клеточной и молекулярной биомедицины НИ ТГУ, Томск, Россия  
President of marcotech oHG, Honorary professor of the Westphalian Wilhelms University, Muenster. Руководитель блока инновационных материалов для регенеративной медицины, Мюнстер, Германия



Инженер-технолог

Инженер-разработчик

Инженер-исследователь



СОРБЕНТЫ • ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА • НАНОСТРУКТУРНЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ  
ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ • НОВЫЕ ТИПЫ МАТЕРИАЛОВ  
ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНЫЙ КУРС • ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Дополнительная профессиональная образовательная программа профессиональной переподготовки по теме

## «МЕТОДЫ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕРСПЕКТИВНЫХ НАНОСТРУКТУРНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ И СОРБЕНТОВ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА»

- Основана на компетентностном подходе
- Использует вариативно-модульный принцип построения образовательного процесса
- Выбор модуля обеспечивает формирование требуемых профессиональных компетенций
- Содержание программы разработано в соответствии с потребностями предприятий-производителей катализаторов и сорбентов.

Руководитель программы:

**Курзина Ирина Александровна**

Kurzina99@mail.ru

Томский государственный университет

САЕ Институт «Умные материалы и технологии»

г. Томск, пр. Ленина, 36



САЕ Институт «Умные материалы и технологии»



ФОНД ИНФРАСТРУКТУРНЫХ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ  
Группа РОСНАНО

г. Томск

## СОДЕРЖАНИЕ

ПЕНОБЕТОН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ <b>И.Н. Александров</b>	9
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА БЕТОНА С ПОМОЩЬЮ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГРЕЮЩИХ ПРОВОДОВ <b>Д.Д. Вчерашний, К.А. Пьянкова, С.В. Коробков</b>	12
ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ ОПАЛУБКИ НА СКОРОСТЬ НАБОРА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА КОЛОННЫ <b>Д.И. Мокшин, К.С. Гаусс, Р.И. Мокшин</b>	15
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ И ТОРФОВЕРМИКУЛИТОВЫХ ГРАНУЛ <b>Д.С. Горкольцева, Е.Е. Ларина</b>	18
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА ГРУППЫ МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ <b>А.М. Катунин, С.В. Коробков</b>	21
АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ К ВЕЛИЧИНАМ ДОПУСКАЕМЫХ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ РЕЗЕРВУАРОВ <b>А.А. Колядко</b>	24
ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОБЖИГА НА ПРОЧНОСТЬ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВ <b>А.В. Котляр</b>	27
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ <b>У.К. Красько</b>	30
ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ АГЛОПОРИТА <b>Л.О. Криволапова</b>	33
PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CEMENT STONE ON QUARTZ-ASH-CEMENT BINDER <b>I.N. Kuznetsova</b>	36
МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ <b>А.А. Куликова</b>	39
ФОРСИРОВАННЫЙ РАЗОГРЕВ БЕТОНА ТОКОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ <b>С.К. Меньшов, Д.Д. Вчерашний, А.И. Гныря</b>	42
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАБОРА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ КОЛОНН С ПОМОЩЬЮ ОБОГРЕВА ГРЕЮЩИМИ ПРОВОДАМИ <b>Д.И. Мокшин, К.С. Гаусс, Р.И. Мокшин</b>	45
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИРКОНИЕВОЙ КЕРАМИКИ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ <b>С.Н. Мусурмонов, С.В. Мелентьев, В.А. Литвинова</b>	48
ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА <b>В.А. Насыров</b>	51
ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ <b>А.Д. Панфилова, М.В. Шиняева, Э.А. Беляускас</b>	54
ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГРЕВА БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОСТНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ <b>К.А. Пьянкова, С.К. Меньшов, С.В. Коробков</b>	57
ВЛИЯНИЕ МОЛОТОГО ДОМЕННОГО ШЛАКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ <b>К.А. Рыльская</b>	60

ПРОЕКТ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВУАРА С ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ <b>Н.И. Садыков, М.Р. Терегулов</b>	63
ПОЛЕВЫЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЯНАО <b>В.Е. Сивола</b>	66
ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ И СЖАТИИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ БЕТОНОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ МИКРОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА <b>С.Р. Сокольников, А.В. Пузатова</b>	69
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОРАЗОГРЕВ БЕТОННОЙ СМЕСИ. ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА <b>Д.Ю. Сухоруков, Ё.Ш. Гайратов, М.И. Батюк</b>	72
К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ <b>Ю.В. Терехина</b>	75
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ ПОЛИВИНИЛХЛОРИД/АКРИЛОНИТРИЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ <b>К.Р. Хузиахметова, А.М. Исламов, К.Д. Крайсман</b>	78
ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ <b>Е.А. Чайкин</b>	81
КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ МАЛАЯ АРХИТЕКТУРНАЯ ФОРМА «UNIQIO BRITIAN-STONENENGE 3000» <b>А.А. Абросимова</b>	84
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ <b>Д.Д. Гоголь, А.Д. Никитин</b>	87
КОНЦЕПЦИЯ МАЛОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ В ПАРКОВОЙ ЗОНЕ ТОМСКА «ЭКОЛОГИЯ И КОМФОРТ» <b>С.А. Кашенко, Е.И. Козырева, У.В. Надёжина</b>	90
АНАЛИЗ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АБАКАНА <b>А.А. Крещук, А.С. Ковалева</b>	92
КРИТЕРИИ СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ УНИВЕРСИТЕТСКИХ КАМПУСОВ В ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЕ ГОРОДА <b>К.А. Максимова</b>	95
АГЛОМЕРАЦИИ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ <b>Л.В. Морозова</b>	98
РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ <b>Д.А. Мурехина</b>	101
ПРИНЦИПЫ ДРЕВНЕГО ЗОДЧЕСТВА В ФУТУРИСТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЕ <b>У.В. Надежина, Т.О. Плотникова</b>	104
СПАССКИЙ ТРАКТ КАК ЧАСТЬ МОСКОВСКО-СИБИРСКОГО ТРАКТА ТОМСКИЙ РАЙОН ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ <b>С.Д. Пугачева</b>	107
ПРОБЛЕМЫ ЖИЗНИ В ПЕРИФЕРИЙНЫХ РАЙОНАХ ЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПЕРЕЕЗДОМ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ <b>Д.О. Ромашова, Д.Е. Якимова</b>	110
ПРОБЛЕМА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ <b>О.В. Сазонкина, Е.Е. Степаниденко</b>	113
КЛАССИФИКАЦИЯ ТУРИСТОВ НА ЧУЙСКОМ ТРАКТЕ <b>К.О. Северина</b>	116
МОДЕРНИЗАЦИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ СБОРА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ <b>А.Р. Троицкая, Э.Р. Эминова, Е.А. Исайкина, Д.И. Аносова</b>	119

## РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

**А.А. Чусовитина**

122

ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ  
ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**Э. Р. Эминова**

125

УДК 691.327.333

## ПЕНОБЕТОН С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

И.Н. Александров

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [lwanjou7@gmail.com](mailto:lwanjou7@gmail.com)

## FOAM CONCRETE USING POROUS AGGREGATES

I.N. Alexandrov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. A.B. Steshenko

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

E-mail: [lwanjou7@gmail.com](mailto:lwanjou7@gmail.com)

**Abstract.** *In connection with the increase in the construction of low-rise housing, the need for energy-efficient building materials with high performance properties is increasing. One of the promising building materials in this category is naturally hardened foam concrete. Improving the properties of non-autoclaved foam concrete is proposed to be achieved by using porous aggregates from natural raw materials, such as expanded clay sand and expanded vermiculite. The introduction of expanded clay sand instead of quartz sand in an amount of 5% by volume leads to an increase in compressive strength by 37% at 28 days of age compared to the control composition.*

**Введение.** За последние 2-3 года увеличился процент строительства малоэтажного жилья. Период пандемии показал, что люди стремятся жить в частных домах. Современные нормы и правила эксплуатации зданий подталкивают строителей использовать энергоэффективные строительные материалы с высокими эксплуатационными характеристиками. Таковым строительным материалом является – пенобетон естественного твердения. Технология изготовления пенобетона естественного твердения позволяет регулировать марку по средней плотности, как в заводских условиях, так и на строительной площадке. Наиболее востребованными марками по средней плотности на рынке являются D500-D600. В соответствии с национальным стандартом ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» коэффициенты теплопроводности данных бетонов в сухом состоянии не должны превышать 0,15–0,17 Вт/(м·°С). Эффективность теплозащиты ограждающих конструкций зданий из пенобетона зависит от характеристик пористой структуры: от содержания, размеров и равномерности распределения пор и влажности [1]. В цементном пенобетоне межпоровые перегородки состоят преимущественно из цементного камня и заполнителя. Для достижения низких значений коэффициента теплопроводности пенобетона цементно-песчаную матрицу необходимо максимально насыщать воздушными порами при сохранении прочности перегородок. Этого возможно добиться путем создания пены с размерами пор, обеспечивающими плотную упаковку, т.е. путем насыщения цементно-песчаных перегородок микропорами при одновременном повышении прочности цементного камня [2]. Такую задачу можно решить введением в пенобетонную смесь модифицирующих добавок, ускоряющих твердение и повышающих прочность цементной матрицы, а также введением пористых активных минеральных

добавок. Для повышения прочности цементной матрицы вводят водоредуцирующие добавки, ускорители твердения [3]. Для уменьшения теплопроводности благодаря увеличению микропор и сохранению прочности межпоровых перегородок при приготовлении смесей вводят пористые активные минеральные добавки: микрокремнезем, золы уноса, термомодифицированный торф [4, 5]. В качестве пористых добавок для изготовления пенобетона требуемого уровня и стабильности качества рекомендуется использовать заполнители из природного сырья. По результатам анализа литературных данных для повышения прочностных и теплозащитных характеристик пенобетона нами предложено в качестве пористых добавок использовать керамзитовый песок и вспученный вермикулит.

**Цель исследования:** определение влияния пористых заполнителей на прочностные характеристики пенобетонной смеси для монолитного строительства малоэтажных зданий.

**Экспериментальная часть.** В данной работе в качестве сырьевых компонентов использовались: портландцемент Ачинского цементного завода (ГОСТ 10178-85) продукция ПЦ 500-Д0-Н, в качестве мелкого заполнителя использовался песок Кудровского месторождения с модулем крупности 1.8 (ГОСТ 8736-2014). Использовалась водопроводная вода (ГОСТ Р 51232-98). В качестве пенообразующей добавки использовался синтетический пенообразователь «Штайнберг ZELLE-1», с кратностью пены 7 и стойкостью 250 с (ТУ 20.59.59-002-45419370-2018), (производитель ООО «Штайнберг Хеми»). В качестве пористых заполнителей в работе использовались: керамзитовый песок фр. 0-5 мм и насыпной плотности 742 кг/м<sup>3</sup> производства завода ООО «ЗКПД ТДСК» (ГОСТ 9757-90), а также вспученный вермикулит фр. 0.5 мм и насыпной плотности 245 кг/м<sup>3</sup>, производитель ООО «Сибирский экологический вермикулит». Пористые заполнители вводились в состав пенобетонной смеси взамен кварцевого песка в количестве 5% по объему.

Физико-механические свойства пенобетона определялись в соответствии с требованиями следующих стандартов: предел прочности на сжатие по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»; средняя плотность по ГОСТ 12730.1-78 «Бетон ячеистый. Методы определения плотности».

Приготовление пенобетонной смеси производилось по одностадийной технологии с применением высокоскоростного смесителя для приготовления ячеистых бетонов. С учетом результатов оптимизации технологических режимов приготовления пенобетонной смеси в лабораторном смесителе был разработан базовый (контрольный) состав пенобетона, приведенный в табл. 3. Отформованные образцы пенобетона выдерживались до испытаний при температуре 20±2 °С и относительной влажности воздуха не менее 90–100%. Испытание и оценка качества пенобетона проводились по ГОСТ 25485–2019.

Таблица 1

Разработанные составы пенобетона

Вид пенобетона	Цемент, кг	Кварцевый песок, кг	Вода, л	ПО, л	Керамзитовый песок, кг	Вермикулит, кг
Контрольный	300	165	223	1.6	-	-
Керамзитовый песок 5%	300	111	240	1.6	29	-
Вермикулит 5%	300	111	250	1.6	-	8

**Результаты.** Результаты по влиянию пористых заполнителей на прочность пенобетона в возрасте 7 и 28 суток твердения в естественных условиях представлены на рис. 1. Использование керамзитового песка приводит к повышению прочности на сжатие на 50% и 37% в возрасте 7 и 28 суток твердения соответственно по сравнению с контрольным составом. При этом средняя плотность пенобетона в сухом состоянии на 30 кг меньше. Применение вспученного вермикулита приводит к снижению прочности на сжатие на 17% и 11% в 28-суточном возрасте по сравнению с контрольным составом.

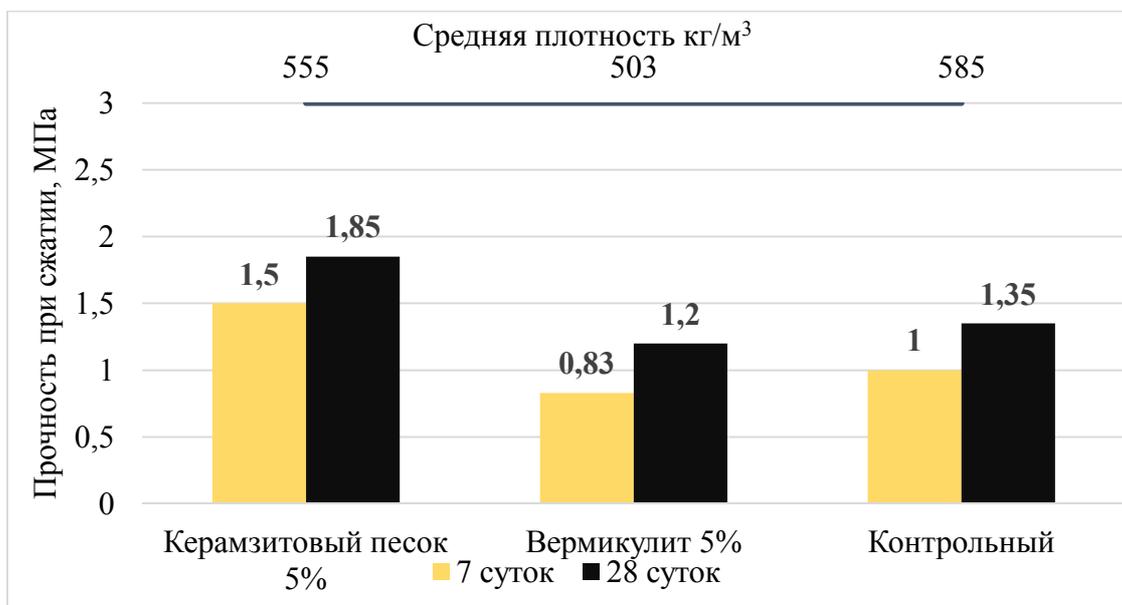


Рис. 1. Свойства пенобетона

**Заключение.** По результатам исследований установлено, что наиболее эффективным пористым заполнителем, обеспечивающим наибольшую прочность пенобетона, является керамзитовый песок в количестве 5% по объему взамен кварцевого песка.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стешенко А.Б., Кудряков А.И. Раннее структурообразование пенобетонной смеси с модифицирующей добавкой // Инженерно-строительный журнал. – 2015. № 2(54). – С. 56–62.
2. Лундышев И.А. Комплексное применение монолитного пенобетона при строительстве в труднодоступных районах добычи энергоресурсов // Инженерно-строительный журнал. – 2009. – №4. – С. 16-19.
3. Зоткин А.Г. Бетоны с эффективными добавками: уч.-практич. пособие. – М.; Вологда: Изд. Инфра-Инженерия, 2014. – 160 с.
4. Стешенко А.Б., Кудряков А.И. Пенобетон с пластифицирующими и микроармирующими добавками // «ALITinform» Международное аналитическое обозрение. – 2018. – № 3 (52). – С. 26–40.
5. Kudyakov A.I., Steshenko A.B., A.S. Simakova, Latypov A.D. Methods of introduction of glyoxal-containing additives into foam concrete mixture // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – № 597. – P. 012037.

УДК 693.547.32.2

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРООБОГРЕВА БЕТОНА  
СПОМОЩЬЮ ИЗОЛИРОВАННЫХ ГРЕЮЩИХ ПРОВОДОВ**Д.Д. Вчерашний, К.А. Пьянкова, С.В. Коробков

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: topworld1337@gmail.com

**LABORATORY STUDIES OF ELECTRICAL HEATING CONDITIONS OF  
CONCRETE USING INSULATED HEATING WIRES**D.D. Vcherasnii, K.A. Piankova, S.V. Korobkov

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

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

E-mail: topworld1337@gmail.com

***Abstract.** Experimental tests were carried out in laboratory conditions to check theoretical calculations to the actual conditions for selecting the electrical heating mode using insulated wires, as well as to set the temperature mode and fix temperature fields in the concrete body with subsequent procedures for calculating strength and quality studies. It was found that the average strength of concrete cubes was 28.08 MPa. Thus, the proposed mode of electric heating of concrete provided 80.2% of R28 after 48 hours, which meets the requirements of 80% of the design according to SP 70.13330.2012.*

**Введение.** В настоящее время, направление разработки технологий производства бетонных работ в зимнее время, является наиболее сложным. Получение требуемых физико-механических характеристик, возможно только при использовании различных способов обогрева бетонных смесей [1–3]. Основной задачей является повышение прочности бетона, которая в свою очередь зависит от разного рода факторов: режимов тепловой обработки, способов приготовления, состава структуры цементного камня и т.д. Для проверки теоретических расчетов к реальным условиям выбора режима электрообогрева с использованием изолированных греющих проводов были проведены экспериментальные исследования в лабораторных условиях.

**Экспериментальная часть.** Для моделирования электрообогрева бетона с использованием изолированных греющих проводов была создана экспериментальная установка, имитирующая участок монолитного железобетонного перекрытия толщиной 250 мм.

Модель представляла собой прямоугольный участок размером в плане 0,6×1,2 м, ограниченный со всех сторон опалубкой из доски толщиной 40 мм. В качестве модели бетонной смеси выступает мелкозернистый и крупнозернистый песок. Согласно требованиям СП 70.13330.2012 бетонная смесь должна укладываться на отогретое основание, поэтому опалубка устанавливалась на слой теплоизоляционного материала (плита «Пеноплекс») толщиной 50 мм. По периметру опалубка утеплялась пенополистиролом толщиной 100 мм. Сверху модель через слой гидроизоляции укрывалась слоем утеплителя толщиной 50 мм.

В качестве греющего провода использовался провод марки ПНСВ-1,6 со стальной жилой диаметром 1,6 мм в полиэтиленовой изоляции толщиной 0,8 мм.

Греющий провод располагался в нижнем сечении «плиты перекрытия» и укладывался по нижней арматурной сетке с шагом 150 мм. Крепление греющего провода к арматурной сетке осуществлялось вязальной проволокой. Геометрическая модель экспериментальной установки представлена рисунке 1.

Для осуществления подачи питания греющих проводов в испытываемых сечениях, был применен автотрансформатор марки РНО-250-5 с последовательным изменением напряжения переменного тока со значениями от 50 до 60 Гц. Выходное напряжение автотрансформатора возможно регулировать на 2-х входах - от 0 В до 250 В; максимальный ток регулятора на выходе – 12 А/20 А; при это мощность составляет – до 5 кВт.

Концы греющего провода присоединялись с помощью холодных скруток к выводам силового кабеля типа ВВГ сечением 3×2,5 мм<sup>2</sup> с медной жилой в ПВХ изоляции. Места скруток изолировались лентой ПВХ. Длина выводов определялись из расчета обеспечения коммутации нагревателей. Выводы из песка располагались с открытой стороны конструкций, а узлы соединений тщательно изолировались и обязательно погружались в песок на глубину 50–80 мм.

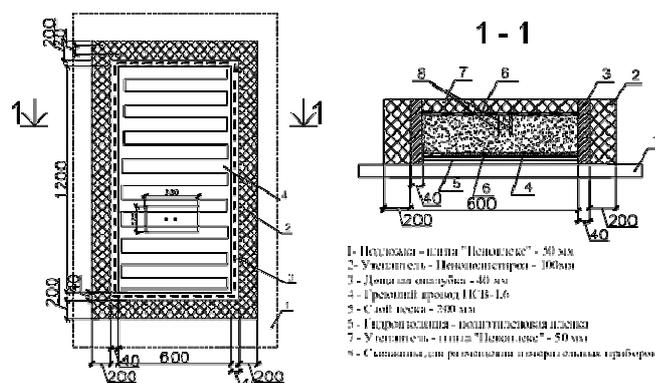


Рис. 1. Геометрическая модель экспериментальной установки

Для фиксирования данных в процессе набора прочности бетона по температуре его выдерживания, были изготовлены образцы, в геометрической проекции представляющие кубы. Структура кубов состоит из мелкозернистого бетона класса В25 на основе вяжущего портландцемента марки М400. Размеры кубов составляют 100×100×100 мм. Далее изготовленные образцы были установлены в тело прогреваемого объема «плиты перекрытия» из песка.

Локальная температура на поверхности песка, а также на поверхности бетонных образцов измерялась при помощи пирометра «АКИП 9302», температура в середине бетонных образцов измерялась при помощи термоэлектрических преобразователей (термопар). Термопары были выполнены из хромель-капеля диаметром 0,5 мм. Термопары соединялись с регистратором температур «ТЕПЛОГРАФ» через универсальный многоканальный адаптер термопар «Терем-4,0» на 48 каналов. В свою очередь регистратор температур «ТЕПЛОГРАФ» соединялся с компьютером.

Сводный график изменения средней температуры по объему экспериментальной установки приведен на рисунке 2. Согласно графикам набора прочности при средней температуре электрообогрева +(40÷45) °С и последующего остывания ожидаемая прочность бетона класса В25 образцов-кубиков составит 80% от проектной прочности.

В результате завершения процесса остывания, изготовленные образцы-кубики извлекались из экспериментальной установки для дальнейшего проведения испытаний на прочность.

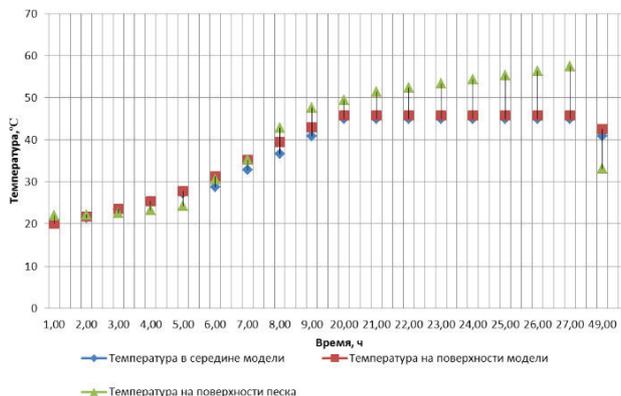


Рис. 2. Сводный график изменения температуры по объему экспериментальной установки

**Результаты.** Для определения прочностных показателей, образцы были испытаны в лаборатории ТГАСУ с использованием прессы П – 250М. Данные по полученным результатам о проведенных испытаниях предоставлены в таблице 1. Анализируя данные по прочности, полученные аналитическим путем из графиков нарастания прочности и результаты, полученные разрушающим методом, можно сказать, что они сопоставимы.

Таблица 1

Прочность бетонных образцов-кубиков

№ образца	Предел прочности при сжатии, МПа	Среднее значение, МПа	% прочности от марочной В25 (М350)
1	26,8	28,08	80,2
2	28,4		
3	28,3		
4	27,7		
5	29,1		
6	28,2		

**Заключение.** В результате проведенных исследований, можно сказать о том, что использование методики компьютерного температурно-прочностного контроля дает возможность осуществлять контроль за нарастанием прочности бетона в процессе строительства непосредственно на объектах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гныря А.И., Коробков С.В. Технология бетонных работ в зимних условиях: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2011. – 412 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: Издательство АСВ, 2002. – 500 с.
3. Gnyrya A.I, Korobkov S.V, Gaag I.E. Numerical solution of the thermal problem for electric heating of concrete structures in winter // E3S Web of Conferences. – 2021. – Vol. 258. – P. 09048 (1–10).

УДК 004.94

**ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ УТЕПЛИТЕЛЯ ОПАЛУБКИ НА СКОРОСТЬ НАБОРА ПРОЧНОСТИ  
БЕТОНА КОЛОННЫ**

Д.И. Мокшин, К.С. Гаусс, Р.И. Мокшин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Д.И. Мокшин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [i2ii@bk.ru](mailto:i2ii@bk.ru)

**INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE FORMWORK INSULATION ON THE RATE  
OF STRENGTH GAIN OF THE CONCRETE COLUMN**

D.I. Mokshin, K.S. Gauss, R.I. Mokshin

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor D.I. Mokshin

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

E-mail: [i2ii@bk.ru](mailto:i2ii@bk.ru)

***Abstract.** This article presents the results of a study of the thickness of the insulation on the rate of concrete strength gain. The temperature fields of the structure were studied and graphs of temperature changes along the cross-section of the structure were constructed during the holding of concrete for 72 hours.*

**Введение.** В зимнее время, в процессе бетонирования возникает главная проблема – низкая температура окружающей среды. Если в процессе выдерживания бетона допустить его промерзание это приведет к снижению его физико-механических характеристик. Чтобы этого избежать существует огромное множество методов выдерживания бетона в зимних условиях, одним из которых является метод «Термоса».

Основной задачей данного метода является рассчитать толщину утеплителя для сохранения теплоты в теле бетона до момента достижения им критической прочности. Следует отметить, что не все конструкции подходят для использования метода «Термос». В большей мере он применим для массивных конструкций и конструкций с малой площадью охлаждения.

**Экспериментальная часть.** Для исследований была выбрана колонна с распространенными размерами в гражданском строительстве, а именно 300x300x2800 мм. Сперва необходимо было построить модель с сеткой конечных элементов. Далее необходимо было решить задачу по распределению температурных полей по сечению конструкции. После этого определить прочность бетона на каждом этапе его твердения в течении 7 суток (с интервалом в два часа). Начальные условия были заданы следующие: температура окружающей среды минус 6 °С; скорость ветра 4 м/с (27 Вт/К м<sup>2</sup>); начальная температура бетонной смеси при укладке +80 °С. Класс бетона – В30.

В данной работе использовались две расчетные модели. В первой модели бетон от окружающей среды отделял только слой фанеры толщиной 21 мм. Во втором случае был еще один дополнительный слой из утеплителя толщиной 20 мм. Обе модели рассчитывались при одинаковом влиянии внешних факторов окружающей среды и имели одни конструктивные размеры.

Для данної задачі були вибрані наступні характеристики: 1) Плотність сталі = 7850 кг/м<sup>3</sup>. 2) Теплопровідність сталі = 58 Вт/К м. 3) Удельная теплоемкость сталі = 470 Дж/кг К. 4) Теплопроводность бетону = 2,04 Вт/К м. 5) Объемная плотность бетону – 2400 кг/м<sup>3</sup>. 6) Удельная начальная теплоемкость бетону = 840 Дж/кг К.

**Результаты.** Рассмотрим температурные поля по сечению конструкции при выдерживании бетона с начальной температурой бетонной смеси – 80 °С без утепления (рис. 1.а) и с утеплителем толщиной 20 мм (рис. 1.б).

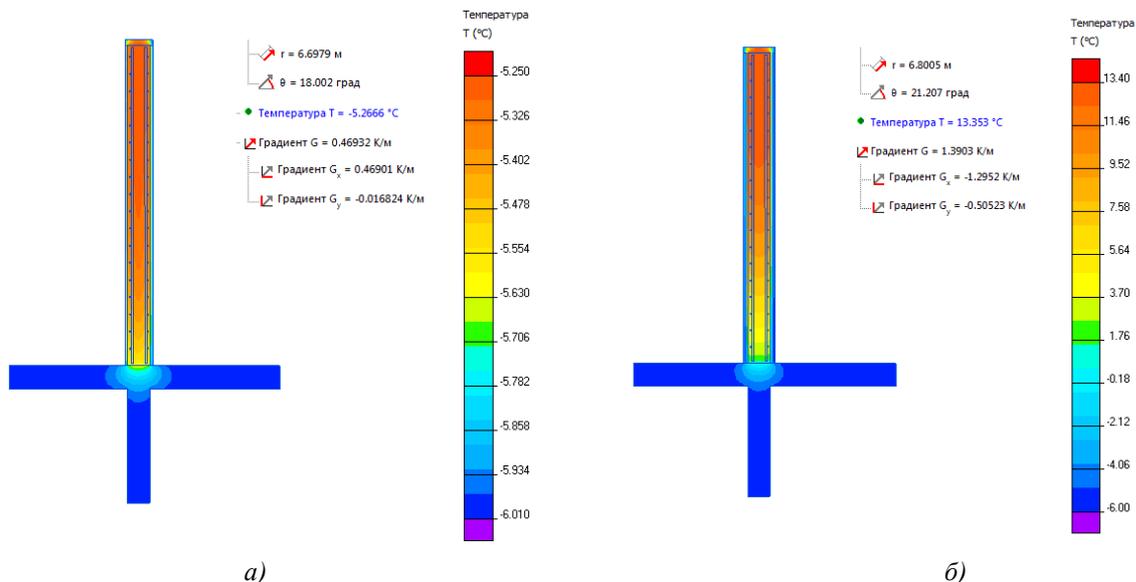


Рис. 1. Температурные поля после 72 часов выдерживания при  $t_{н.в.} = -6^{\circ}\text{C}$ ):

а) без утеплителя; б) с утеплителем толщиной 20 мм

Время исследования составило 72 часа с момента бетонирования и с шагом два часа. Все полученные значения температуры бетонной смеси сведены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение температуры в зависимости от времени

Время, ч	2	4	6	8	10	12	14	16	
Температура, °С	Без утеплителя	67,74	58,72	49,03	40,78	33,77	27,81	22,75	18,46
	С утеплителем	77,63	74,44	71,19	68,03	65,01	62,13	59,36	56,72
Время, ч	18	20	24	26	28	30	32	34	
Температура, °С	Без утеплителя	14,83	11,74	9,12	6,90	5,02	3,42	2,07	0,92
	С утеплителем	54,19	51,76	49,93	47,19	45,04	42,98	40,99	39,08
Время, ч	36	38	40	42	44	46	48	50	
Температура, °С	Без утеплителя	-0,06	-0,88	-1,58	-2,18	-2,68	-3,11	-3,47	-3,77
	С утеплителем	37,24	35,48	33,78	32,15	30,58	29,07	27,62	26,23
Время, ч	52	54	56	58	60	62	64	66	
Температура, °С	Без утеплителя	-4,04	-4,26	-4,44	-4,60	-4,74	-4,85	-4,95	-5,04
	С утеплителем	24,89	23,61	22,38	21,20	20,07	18,98	17,94	16,94
Время, ч	68	70	72	-	-	-	-	-	
Температура, °С	Без утеплителя	-5,11	-5,17	-5,22	-5,27	-	-	-	-
	С утеплителем	15,98	15,07	14,19	-	-	-	-	-
Ср. температура, °С	Без утеплителя	10,26							
	С утеплителем	39,51							

Примечание: начальная температура бетонной смеси составляет 80°C (0 часов) и она включена в расчет средней температуры конструкции в процессе ее выдерживания.

Используя данные табл. 1 была построена график изменения температуры по сечению конструкции-колонны с применением утеплителя (рис. 2.б) и без него (рис. 2.а) и выведена прочность бетона колонны в зависимости от ее средней температуры за весь период выдерживания.

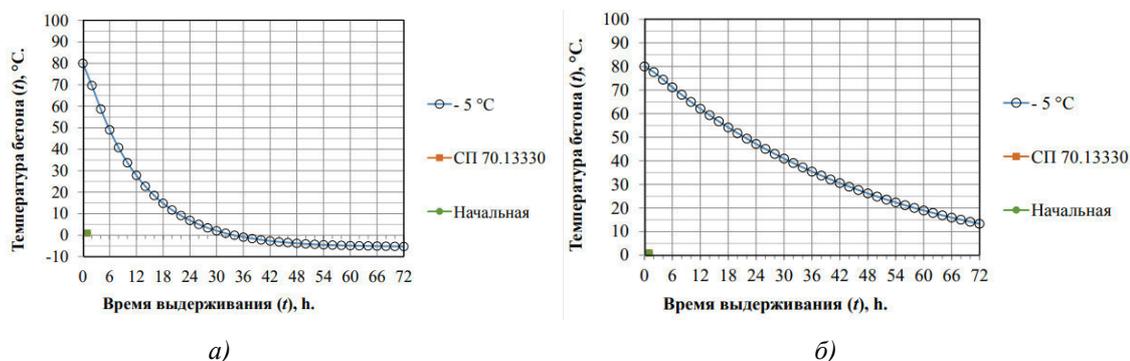


Рис. 2. Температурные поля после 72 часов выдерживания при  $t_{н.в.} = -6^{\circ}\text{C}$ :

а) без утеплителя; б) с утеплителем толщиной 20 мм

Из рис. 2.а видно, как стремительно снижается температура бетонной смеси в обычной опалубке без утеплителя, по графику была определена средняя температура за весь период выдерживания  $t_{б,ср} = 10,26^{\circ}\text{C}$ , бетон заданного класса набирает 37,3 % от  $R_{28}$ , что согласно [1] не позволяет осуществить распалубку конструкции. Отсюда делаем вывод, что за 3 суток бетон не набирает требуемой прочности и требуется дополнительное утепление опалубки.

На рис. 2.б. график более плавный, сказалося наличие утеплителя толщиной 20 мм, средняя температура бетонной смеси повысилась до 39,6 °C. Бетон заданного класса при такой средней температуре набирает 80 % прочности от от  $R_{28}$ , что удовлетворяет условиям [1], не требует дальнейшего выдерживания и разрешает производить распалубочные работы.

**Вывод.** Максимально допустимой начальной температуры бетонной смеси недостаточно для выдерживания бетона данного типа колонны без утеплителя. Рекомендуется использовать современные энергоэффективные материалы для теплоизоляции в составе конструкции опалубки, т.к. это существенно влияет на температуру в теле бетона в процессе его выдерживания методом «Термоса».

Существует ряд преимуществ данного метода выдерживания бетона: низкая себестоимость и простота технологического процесса.

Существует ряд и недостатков этого метода: 1) Неэффективность при особо низких температурах окружающей среды; 2) Невозможность использования для сложных и нетиповых конструкций; 3) Подходит лишь для конструкций с небольшой площадью охлаждения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3).

УДК 691.963

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ  
И ТОРФОВЕРМИКУЛИТОВЫХ ГРАНУЛ**

Д.С. Горкольцева, Е.Е. Ларина

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: gorkoltsevadinar@gmail.com

**STUDY OF THE PROPERTIES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE BASED ON GYPSUM  
BINDERS AND PEAT VERMICULITE GRANULES**

D.S. Gorkoltseva, E.E. Larina

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

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

E-mail: gorkoltsevadinar@gmail.com

**Abstract.** The article presents the results of studies of the physical and mechanical properties of lightweight concrete based on gypsum binders and peat-vermiculite granules. The possibility of producing a composite material based on peat-vermiculite granules and gypsum is considered. In the work, experimental studies have established that with an increase in the particle size of the filler more than 6 mm, it will lead to a decrease in the average strength of the composite.

Эффективная теплозащита зданий и сооружений является основной проблемой в строительной области, поэтому интерес в сфере новых разработок и усовершенствованных технологий производства конкурентноспособных теплоизоляционных строительных материалов для ограждающих систем является важной задачей обеспечивающей успех реализации национальных программ [1-4].

Рынок технической изоляции в 2016 году снизился на 28%, сокращение объемов рынка связано с кризисом в строительной сфере. С 2018 года ситуация на рынке строительной изоляции приказала положительную динамику (рис 1.).



Рис.1. Объем предложения на рынке технической изоляции в 2013-2016 гг. и прогноз на 2017-2021 гг., млн куб. м (в рамках базового сценария развития)

В ранее проведенных работах были исследованы различные способы грануляции торфовеермикулитового материала, установлено, что в независимости от способа грануляции основные физико-механические свойства материала не изменяются, поэтому в дальнейших исследованиях может быть выбран любой из предложенных методов, окатывания или экструзии. Для снижения водопоглощения торфовеермикулитовых гранул до 15-20 %, была применена гидрофобизирующая добавка торговой марки «Аквасил-Н», установлено, что при введении добавки в смесь и при повторной пропитке, прочность материала увеличивается на 20 %. [5].

Проведенный анализ показал эффективность использования гипса для производства легких бетонов теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных материалов [6, 7].

**Целью данного исследования** является разработка технологии изготовления легких бетонов и исследование физико-механических свойств легких бетонов на основе гипсовых вяжущих и торфовеермикулитовых гранул.

Материалы, используемые в работе: торф низинный Асиновского месторождения (Томская область), соответствующий требованиям ГОСТ Р 52067-2003. Вспученный вермикулит фракцией 0,5-1,5, в соответствующий ТУ 5712-091-00281915-2007, разработанный ЗАО «Слюдяная фабрика» (Санкт-Петербург). Строительный гипс марки Г-6, разработанный ООО «Пешеланский гипсовый завод» (г. Арзамас). Вода затворения (ГОСТ 23732–2011).

Следует отметить, что торфовеермикулитовые гранулы в полученном материале являются структурообразующим компонентом. В этой связи были проведены экспериментальные исследования влияния торфовеермикулитовых гранул на физико-механические свойства легкого бетона на основе гипсовых вяжущих, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

*Физико-механические свойства легких бетонов на основе гипсовых вяжущих и торфовеермикулитовых гранул*

Содержание гранул ТВ и гипса, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предел прочности, МПа	
		при изгибе	при сжатии
20/80	1090	3,2	4,6
40/60	840	1,92	2,9
50/50	665	1,1	1,41
60/40	593	0,36	0,70
80/20	450	0,20	0,38

Исходя из полученных данных было установлено, что с увеличением содержания торфовеермикулитовых гранул снижается прочность композита, что объясняется меньшей связанностью волокон в гранулах. Из-за недостатка, гипсового вяжущего уменьшается количество непосредственных контактов частиц торфовеермикулитовых гранул в легком бетоне. Система легкого бетона становится подвижной, что способствует развитию дефектов в объёме затвердевшего образца. При повышении плотности за счёт увеличения количества, вяжущего наблюдается возрастание связанности структуры, то есть повышение прочности. Возникающие при этом усадочные напряжения невелики и компенсируются прочностью пространственного каркаса из вяжущего.

Результаты проведённых исследований позволили определить основные физико-механических свойств легких бетонов на основе гипсовых вяжущих и торфовермикулитовых гранул, в статье рассмотрена возможность производства композиционного материала на основе торфовермикулитовых гранул и гипса. В работе экспериментальными исследованиями установлено, что при увеличении размера частиц заполнителя более 6 мм, приведет к снижению средней прочности композита [8, 9].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копаница Н.О., Кудяков А.И., Ковалева М.А. Теплоизоляционные торфодревесные строительные материалы. – Томск: СТТ, 2009. – С. 183–184.
2. Копаница Н.О., Саркисов Ю.С., Кудяков А.И. Стеновые строительные материалы на основе модифицированных торфов Сибири: монография. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2013. – 295 с.
3. Арбузов М.А., Стефурак Б.И. Перспективы производства теплоизоляционных материалов из торфа // Торфяная промышленность. – 1986. – № 11. – С. 10–12.
4. Концепция охраны и рационального использования торфяных болот России / под ред. Л.И. Инишевой. – Томск: ЦНТИ, 2005. – 76 с.
5. Горколыцева Д.С., Копаница Н.О. Торфовермикулитовые смеси для производства теплоизоляционного гранулированного материала // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – № 23(5). – С. 93–104.
6. Гуюмджян П.П., Ветренко Т.Г., Виталова Н.М. Производство экологически безопасных строительных материалов на основе торфа и гипса // Вестник МГСУ. – 2012. – №1. – С. 94–99.
7. Копаница Н.О. Композиционные строительные материалы на основе модифицированных торфов: Автореф. Дис. ... д-р. техн. наук. – Томск, 2011. – 376 с.
8. Горколыцева, Д.С. Исследование и обоснование компонентного состава теплоизоляционного материала на основе торфа применительно к купольному строительству // Перспективы развития фундаментальных наук: сборник научных трудов XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2019. – С. 40–42.
9. Горколыцева, Д.С., Копаница Н.О. Гранулированный материал из торфовермикулитовой смеси для легких бетонов // Инвестиции, градостроительство, недвижимость как драйверы социально-экономического развития территории и повышения качества жизни населения. – Томск, 2021. – С. 353-358.

УДК 533.6.011.12:697.13

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВНЕШНЕГО ТЕПЛООБМЕНА ГРУППЫ  
МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ**

А.М. Катунин, С.В. Коробков

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

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

**EXPERIMENTAL STUDIES OF EXTERNAL HEAT TRANSFER OF A GROUP OF  
BUILDING MODELS**

A.M. Katunin, S.V. Korobkov

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

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

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

***Abstract.** The article presents the results of experimental studies of the influence of the speed and direction of the air flow, as well as the relative position on the integral external heat transfer of a group of building models. The models under study were square prisms with a relative height  $H/a = 5$ . The external heat transfer was studied only for the model located in the wake behind the model-obstacle in front, while changing the longitudinal distance between them. The wind speed  $U_0$  varied in the range from 9.4 to 28.2 m/s, and its direction  $\varphi$  (angle of attack) was taken as 0 and 45 degrees.*

**Введение.** За последнее десятилетие в современной России объемы строительства высотных и средней этажности зданий увеличиваются. Это позволяет наиболее компактно расположить жилые площадки в городском пространстве. Вместе с тем это приводит к тому, что и плотность застройки городских кварталов увеличивается. Все больший интерес представляет изучение влияния ветровых потоков на внешний теплообмен зданий, расположенных во внутриквартальной застройке.

В настоящее время накоплен большой объем знаний по внешнему конвективному теплообмену одиночных моделей зданий с точки зрения определения величин тепловых потерь и определения коэффициентов теплоотдачи от наружных поверхностей в окружающую среду. Это направление активно развивается научными школами, как в России, так и за рубежом.

Изучая состояние вопроса в этой области выявлено, что работ, посвященных изучению теплообменных процессов при обтекании воздушным потоком групп моделей зданий, мало.

В связи с этим экспериментальные исследования, направленные изучение локального и интегрального теплообмена при обтекании потоком ветра группы моделей зданий, являются актуальными.

**Целью данных исследований** являлось экспериментальное изучение влияния скорости и направления воздушного потока, а также взаимное расположение на интегральный внешний теплообмен группы моделей зданий.

**Экспериментальная часть.** Внешний теплообмен группы моделей зданий исследовался в аэродинамической трубе в лаборатории кафедры ТСП ТГАСУ. Полное описание конструкции моделей и порядок проведения эксперимента приведены в [1, 2]. Экспериментальные модели зданий представляли собой квадратные призмы с относительной высотой  $H/a = 5$ . Внешний теплообмен исследовался только у модели «2», располагавшейся в следе за впереди стоящей моделью-препятствием «1», при этом изменялось продольное расстояние между ними  $L1$ . Скорость ветра  $U_0$  изменялась в диапазоне от 9,4 до 28,2 м/с, а его направление  $\varphi$  (угол атаки) принималось 0 и 45 градусов (рис. 1).

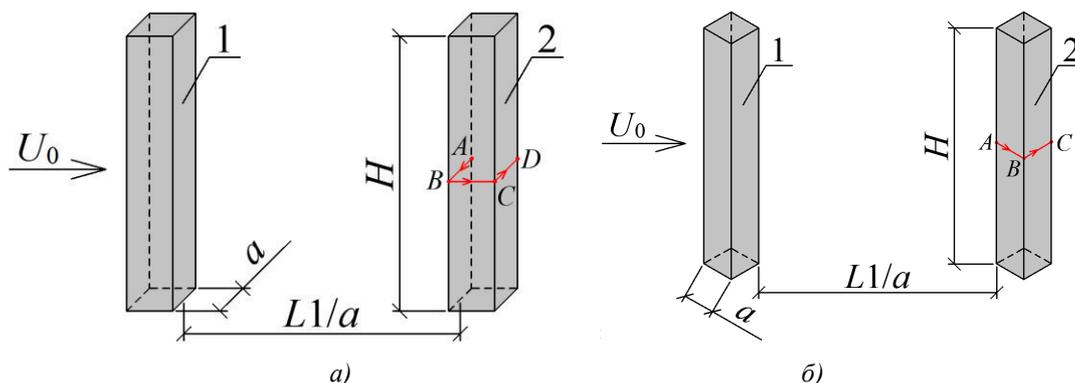


Рис. 1. Схемы расположения экспериментальных моделей в рабочей камере аэродинамической трубы:

а) – угол атаки ветра  $\varphi = 0$  град.; б) – угол атаки ветра  $\varphi = 45$  град.;  $a$  – размер поперечного сечения моделей 30 мм;  $H$  – высота моделей 150 мм

Модели в рабочей камере аэродинамической трубы устанавливались на одной линии по направлению ветрового потока, при этом впереди стоящая модель-препятствие имела температуру ветрового потока (модель «1»), а другая модель нагревалась (модель «2»).

**Результаты.** На рис. 2 приведены графики влияния скорости и направления воздушного потока, а также взаимного расположения на интегральный (от всей поверхности модели) внешний теплообмен модели «2», расположенной в группе моделей зданий.

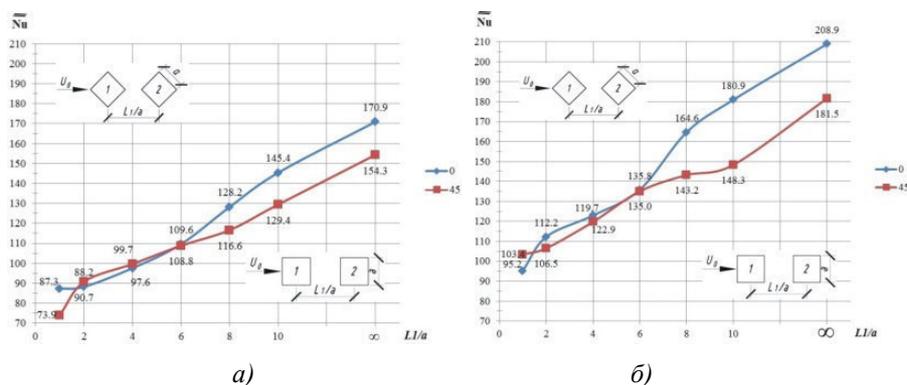


Рис. 2. Графики влияния скорости и направления воздушного потока, а также взаимного расположения ( $L1/a$ ) на интегральный внешний теплообмен модели «2» высотой  $H/a=5$ : а) –  $U_0 = 9,4$  м/с; б) –  $U_0 = 28,2$  м/с;  $\varphi = 0$  и  $45$  град

Из анализа графиков, представленных на рис. 2 видно, что не зависимо от угла атаки  $\varphi$  и увеличения продольного расстояния между моделями  $L1$  с ростом скорости ветра в 3 раза теплоотдача испытуемой модели «2» увеличилась на 20÷25%.

Не зависимо от угла атаки  $\varphi$  и скорости ветра увеличение продольного расстояния между моделями приводит к росту теплоотдачи испытуемой модели «2». Причем видно, что при угле атаки  $\varphi = 0^\circ$  и  $45^\circ$  показатели теплоотдачи модели «2» до калибра  $L1/a = 6$  имеют практически равные значения, а с увеличением этого расстояния, показатели теплоотдачи при  $\varphi = 0^\circ$  превышают значения при  $\varphi = 45^\circ$  и разница составляет 9,4÷13,1 %. Это можно объяснить тем, что до шестого калибра исследуемая модель «2» находится в зоне отрыва потока воздуха от модели-препятствия «1». С увеличением калибра модель «2» начинает выходить из зоны влияния модели «1» и картина обтекания ее потоком воздуха постепенно приближается как для одиночной модели ( $L1/a = \infty$ ). В общем можно заметить, что увеличение калибра (или продольного расстояния) с  $L1/a = 1$  до  $L1/a = \infty$  приводит к увеличению интегрального теплообмена исследуемой модели «2» на 26÷56 %.

При угле атаки ветра  $\varphi = 0^\circ$  значения интегрального теплообмена модели «2» выше, чем при угле атаки  $\varphi = 45^\circ$ . Это объясняется тем, что при угле атаки  $\varphi = 0^\circ$  лобовая и две боковые грани модели «2» находятся в вихревой зоне, в то время как при  $\varphi = 45^\circ$  влияние вихревой зоны распространяется только на две передние грани.

**Заклучение.** В результате проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

1. Скорость ветра оказывает существенное влияние на увеличение интегрального теплообмена исследуемой модели, расположенной за моделью-препятствием не зависимо от угла его атаки и взаимного удаления между моделями  $L1$ .
2. При выходе исследуемой модели «2» из зоны влияния впередстоящей модели-препятствия «1» ( $L1/a > 6$ ) значения интегрального теплообмена при угле атаки ветра  $\varphi = 0^\circ$  выше, чем при угле атаки  $\varphi = 45^\circ$ .
3. Увеличение калибра  $L1/a$  между моделями приводит к увеличению интегрального внешнего теплообмена исследуемой модели «2», значения которого стремятся к теплообмену одиночно-стоящей модели.
4. Полученные данные могут дополнить уже имеющуюся базу данных результатов исследований другими учеными при проектировании новых жилых кварталов и микрорайонов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Korobkov S., Gnyria A., Dyogin A., Sokol M., Terekhov V. Vortex formation and heat transfer in the system of building models at turbulent separated flow // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. – 2018. – Vol. 1105. – P. 012019 (1–6).

УДК 622.692.23

**АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ К ВЕЛИЧИНАМ  
ДОПУСКАЕМЫХ ОСАДОК ОСНОВАНИЙ РЕЗЕРВУАРОВ**А.А. Колядко

Сургутский институт нефти и газа (филиал Тюменского индустриального университета в г. Сургуте)

Россия, г. Сургут, ул. Энтузиастов, 38, 628404

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

**ANALYSIS OF THE REGULATIONS AND TECHNICAL DOCUMENTS REQUIREMENTS  
TO THE VALUES OF PERMISSIBLE SETTLEMENTS OF TANK BASES**A.A. KolyadkoSurgut Institute of Oil and Gas (branch of Tyumen Industrial University in Surgut), Russia, Surgut, Enthusiasts  
street, 38, 628404

E-mail: alesya2010-11@yandex.ru

***Abstract.** The article provides an overview of the requirements of Russian and international regulatory and technical documents regarding the regulation of limit values of tank bottoms panels local settlements. In the course of the analysis of these requirements, differences were established in the approaches used to assign the amount of settlement. The vector of promising research on the highlighted problem has been determined, following which will allow to harmonize national standards with international ones in terms of assigning maximum values of settlement bases.*

**Введение.** Резервуарные парки предназначены не только для хранения нефти и нефтепродуктов, но и для обеспечения надежной и оперативной работы системы магистрального транспорта углеводородов. Главными объектами резервуарных парков являются сложные инженерно-технические сооружения в виде крупногабаритных вертикальных стальных резервуаров (РВС). Известные в практике эксплуатации резервуаров аварии в большинстве случаев приводили к тяжелейшим экономическим, экологическим и социальным последствиям. В работе [1] установлено, что около половины всех случаев аварий РВС произошли в результате неравномерной осадки грунтового основания. Развитие осадки основания является неминуемым явлением при эксплуатации РВС. Принято различать осадку наружного контура днища и осадку его центральной части. В связи с активным строительством резервуаров на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, предрасполагающими к развитию осадки по площади днища, особый интерес представляет второй тип осадки. Отечественные и зарубежные нормативно-технические документы (НТД) содержат различные требования к допустимым величинам осадок резервуаров. При этом одной из задач, поставленной на федеральном уровне в рамках «Перспективной программы стандартизации в нефтегазовом комплексе на период 2017-2022 гг.», является гармонизация нормативной базы РФ с международными стандартами.

**Обзорная часть.** В табл. 1 представлены требования действующих российских [2, 3] и зарубежных [4-6] нормативно-технических документов к предельным значениям осадок центральной части днищ резервуаров любого объема.

Таблица 1

Допустимые значения осадки полотнища днища РВС

НТД	Предельные значения величины осадки					
ГОСТ 31385-2016	$S=R \cdot 0,0308$					
РД 23.020.00-КТН-283-09	Площадь, м <sup>2</sup>	0,1	0,5	1	3	5
	Глубина, мм	25	55	80	140	180
API 653	Центральная часть днища			В окрестностях стенки РВС		
	$S=R \cdot 0,37$			проведение детального анализа НДС резервуара		
Eurocode EN 14015 British Standard BS 2654	предельная величина осадки определяется проектной организацией					
где $S$ – предельная величина локальной осадки, мм (дюйм); $R$ – радиус окружности, вписанной в просадочную зону, мм (фут).						

**Анализ.** Отечественный нормативный документ федерального уровня [2] в качестве критерия оценки предусматривает линейную зависимость величины осадки от радиуса окружности, вписанной в область зоны просадки под днищем. В стандарте [4] представлена аналогичная зависимость, отличающаяся лишь коэффициентом пропорциональности. Это связано с тем, что конструктивные решения, технологии строительства и применяемые материалы для резервуаров российского типоразмерного ряда и зарубежных конструкций существенно отличаются. Важно отметить, что указанную в [4] зависимость можно использовать лишь в случае локальной осадки полотнища днища, расположенной в его центральной части. Если же локальная осадка полотнища днища РВС обнаружена вблизи стенки, требуется провести детальный анализ напряженно-деформированного состояния резервуара [4]. Далее на основании анализа полученных значений напряжений и деформаций, возникающих в конструкции резервуара, назначается максимально допустимая осадка.

Российский отраслевой нормативный документ [3] содержит более жесткие требования - локальная осадка полотнища днища ограничена не только величиной вертикальной составляющей, но и площадью окружности, вписанной в просадочную зону.

Практика эксплуатации стальных резервуаров показывает, что возможны несколько случаев развития осадок полотнища днища (рис. 1).

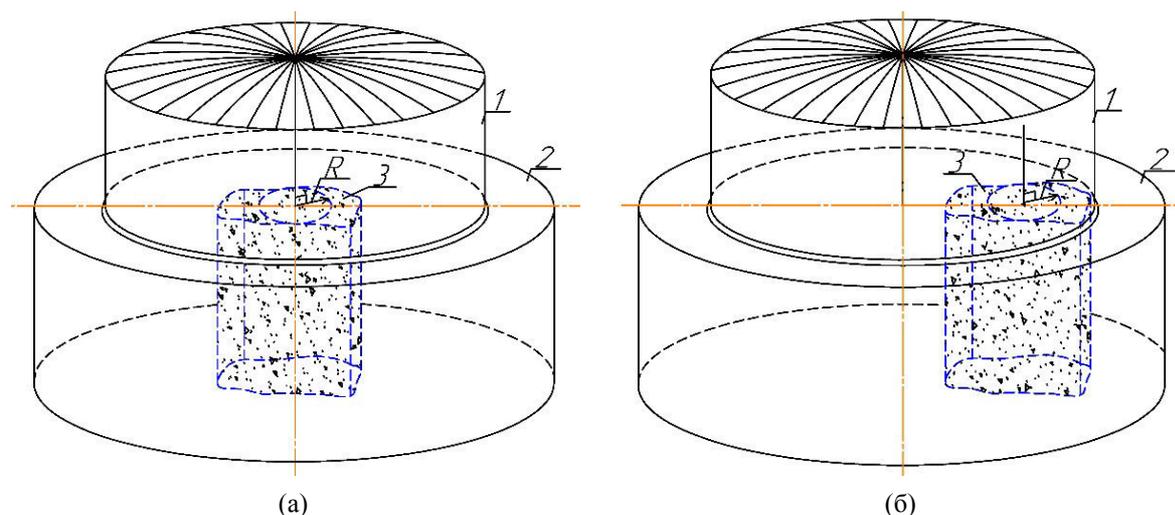


Рис. 1. Варианты развития осадки полотнища днища резервуара: 1 – стенка, 2 – грунтовое основание, 3 – днище,  $R$  – радиус окружности, вписанной в просадочную зону

Схема (а) соответствует случаю развития локальной осадки, располагающейся в центральной части днища и не влияющей на работу стенки РВС, схема (б) - локальная осадка располагается около стенки резервуара и оказывает влияние на изменение ее напряженно-деформированного состояния. Необходимо отметить, что требования зарубежного стандарта [4] при определении предельных значений локальной осадки рекомендуют учитывать расположение просадочной зоны относительно стенки резервуара, что свидетельствует о влиянии краевого эффекта от стенки. В требованиях актуальных отечественных нормативных документов отсутствует разделение требований в зависимости от расположения просадочной зоны относительно стенки, следовательно, влияние краевого эффекта от стенки не учитывается. В [5, 6] не представлены конкретные рекомендации по определению допустимых значений локальных осадок, они назначаются подрядными организациями, выполняющими проектирование РВС. Такой подход обоснован большим числом эксплуатируемых на территории Европы и Англии резервуаров, выполненных по индивидуальным проектам.

**Заключение.** Проведенный анализ показал, что критерии оценки осадки полотно днищ резервуаров, представленные в зарубежных и российских нормативно-технических документах, имеют существенные отличия. Переработка требований НТД РФ с позиции подхода, используемого в стандарте API [4], предоставит возможность регламентировать предельные значения локальных осадок центральной части днищ резервуаров с учетом механизмов, отражающих реальные процессы деформирования конструкции. Проведение исследований в этой области позволит оценить влияние цилиндрической жесткости стенки на формирование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций РВС при развитии локальной осадки полотно днища в окрестностях стенки. Кроме того, решение данных задач приведет к адаптации требований НТД РФ в рамках международных стандартов.

*Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых (СП-1189.2022.1).*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев Г.Г., Сальников А.П. Анализ причин аварий вертикальных стальных резервуаров // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 106-108.
2. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия [Текст]. - Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 96 с.
3. Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000 – 50000 куб. м. [Текст] : РД-23.020.00-КТН-283.09 : утв. ОАО «АК «Транснефть» 01.10.09 : введ. в действие с 25.10.09. – М. : ОАО «АК «Транснефть», 2009. – 115 с.
4. Tank inspection, repair, alteration, and reconstruction : API-653. – Washington : American Petroleum Institute, 2009. – 166 p.
5. Specification for the design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed, above ground, welded, steel tanks for the storage of liquids at ambient temperature and above : EN 14015-2004. – London: EN Association, 2004. – 511 p.
6. Manufacture of vertical steel welded non-refrigerated storage tanks with butt-welded shells for the petroleum industry : BS 2654. - Great Britain : Petroleum Nasional Berhad, 1989. – 103 p.

УДК 691.42

**ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОБЖИГА НА ПРОЧНОСТЬ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИКИ  
НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВ**

А.В. Котляр

Донской государственной технической университет,  
Россия, г. Ростов-на-Дону, Площадь Гагарина, 1, 344000

E-mail: toss871@gmail.com

**INFLUENCE OF THE DURATION OF FIRE ON THE STRENGTH OF THE CLINKER CERAMICS  
BASED ON ARGILLITES**

A.V. Kotlyar

Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin square, 1, 344000

E-mail: toss871@gmail.com

***Abstract.** The main properties of clinker ceramics obtained on the basis of argillites and the main areas of its application are presented. It is shown that on the basis of argillites and similar argillite-like clays and clay shales, it is possible to obtain a wide range of building ceramic products with high strength and low porosity - wall and road clinker bricks, clinker tiles, tiles, siding and other products. In contrast to the clay raw materials traditional for the production of clinker ceramics and porcelain stoneware, clinker ceramics can be obtained on the basis of argillites at low firing temperatures - up to 1100 °C. It has been established that the main factors affecting the strength and water absorption of ceramics based on argillites are the grain composition of the crushed feedstock, the firing temperature and the firing duration. Moreover, the latter factor has a greater effect on the strength of the ceramic material than on water absorption. So, with an increase in the duration of firing at the final firing temperature from 1 hour to 10 hours, the strength of the ceramic material increases by 1.2-1.5 times, reaching strength indicators close to semi-porcelain: in compression - 150-300 MPa, in bending - 30 -60 MPa. The established dependences make it possible to more rationally approach the choice of firing mode for ceramic products based on argillites and to obtain products with higher strength parameters or higher voidness at a given strength.*

**Введение.** Клинкерный кирпич, выпускаемый по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» и ГОСТ 32311-2012 «Кирпич керамический клинкерный для мощения», а также другие виды клинкерной строительной керамики: черепица, сайдинг, утолщённая плитка, становятся всё более востребованными на современном строительном рынке. Это обусловлено высокими эксплуатационными и декоративными свойствами изделий [1, 2]. Расширение ассортимента и увеличение выпуска клинкерных изделий осложнено малой распространённостью на территории России традиционного для клинкерных изделий глинистого сырья – спекающихся тугоплавких глин [3]. Проводимый нами в последние годы поиск новых сырьевых источников для производства изделий строительной керамики позволил нам выделить камневидные глинистые породы (КГП) – глинистые сланцы, аргиллиты, аргиллитоподобные глины и их переходные разновидности, как новый перспективный вид сырья для получения клинкерных изделий [4, 5].

**Экспериментальная часть.** Проведённые нами ранее многочисленные экспериментальные работы позволили выявить, что основными факторами, влияющими на физико-механические свойства керамического камня на основе аргиллитов, помимо их минерального и химического состава, которые взаимосвязаны, являются температура обжига и зерновой состав измельчённого сырья [4, 5]. Так, при одинаковой температуре обжига, в интервале 950-1100 °С, предел прочности при сжатии обожжённых образцов увеличивается в 2,5-3,5 раза при изменении зернового состава сырьевой смеси с 0-1,25 мм до 0-0,16 мм. Водопоглощение при изменении зернового состава сырьевой смеси в указанных пределах также уменьшается в разы, и в среднем при температуре обжига 1000 °С уменьшается с 8-12 % до 3-5 %, при температуре обжига 1100 °С уменьшается с 3-5 % до 0,1-1,0 %. Влияние степени измельчения исходного сырья в большей мере проявляется с увеличением степени литификации пород: аргиллитоподобные глины → аргиллиты → аргиллиты сланцеватые → глинистые сланцы. Температура обжига также оказывает сильное влияние на прочность и водопоглощение керамического камня на основе аргиллитов. При увлечении температуры обжига с 950 до 1100 °С прочность возрастает в 2-3 раза, достигая показателей для различных разновидностей аргиллитов при температуре 1100 °С 100-200 МПа при сжатии и 30-60 МПа при изгибе.

С целью поиска возможных путей увеличения прочности керамического камня на основе аргиллитов, нами была предпринята попытка выяснить влияние продолжительности обжига при конечных температурах обжига. Эксперименты проводились на аргиллитах различных месторождений на зерновом составе 0-0,16 мм, так как такой зерновой состав может быть достигнут в производственных условиях при сухом измельчении на маятниковых, центробежных и других видах мельниц. Время выдержки при конечной температуре (1100 °С) составляло от 2 до 12 часов. На рисунке 1 для примера показаны зависимости прочности керамического камня на основе аргиллитов Южно-Черевковского месторождения от времени выдержки при температуре 1100 °С.

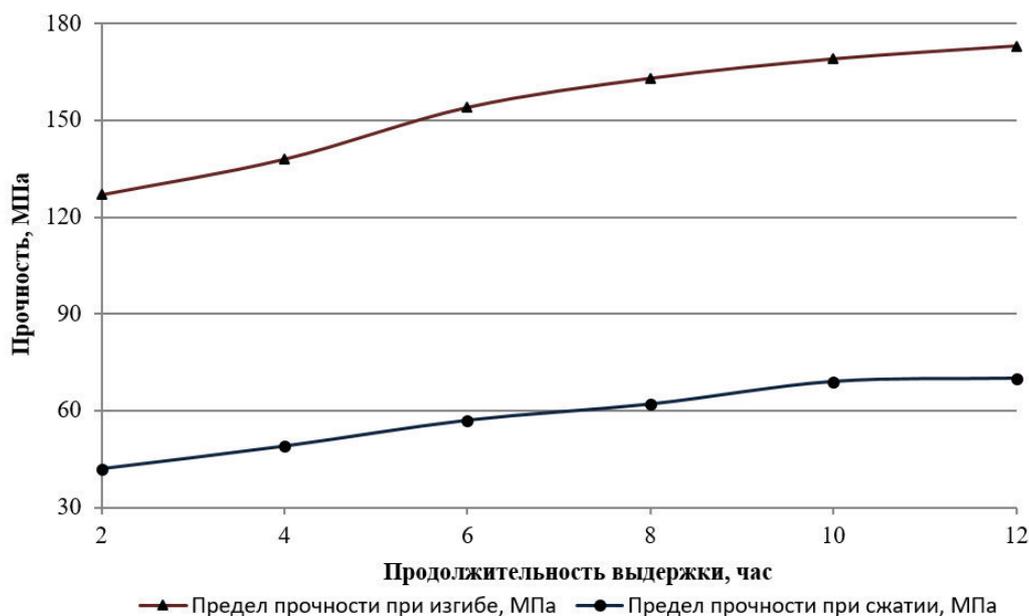


Рис. 1. Зависимость прочности от времени выдержки



УДК 656.021.2

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ОБСЛЕДОВАНИЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ  
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**У.К. Красько

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.А. Бурлуцкий  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [ula.24.05.99@mail.ru](mailto:ula.24.05.99@mail.ru)

**OVERVIEW OF TRAFFIC FLOWS INTENSITY SURVEY TECHNOLOGIES**

U.K. Krasko, A.A. Burlutsky

Scientific Supervisor: associate professor, Ph.D. in Technology A.A. Burlutsky  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003  
E-mail: [ula.24.05.99@mail.ru](mailto:ula.24.05.99@mail.ru)

***Abstract.** The article deals with the problems of the collecting traffic intensity data. Methods for collecting data on the intensity and composition of the traffic flow are described: automated and visual. The intensity refers to the number of vehicles passing through a section of a road or street in a certain period of time. The features and shortcomings of each of the stated methods are revealed. Attention is paid to specialized software for decrypting vehicles. One of the most effective methods for accounting for the intensity of traffic and the composition of traffic flows has been determined.*

**Введение.** Жизнедеятельность современного крупного города обуславливается его инфраструктурой, центральные позиции в которой занимают улично-дорожная сеть и передвигающиеся по ней различные виды транспорта.

На сегодняшний день степень развития городской транспортной инфраструктуры не позволяет в полной мере обеспечить потребность населения в перемещениях, поэтому наблюдается значительный рост уровня автомобилизации, сопровождающееся повышением транспортной подвижности граждан. Вследствие этого происходит перенасыщение УДС, что приводит к снижению скорости движения автомобилей, возникновению периодических транспортных заторов и увеличению количества дорожно-транспортных происшествий. В связи с чем совершенно необходимо измерять интенсивность движения транспортного потока на улицах.

Интенсивность транспортного потока оценивается количеством транспортных средств, проезжающих через условное сечение автомобильной дороги или улицы в единицу времени [1]. Следует отметить, что учет интенсивности движения может выполняться в сечении автомобильной дороги или улицы, по отдельным направлениям или в пределах какого-либо отдельного маршрута. Последнее характерно при исследовании пересечений улиц и дорог, когда необходимо определить количество ТС, движущихся по отдельным направлениям.

**Экспериментальная часть.** В настоящее время существует несколько способов сбора данных об интенсивности и составе движения транспортного потока, их можно подразделить на

автоматизированные и визуальные. Каждый из способов отличается полнотой и точностью получаемой информации [1].

Автоматизированный метод основан на применении технических средств, позволяющих в автоматическом режиме выполнять учет различных типов транспорта на автомобильных дорогах и улицах. Как правило, для сбора информации организуют стационарные посты, в состав которых могут входить [2]: детекторы транспортных средств, устройства регистрации, оборудование для передачи и хранения данных и специализированное программное обеспечение для анализа информации. В качестве детекторов применяются счётчики различного принципа действия (пневматические, механические, фотоэлектрические и магнитно-индукционные), а также аппаратура радиолокационного типа. Информацию о параметрах движения транспортных потоков можно получить из автоматизированных пунктов весового контроля, оборудованных средствами видеофиксации, которые располагаются на участках автомобильных дорог вне населенных пунктов либо на подходах к ним.

К отрицательным сторонам технологий автоматизированного учёта можно отнести их дороговизну, низкую точность распознавания транспортных средств по отдельным группам, и, наконец, отсутствие мобильности при организации работы систем. Действующий нормативный документ [1], регламентирующий методы обследования интенсивности движения, не исключает возможность применения визуального метода учета. Метод визуального учета предполагает фиксирование количества транспортных средств следующим образом [3]: вручную; электрическими или механическими счётчиками со встроенными устройствами хранения данных, или без них; с помощью видеофиксации. При методе визуальной оценки «вручную» предполагается занесение результатов наблюдения непосредственно в процессе учёта в специальные табличные формы. Такой способ рационально применять при кратковременном учёте интенсивности движения, а также при возможности привлечения необходимого количества квалифицированных учётчиков. Оборудование, применяемое в технологиях учёта интенсивности, может размещаться не только стационарно, но и на мобильных средствах, что позволяет получить пространственно-временные характеристики движения транспортных потоков в городских условиях. Видеофиксация потока автомобилей с поверхности земли на улицах с многополосной проезжей частью малоэффективна, что обусловлено недостаточной информативностью видеоматериалов из-за наложения транспортных средств. В связи с этим рекомендуется проводить съёмку с высоты, обеспечивающей видимость проезжающих автомобилей для их достоверной идентификации и подсчета. Как правило, для установки камер используют здания, опоры освещения и другие возвышающиеся объекты. При необходимости организации краткосрочных наблюдений эффективным является применение мобильных мачт высотой 6-9 м, позволяющих в короткие сроки устанавливать видеокамеры. К недостаткам такого способа можно отнести необходимость проработки вопросов питания и сохранности оборудования, а также безопасности монтажа в местах скопления людей.

При большом размере и сложной форме транспортного узла проблематично установить видеокамеры в зоне перекрестка на высоте, обеспечивающий его полный обзор. Оптимального результата можно достичь за счет использования беспилотных летательных аппаратов, позволяющих производить съёмку с большей высоты, тем самым увеличивая обзор камеры [3].

В настоящее время на рынке беспилотных летательных аппаратов наиболее распространены и доступны квадрокоптеры. Подобные аппараты обладают внушительным функционалом и, самое главное,

способны вести качественную видеосъемку при зависании над объектом. Общее время полета у различных моделей варьируется от 25 до 40 минут, при этом «чистое» время съёмки не превышает 25 минут из-за необходимости замены элементов питания. Следует отметить, что применение технологии учета интенсивности движения с помощью средств видеофиксации требует камеральной обработки результатов. Применение специализированного программного обеспечения (ПО) для дешифровки транспортных средств значительно ускоряет обработку видеоматериалов и позволяет полностью либо частично автоматизировать процесс учёта. На Российском рынке программных продуктов для дешифровки видеоданных, существует активно развивающийся ресурс – TrafficData. С его помощью можно определить параметры дорожного движения по видеоматериалам, снятым как с небольшой высоты (TrafficData Land), так и с воздуха (TrafficData Air).

**Заключение.** Из вышесказанного следует, что в настоящее время существует большое количество методов учета интенсивности движения транспортного потока. Автоматизированные технологии обследования транспортного движения требуют приобретения дорогостоящего оборудования и ПО, а также выполнения комплекса монтажных и пуско-наладочных работ, что делает их неэффективным при решении практических и научно-исследовательских задач. В свою очередь метод визуального учета остается одним из самых распространённых методов, т.к. позволяет довольно оперативно получить информацию об интенсивности движения по отдельным направлениям в пределах транспортного пересечения. Но не является точным, так как он в значительной мере зависит от человеческого фактора.

Одним из наиболее эффективных методов учёта интенсивности движения и состава транспортных потоков в пределах транспортных узлов со сложной конфигурацией является применение летательных аппаратов, позволяющих вести съёмку под углом близким к 90°. Следует отметить, что, помимо сведений об интенсивности и составе, метод позволяет получить и другие не менее важные параметры транспортного потока, такие как: скорость движения транспортных средств, ускорение и замедление автомобилей, интервалы при преодолении конфликтных зон, дистанция между автомобилями и т.д.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 32965-2014. Методы учета интенсивности движения транспортного потока [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2016. – 26 с.
2. ОДМ 218.2.032-2013. Методические рекомендации по учету движения транспортных средств на автомобильных дорогах [Текст]. – М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2013. – 33 с.
3. Бурлуцкий, А.А., Ромашова А.А. Обзор технологий сбора данных о параметрах движения городских транспортных потоков // Избранные доклады 67-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Доклады конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2021. – С. 220-223.

УДК 691.327.32

### ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ АГЛОПОРИТА

Л.О. Криволапова

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [lidasirebna4goda@gmail.com](mailto:lidasirebna4goda@gmail.com)

### LIGHTWEIGHT CONCRETE BASED ON AGGLOPORITE

L.O. Krivolapova

Scientific Supervisor: Associate professor, Ph.D. A.B. Steshenko

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

E-mail: [lidasirena4goda@gmail.com](mailto:lidasirena4goda@gmail.com)

**Abstract.** Utilization of sludge residues from wastewater treatment plants and ash and slag waste through the use in the production technology of building materials is relevant. Agloporite gravel, obtained by firing silt residues and ash and slag waste, as an artificial inorganic aggregate can be used in the technology for producing lightweight concrete. Based on the results of the study, lightweight concrete was obtained using agloporite gravel with a grade of average density D1800 and a compressive strength class of B15.

**Введение.** Увеличение объемов возводимого жилья и растущие требования по энергоэффективности зданий требуют создания и производства строительных материалов с высокими эксплуатационными свойствами по малоэнергоемким технологиям, в том числе с применением продуктов из отходов промышленности. Именно поэтому популярность применения легких бетонов в строительстве растет с каждым годом. Легкие бетоны, являются хорошими теплоизоляционными материалами, которые могут использоваться при строительстве несущих стен [1]. Для получения легких бетонов в качестве заполнителей используют пористые материалы [2]. Разновидности пористых заполнителей, следующие:

— неорганические пористые заполнители искусственные (топливные шелки и золы, отвалы металлургические шлаки, керамзитовый гравий и песка, перлит и аглопорит) [3-4];

— неорганические пористые заполнители естественные (пемза, вулканический туф, известняк-ракушечник);

— органические (древесная щепа, стебли хлопчатника и др.).

Аглопорит — искусственный пористый заполнитель для бетонов в виде щебня или гравия. Получают термической обработкой шихты из глинистых пород или отходов добычи, обогащения, сжигания угля (пустой породы, шлаков, золы и т.п.). Полученный после термообработки продукт дробят и отсеивают на фракции заданной крупности. Аглопорит отличается сравнительно высокой однородностью по насыпной плотности и прочности, что создает предпосылки для его эффективного применения в бетоне. В соответствии с государственным стандартом к аглопориту предъявляется ряд требований по обеспечению стойкости и долговечности.

В качестве материалов для предварительных исследований, с целью разработки состава легкого бетона, был представлен аглопорит, полученный путем утилизации ила с очистных сооружений г. Томска. Данный материал был получен в лаборатории ООО «Межотраслевой проектно-строительный центр» (г. Томск) путем обжига иловых масс и золошлаковых отходов, отобранных с очистных сооружений г. Томска.

**Цель** – исследование принципиальной возможности использования аглопоритового гравия, полученного путем обжига иловых масс и золошлаковых отходов, в технологии приготовления легкого бетона.

**Экспериментальная часть.** Для приготовления бетонной смеси применялись местные материалы: Топкинский портландцемент класса прочности на сжатии ЦЕМ I 42,5Н (ГОСТ 30515-2013), кварцевый песок Кудровского месторождения Томской области с модулем крупности 1,8 (ГОСТ 8736-2014), аглопоритовый гравий (ГОСТ 32496-2013) и вода затворения (ГОСТ Р 51232-98). Физико-механические свойства аглопоритового гравия приведены в табл. 1.

Таблица 1

*Физико-механические свойства аглопоритового гравия*

Показатели	Фактические значения
Зерновой состав, % по массе, частные/полные остатки на ситах с размерами ячеек, мм:	
20	0,0
10	38,6/38,6
5	53,4/92,0
Проход через сито 5 мм	8,0/100
Наибольшая крупность зерен гравия, мм	20
Полный остаток на сите d, % по массе	96
Полный остаток на сите D, % по массе	0,0
Полный остаток на сите 1,25D, % по массе	–
Содержание органических примесей	светлее эталона
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	640
Марка по насыпной плотности	M700
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2128
Пустотность, %	45,2

Испытание образцов бетонной смеси и бетона проводили согласно общепринятым методикам, нормируемых стандартов. Из бетонной смеси были сделаны контрольные образцы 10x10x10 см в количестве трех штук. При уплотнении бетонной смеси вибрированием форму заполняют с некоторым избытком, после чего её вибрируют на лабораторной площадке. Изготовленные образцы помещают в камеру с температурой воздуха  $20 \pm 2$  °С в течение суток, после чего их освобождали из форм и помещали в камеру нормального твердения, где хранят до испытания при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха не менее 90 %. Далее образцы были испытаны на гидравлическом прессе. Испытание и оценка качества легкого бетона проводились по ГОСТ 25820-2014. Подбор состава легкого бетона проводился в соответствии с требованиями ГОСТ 27006-2019 «Бетоны. Правила подбора состава». Состав бетонной смеси приведен в табл. 2.

Таблиця 2

Состав бетонной смеси на 1 м<sup>3</sup>

Цемент, кг	Песок кварцевый, кг	Аглопоритовый гравий, кг	Вода, л
487,5	487,5	430	275

**Результаты.** По достижению 28 суток твердения образцы бетона были испытаны с целью определения средней плотности и прочности на сжатии. По результатам испытаний, представленных в табл. 3, определено, что марка по средней плотности составила 1800 кг/м<sup>3</sup>, а среднее значение прочности на сжатии 22,5 МПа. Согласно ГОСТ 25820-2014, назначение данного бетона – конструкционный, марка по средней плотности D1800, класс по прочности на сжатие B15. Данный вид бетона используется для возведения малоэтажных зданий и сооружений, а также изделий и конструкций наружного применения в высотных зданиях.

Таблиця 3

Физико-механические свойства легкого бетона

№ образца	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по средней плотности	Прочность на сжатие, МПа	Среднее арифметическое значение прочности на сжатие, МПа	Класс по прочности на сжатие
1	1816	1800	25,0	22,5	B15
2	1795		25,1		
3	1784		19,8		

**Заключение.** Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что данный вид аглопорита, произведённый из иловых масс и золошлаковых отходов, можно использовать в производстве легких бетонов. Однако для разработки рациональных составов бетонных смесей с применением данного аглопорита и экспертных рекомендаций по его применению требуются дальнейшие исследования по влиянию данного заполнителя на реологические свойства бетонной смеси и эксплуатационные свойства затвердевшего бетона.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Корейбо Н.В., Стешенко А.Б. Легкий шлаковый бетон с продуктами переработки золошлаковых смесей Северной ТЭЦ // Сборник трудов XIV Международной конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск, 2017. – Том 6. – С.41–43.
2. Панышева И.В., Стешенко А.Б. Легкие бетоны на основе золошлаковых отходов промышленного производства // Материалы сборника научных трудов национальной научно-технической конференции с Международным участием «Физико-химические процессы в строительном материаловедении». – Новосибирск, 2018. – С. 220–222
3. Жуков А.Д., Козлов С.Д., Коридзе В.Г., Когут А.Ю. Эффективные легкие заполнители для бетонов // Инновации в жизнь. – 2017. – №2 (21). – С.262–269.
4. Кудяков А.И., Стешенко А.Б., Душенин Н.П., Рябцева Н.Е. Теплоизоляционный цементный пенобетон неавтоклавно твердения с золой гидроудаления // Вестник ТГАСУ. – 2021. – Т. 23, № 5. – С. 105-117.

УДК 691.33

**PHYSICO-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF CEMENT STONE  
ON QUARTZ-ASH-CEMENT BINDER**I.N. Kuznetsova

Scientific Supervisor: Prof. Dr. A.F. Kosach

Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhova str., 16, 628012

E-mail: [inkuznetsova-gsh@mail.ru](mailto:inkuznetsova-gsh@mail.ru)**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ  
НА КВАРЦЕЗОЛОЦЕМЕНТНОМ ВЯЖУЩЕМ**И.Н. Кузнецова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ф. Косач

Югорский государственный университет,

Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012

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

***Аннотация.** В статье исследован цементный камень на кварцезолоцементном вяжущем. Рассмотрены технологии активации кварцезоловой смеси путем увеличения удельной поверхности дисперсной фазы для производства кварцезолоцементного вяжущего различного назначения. Полученные результаты весового распределения частиц кварца и зол гидроудаления до после активации показывают, что средний размер диаметр частиц составляет 25мкм - 1,5мкм при удельной поверхности  $967\text{см}^2/\text{г}$  -  $7729\text{см}^2/\text{г}$ . Применение наноразмерных частиц в кварцезоловой смеси позволяет увеличить прочностные характеристики цементного камня 23 - 59%.*

**Introduction.** The optimal raw material resource for the production of building materials in the city of Omsk is the ash from the hydraulic removal of Omsk CHP-5. More than 75 million tons of hydraulic ash have accumulated on ash dumps with a total area of 755 hectares. On the territory of Omsk, three CHP-5 out of six work on Ekibastuz coal, the ash content of which reaches 65%, consisting of chemical elements (carbon, hydrogen, oxygen, nitrogen) and mineral parts (clay minerals, which include oxides of silicon and metals, hydroxides metals, silicates Al, Mg carbonates Fe, Mg, Ca).

The main requirement for the successful use of hydro-removal ash CHP-5 is the stability of their physico-chemical parameters and the ability to exhibit pozzolanic activity with cement hydration products, the ability to bind calcium hydroxide at ordinary temperatures with the formation of insoluble compounds [1, 2].

In this regard, the purpose of the research is to obtain a cement stone with high physical and mechanical properties due to a nanomodifier obtained by mechanical, mechano-hydraulic ( $\text{H}_2\text{O}$ ), based on ultrafine ash from the hydraulic removal of Omsk CHP-5 and quartz waste as an enhancer of pozzolanic activity to hydro-removal ash [3].

In studies, as materials for cement stone on a quartz-ash-cement binder, quartz waste from the production of highly pure quartz concentrate and hydro-removal ash from Omsk CHP-5 was used. The content of hydro-removal ash oxides and quartz waste is presented in Table 1.

Table 1

Oxide content

Oxide content [% mass]									
Name	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ppp
Quartz waste	98-99	0.1-0.3	0.1-0.2	0.1-0.3	0.0-0.1	-	0.2-0.3	0.2-0.5	2.1-3.0
Ashes of hydroremoval	51-60	24-32	3.5-8.3	1.1-2.1	0.2-1.5	0.4-0.7	0.1-1.4	0.3-0.7	5.2-5.5

With the mechanical method, only mechanical activation is carried out. With the mechanohydraulic method ( $\rho_{H_2O}=1\text{kg/m}^3$ ) mechanical, hydraulic, turbulent and acoustic activation. The presence of finely ground active dust in a solution of film water obtained from the activation of quartz waste and hydro-removal ash is also involved in the processes of structure formation synthesis. [4-6].

**Research methods.** The specific surface and average particle size were determined on PSKh-12 instrument (Russia). The content and size of ultrafine particles of quartz waste and water removal ash particles obtained as a result of activation used a laser analyzer "MicroSizer 201" (Russia). Activation of the quartz-sol mixture was carried out in a continuous rotary mill "Vyuga-3" (Russia). The compressive strength of the samples was determined on a "Matest" press (Russia).

**Results.** The obtained results of the weight distribution of particles of hydroremoval ash and quartz after activation show that the average particle size is from 25  $\mu\text{m}$  to 1.5  $\mu\text{m}$  (nanoparticles) with a specific surface area of 967  $\text{cm}^2/\text{g}$  to 7729  $\text{cm}^2/\text{g}$ . Dispersion and particle content of activated hydro-removal ash are shown in the figure in the article [6].

Based on the results of the study, we accept the optimal ratio of the mass of the activated quartz sol mixture to the mass of cement in%: without activation - 20:80; with mechanical activation - 30:70; with mechanohydraulic activation - 40:60 for cement stone on a quartz-ash-cement binder.

The strength of the cement stone was determined on samples prepared from quartz-ash-cement dough of normal density, 2x2x2 cm in size, for each composition according to the structural scheme of the study. The physical and mechanical parameters of the obtained samples were determined at the age of 28 days, are presented in Table 2.

Table 2

Physical and mechanical properties of cement stone on quartz-ash-cement binder

Activation method	Physical and mechanical properties of samples	Attitude masses of activated quartz sol mixture to the mass of cement for cement stone [%]			
		0:100	20:80	30:70	40:60
Without activation					
the average particle diameter – d = 25 $\mu\text{m}$ , specific surface area - 967 $\text{cm}^2/\text{g}$	average density [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	2397	2445	2452	2443
		100%	102%	102,3%	101,9%
	compressive strength [MPa]	62.7	77.1	76.5	74.6
		100%	123%	122%	119%
Mechanical activation					
the average particle diameter – d = 6 $\mu\text{m}$ , specific surface – 2911 $\text{cm}^2/\text{g}$	average density [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	2398	2433	2448	2453
		100%	101,5%	102,1%	102,3%
	compressive strength [MPa]	63.07	78.9	82.6	80.1
		100%	125,1%	131%	127%
Mechanohydraulic activation $\rho_{zh} = 1\text{g}/\text{cm}^3$					
the average size of the particle diameter is d = 3 $\mu\text{m}$ , specific surface area 5491 $\text{cm}^2/\text{g}$	average density [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]	2409	2433	2445	2449
		100%	101%	101,5%	101,8%
	compressive strength [MPa]	63.01	80.0	82.9	87.6
		100%	127%	133,1%	139%

The obtained results of the strength of samples of cement stone on a quartz-ash-cement binder with respect masses of activated quartz sol mixture to the mass of cement: without activation (20:80) - durability increases by 23%; with mechanical activation (30:70) - strength increases by 31%; with mecano-hydraulic activation (40:60) - strength increases by 39%.

**Conclusion.** The use of nanoparticles in a quartz-sol mixture makes it possible to increase the strength characteristics of cement stone from 23 to 59%.

The use of quartz waste from the production of highly pure quartz concentrate and hydraulic ash from Omsk CHP-5, using the proposed technologies for their activation, will improve the structure of the cement stone by increasing the packing density and chemical activity of nanoparticles in the processes of phase formation of hydrated compounds, this will reduce intergranular voidage between non-hydrated cement grains and improve the physical and mechanical characteristics of the cement stone. The use of activated quartz waste with increased specific surface energy, like a highly reactive pozzolana, contributes to the production of a stronger and more durable cement stone.

#### REFERENCES

1. Kosach A., Rashchupkina M., Kuznetsova I., Darulis M. Influence of ultradisperse filler based on hydroremoval ash on the properties of cement stone // Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. – 2019. – V. 21. No. 1. –P. 150-158.
2. Kuznetsova I. The influence of quartz waste addition on the porosity of cement stone // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 1989. – P. 012042.
3. Sivkov S.P. Modern aspects of the processes of structure formation during the hydration of cements // Proceedings of the MNTK "Science and technology of silicates". – Moscow, 2003.
4. Darulis M., Kuznetsova I., Kosach A. Structure and properties of the cement stone modified by ultradispersed quartz waste // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – V597. – P. 012032.
5. Kosach A., Kuznetsova I., Kurbanova R., Pedun G., Prezhin S. Evaluation of the impact of quartz waste on the physical and mechanical properties of cement stone // News of higher educational institutions. Construction. – 2020. – V. 10 (742). – P. 17-26.
6. Kosach A., Rashchupkina M., Pedun G., Kurbanova R. Evaluation of the influence of highly dispersed ash-mineral raw materials on the physical and mechanical properties of cement stone // News of higher educational institutions. Construction. – 2020 – V. 11(743). – P. 42-50.

УДК 691.542

**МОДИФІЦІРУЮЩІ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ  
ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ**

А.А. Куликова

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.О. Копаница  
Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: [lika.panda.19@gmail.com](mailto:lika.panda.19@gmail.com)

**MODIFYING ADDITIVES BASED ON DISPERSED COMPONENTS FOR CEMENT COMPOSITES**

A.A. Kulikova

Scientific Supervisor: Prof., Doctor of Technical Sciences, N.O. Kopanitsa  
Tomsk State University of Architecture and building, Russia, Tomsk, Solyanaya sq., 2, 634003

E-mail: [lika.panda.19@gmail.com](mailto:lika.panda.19@gmail.com)

***Abstract.** Wastes from various industries, such as salt solutions, salt pastes and sludge, can be used as additives and fillers in building mixtures, but at the moment they are of limited use in construction. This article presents the results of studies to assess the effect of salt residues, which are waste products of chemical production, on the properties of cement. It is shown that the salt residue can be used as an accelerating additive for cement compositions, in an optimal amount of 5% by weight of cement. The increase in strength of the modified compositions is 25% in the early stages of hardening.*

**Введение.** В настоящее время композиционные строительные материалы на цементных вяжущих (бетоны, растворы, сухие строительные смеси и др.) являются одними из самых востребованных в строительной индустрии. В связи с этим, исследования разных стран по улучшению эксплуатационных характеристики цементных систем являются весьма актуальными.

В последние годы интенсивного развития российского рынка строительных смесей наблюдалось постепенное снижение импорта. В период 2014-2022 гг., в связи со сложной внешне экономической ситуацией, тенденция к импортозамещению усиливается [1].

Наиболее распространенным методом достижения высоких показателей качества строительных материалов является вещественный способ воздействия. К одному из таких видов воздействия относится введение различных химических добавок как неорганической, так и органической природы. В зависимости от активности добавок массовая доля введения их в цементные смеси колеблется от сотых долей процента до тридцати процентов. Наибольший интерес представляют добавки, обладающие полифункциональными свойствами [2-5]. Они не только имеют химическое родство с различными функциональными группами самой цементной матрицы, но и, одновременно, могут служить как пластификаторы, ускорители и замедлители процесса гидратации и твердения, а также приводить к улучшению антикоррозионных, водоотталкивающих и других свойств.

Отходы различных производств, такие как солевые растворы, пасты солей и шламы могут использоваться в качестве добавок и наполнителей в строительных смесях, но на данный момент находят ограниченное применение в строительстве [6].

Исследования в данной работе проводились с целью изучения возможности применения дисперсных компонентов, которые также являются отходами химического производства.

**Материалы и методы.** Вяжущее: портландцемент ЦЕМ I 42,5Н Топкинского цементного завода (ГОСТ 31108-2020).

Модифицирующие добавки: солевой остаток (СО) – отход химического производства после измельчения и просева (удельная поверхность Суд = 4382 см<sup>2</sup>/г.) Фазовый состав солевого осадка – галит, глауберит, то есть соли обеспечивающие ускорение твердения цементных композиций. Указанные соединения широко используются как добавки ускорители твердения в бетонные и растворные смеси при их нормированном использовании.

Для оценки влияния СО на свойства цементного теста готовилось 5 составов с разным содержанием добавки: 0, 5, 10 %. Образцы твердели в нормальных условиях (Т = 20 ± 2°С, W = 90-100 %). Значение предела прочности затвердевшего цементного камня на сжатие определялось в 1, 7, 28 суток твердения. Составы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы исследуемых образцов

№ состава	Цемент, %	Добавка, %	Нормальная густота, %
Контрольный	100	–	25
1	100	1	–
2	100	5	–
3	100	10	–
4	100	1	25,75
5	100	5	25,75

**Обсуждение результатов.** Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии представлены таблице 2.

Таблица 2

Прочностные характеристики цементного камня

№ состава	R <sub>сж</sub> , МПа		
	сутки		
	1	7	28
Контрольный	57	97	114
1	65 (+14 %)	86 (– 11 %)	91 (– 20 %)
<b>2</b>	<b>71 (+25 %)</b>	<b>92 (– 5 %)</b>	<b>120 (+ 5 %)</b>
3	46 (–19 %)	66 (– 32%)	42 (– 63 %)
<b>4</b>	<b>66 (+ 16 %)</b>	<b>88 (– 9 %)</b>	<b>116 (+ 2 %)</b>
5	66 (+ 16 %)	94 (– 3 %)	95 (– 17 %)

Анализ полученных данных по оценке влияния добавки СО на свойства портландцемента показал, что добавка увеличивает прочность при сжатии цементного камня в ранние сроки твердения. Так в 1 сутки твердения прочность на сжатие модифицированных образцов (кроме состава 3) на 25 % выше значений прочности контрольного состава. В дальнейшем эта тенденция хоть и замедляется, но сохраняется к 28 суткам, превышая прочность контрольных образцов для состава 2 на 5 %. У составов содержащих добавку СО в количестве 10 % от массы цемента, наблюдается снижение показателей

прочности в 7 и 28 суток твердения. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что оптимальным содержанием СО в цементных композициях составляет 5 % от массы цемента, дальнейшее повышение содержания добавки в смеси ведет к снижению прочностных характеристик.

**Заключение.** Представленные результаты позволяют сделать вывод, что СО, являющейся отходом химического производства, может применяться в качестве ускоряющей добавки для цементных композиций, в оптимальном количестве 5 % от массы цемента. Перспективой дальнейших исследований является разработка комплексных добавок для композиционных материалов на основе цемента, где в качестве одного из компонентов может выступать данный СО.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рынок сухих строительных смесей (ССС). Текущая ситуация и прогноз 2018-2022 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alto-group.ru/otchet/marketing/626-rynok-suxix-stroitelnyx-smesej-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2016-2020-gg.html>
2. Kopanitsa N.O., Demyanenko O.V., Kulikova A.A. (2022) Effective Polyfunctional Additive for Composite Materials Based on Cement // Digital Technologies in Construction Engineering. – 2022. – V. 173. – P. 125-131.
3. Куликова А.А., Демьяненко О.В., Сорокина Е.А., Копаница Н.О. Комплексные модифицирующие добавки для строительных смесей на цементной основе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – Т. 21. – № 6. – С. 140-148.
4. Демьяненко О.В., Куликова А.А., Копаница Н.О. Оценка влияния комплексной полифункциональной добавки на эксплуатационные характеристики цементного камня и бетона // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020. – Т. 22. – № 5. – С. 139-152.
5. Демьяненко О.В. Куликова А.А., Копаница Н.О., Петров А.Г. Влияние комплексных модифицирующих добавок на эксплуатационные свойства тяжелого бетона // Известия вузов. Строительство. – 2021. – № 5. – С. 23-32.
6. Тараканов О.В. Сухие строительные смеси с использованием местных сырьевых материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.baltimix.ru/confer/confer\\_archive/reports/doclad05/kronadug\\_tarajanov.php](http://www.baltimix.ru/confer/confer_archive/reports/doclad05/kronadug_tarajanov.php).

УДК 693.547.32.2

**ФОРСИРОВАННЫЙ РАЗОГРЕВ БЕТОНА ТОКОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ**

С.К. Меньшов, Д.Д. Вчерашний, А.И. Гныря

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [menshovsergei1503@mail.ru](mailto:menshovsergei1503@mail.ru)**FORCED HEATING OF CONCRETE WITH INDUSTRIAL FREQUENCY CURRENT**

S.K. Menshov, D.D. Vcherasnii, A.I. Gnyria

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

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

E-mail: [menshovsergei1503@mail.ru](mailto:menshovsergei1503@mail.ru)

**Abstract.** *In this study, we estimated the effect of forced electric heating of concrete with industrial frequency current on increasing strength at lower energy costs compared to traditional concrete heat treatment methods. As a result, it can be assumed that the subsequent development of the method described below will make it possible to achieve higher strength values, while minimizing energy costs. Experimental studies were carried out in the laboratory of the executive department of the Research Institute "Technology of Construction Production" TGASU.*

**Введение.** Способы термического воздействия на монолитные изделия и конструкции, а также на смеси с использованием электрического тока показали себя как самые благоприятные, смотря со стороны равномерности распределения температуры по объему в теле [1]. Также дополнительным преимуществом является высокий потенциал увеличения энергоэффективности проведения процесса тепловой обработки, достигаемой путем естественного нагрева конструкции или изделия, а также осуществление наиболее значительных подъемов температуры согласно вышеизложенному. Исходя из данных требований, наиболее подходящим является форсированный электронагрев бетона.

**Экспериментальная часть.** Для эксперимента был применён бетон класса В27,5 со следующим расходом материалов: цемент – 350 г, песок – 810 г, щебень – 1100 г, вода – 1100 мл. Было заформовано 3 образца размером 100×100×100 мм в опалубку из диэлектрического материала со стальными перегородками и электродами. Схема проведения эксперимента изображена на рисунке 1.

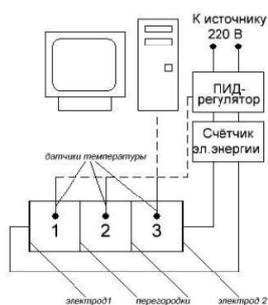


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

Ізготовление цементного розчину проводилось в лабораторії, послідовність приготування розчину і формовання в опалубку представлена в [2]. Далі встановлювалися датчики температури в центр кожного зразка на глибину 40 мм, отримані дані считувалися і зберігалися кожні 30 секунд. Розігрів готової бетонної суміші відбувався в результаті проходження електричного струму електродів, встановлених на торцях опалубки. Регулювання швидкісних характеристик підйому температури, здійснювалася з використанням пропорційно-інтегрально-диференціюючого (ПІД) регулятора.

Для отримання найбільш кращого електричного контакту з електродом, виготовлену бетонну суміш ущільнили, далі розігріли від температури 17°C до 70°C в течение 15 хвилин (швидкість підйому в середньому складала порядку 3,53°C/хвилину). Після того як зразки набрали задану температуру, проводилось повторне ущільнення суміші. В результаті проведення заходів по ізоляції і утепленню опалубки з допомогою стретч-плівки, а також додаткових огорожень з екструдированного пенополістиролу, виготовлені зразки зберігалися в даних умовах в течение 16 годин, на зразки не оказувалося додаткового теплового впливу, а температура в приміщенні складала 25°C.

На рисунку 2 зображено фрагмент циклу, на якому представлено інтервал часу  $t$  – операції по підготовчій процесам (підключення електродів до системи, установка синхронізуючих датчиків), 2 – період зростання температури, 3 – зупинка роботи електродів, вторинне проведення ущільнення бетонної суміші (на даній стадії погружені датчики температури вивідаються з зразків, при цьому фактичне зниження температури, судячи по графіку, не спостерігається), 4 – операція по розміщенню датчиків і ізоляції опалубки з утепленням.

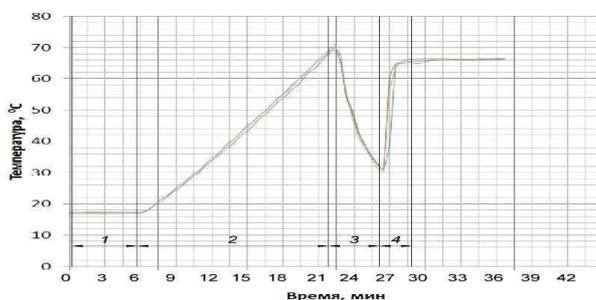


Рис. 2. Форсированный электроразогрев и технологические операции

На зображеному графіку можна спостерігати, що при встановленні електродів симетрично, а також використання незмінної ємкості, зміна температури в усіх точках відбувається з однаковою швидкістю.

**Результати.** Графік протікання всього циклу представлено на рисунку 3, на ньому можна спостерігати наступне, що в стадії зберігання зразків, порядок розподілу температури не змінюється, показники зразків 1 і 3 збігаються, при цьому різниця температур зразка 2 не перевищує 1,5°C в сторону збільшення.

Після пристрою ущільнення (початковий процес зберіжки) відбувається плавне зниження температури на 6°C в течение двох годин. В результаті вищезазначеного, зображене явище, можна обґрунтувати наступним чином. В спостережуваному періоді відбувається теплообмін нагрітою рідиною

фазой и менее разогретыми заполнителями в теле бетона. Дальнейшие три часа происходит равномерный рост температуры на 8–9°C.

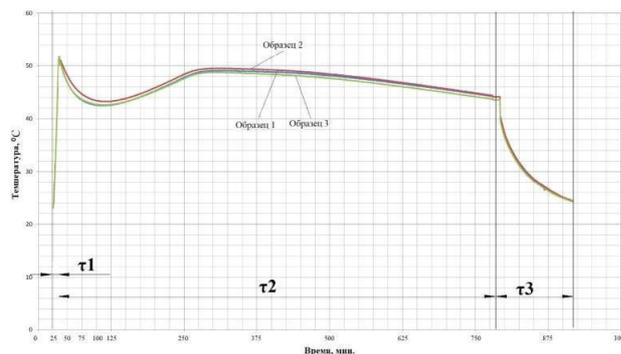


Рис. 3. График изменения и распределения температуры между образцами:  $\tau_1$  – стадия нагрева (10 мин.);  $\tau_2$  – изотермическая выдержка без дополнительного теплового воздействия (13 ч.),  $\tau_3$  – естественное остывание (3 ч.)

В этом периоде энергия экзотермии цементного камня превосходит теплопотери [1]. Со временем прослеживается постепенное падение температуры со скоростью не более 1,5°C в час, процесс наблюдается в течение 10 часов.

Образцы были распалублены при температуре 54°C и испытаны на сжатие на прессе в лаборатории ТГАСУ. Измеренные данные показали, что в среднем прочность данных образцов составила 20,2 МПа. Более подробные данные проведенного эксперимента отображены в табл. 1.

Таблица 1

Прочность бетонных образцов-кубиков

№	Температура нагрева бетона, °С	Потребленная энергия, (кВт×ч)	Средняя прочность образцов на сжатие, МПа	Процент прочности для данного класса, %
1	50	0,07	28,83	88
2	60	0,1	30,06	92
3	70	0,13	31,97	96

**Заключение.** В результате вышеизложенного, можно сделать следующее заключение, данные расходы электроэнергии на прогрев трех образцов составили порядка 130 Вт (155 МДж/м<sup>3</sup>), это показывает, что затраты тепла уменьшились примерно в три раза, по сравнению с использованием более распространенных технологий тепловой обработки. Таким образом, можно предположить, что последующие развитие описанного метода, даст возможность достичь более высокие показатели по прочности, при этом минимизировать затраты на электроэнергию.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. - М.: Издательство АСВ, 2002. – 500 с.
2. Batyuk M.I., Gnyrya A.I., Ushakov V.Ya., Korobkov S.V. Rapid direct electric heating of fresh concrete // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1989. – P. 012024 (1–5).

УДК 004.94

**МОДЕЛИРОВАНИЕ НАБОРА ПРОЧНОСТИ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ КОЛОНН  
С ПОМОЩЬЮ ОБОГРЕВА ГРЕЮЩИМИ ПРОВОДАМИ**

Д.И. Мокшин, К.С. Гаусс, Р.И. Мокшин

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Д.И. Мокшин

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [i2ii@bk.ru](mailto:i2ii@bk.ru)

**MODELING THE STRENGTH SET OF CONCRETE MONOLITHIC COLUMNS BY HEATING  
WITH HEATING WIRES**

D.I. Mokshin, K.S. Gauss, R.I. Mokshin

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor D.I. Mokshin

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

E-mail: [i2ii@bk.ru](mailto:i2ii@bk.ru)

***Abstract.** This article presents the results of a study of the strength set of concrete columns in a software package. The temperature fields of the structure were studied and graphs of concrete strength gain were constructed every two hours for three days.*

**Введение.** На сегодняшний день существует множество различных способов сокращения сроков набора прочности бетона конструкций, что сокращает сроки строительства. Обогрев бетона с помощью греющих проводов занимает в этом особенное положение, так как в большинстве случаев теплота, выделяемая от источника тепловыделения, подводится к забетонированной конструкции снаружи и нагревание бетонной смеси происходит с постепенным распространением тепла во внутренние ее слои.

В случаи обогрева бетона с использованием греющих проводов процесс происходит внутри конструкции, так как источник тепловыделения располагается непосредственно в ней. Поэтому все тепло, выделяемое нагревателем, передается напрямую бетону, что является отличием и достоинством этого способа обогрева.

**Экспериментальная часть.** Для исследований была выбрана колонна с распространенными размерами в гражданском строительстве, а именно 300x300x2800 мм. Сперва необходимо было построить модель с сеткой конечных элементов. Далее необходимо было решить задачу по распределению температурных полей по сечению конструкции. После этого определить прочность бетона на каждом этапе его твердения в течении 7 суток (с интервалом в два часа). Начальные условия были заданы следующие: температура окружающей среды минус 15 °С; скорость ветра 4 м/с (27 Вт/К м<sup>2</sup>); начальная температура бетонной смеси при укладке +10 °С. Класс бетона – В30.

Обогрев бетона ведется греющим проводом марки ПНСВ уложенным на арматуру с шагом 100 мм, потери тепла происходят не только через боковые поверхности опалубки, но и в месте контакта колонны с перекрытием, и в верхней части неопалубленной поверхности укрытой слоем утеплителя.

Для данной задачи были выбраны следующие характеристики: 1) Плотность стали = 7850 кг/м<sup>3</sup>. 2) Теплопроводность стали = 58 Вт/К м. 3) Удельная теплоемкость стали = 470 Дж/кг К. 4) Теплопроводность бетона = 2,04 Вт/К м. 5) Объемная плотность бетона – 2400 кг/м<sup>3</sup>. 6) Удельная начальная теплоемкость бетона = 840 Дж/кг К.

**Результаты.** Рассмотрим полученные температурные поля при обогреве колонны греющим проводом с шагом навивки 100 мм и температуре наружного воздуха  $t_{н.в.} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (рис. 1).

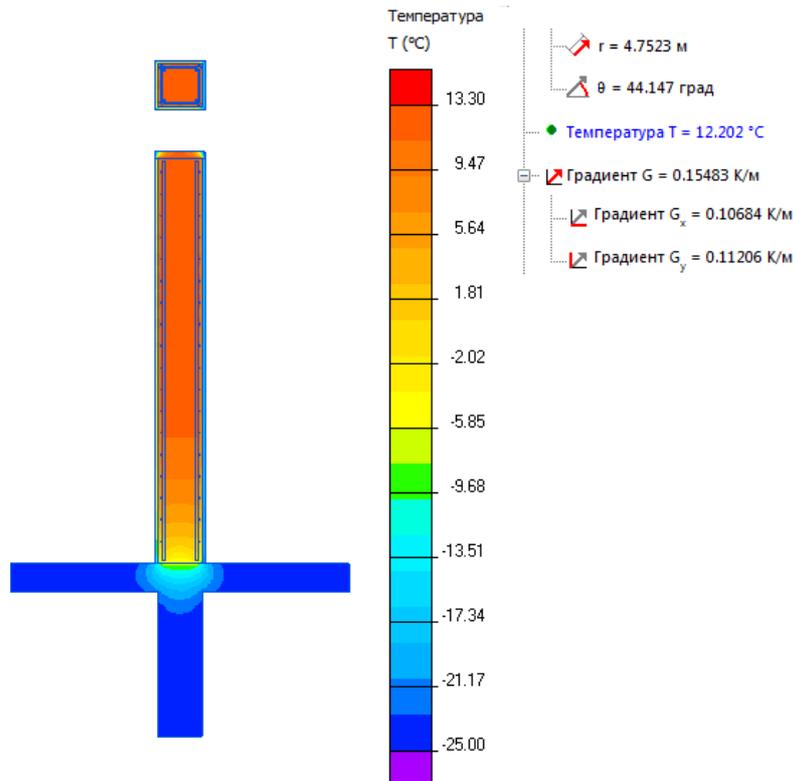


Рис. 1. Температурное поле после 72 ч. электрообогрева (шаг навивки провода 100 мм,  $t_{н.в.} = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Интервал исследования составил 72 часа с момента бетонирования с шагом два часа. Все полученные значения температуры бетонной смеси сведены в табл. 1.

Таблица 1

*Изменение температуры в зависимости от времени*

<b>Время, ч</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>16</b>
Температура, $^{\circ}\text{C}$	12,01	13,98	15,59	16,87	17,90	18,73	19,40	19,94
<b>Время, ч</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>34</b>
Температура, $^{\circ}\text{C}$	20,38	20,73	21,02	21,25	21,44	21,59	21,72	21,81
<b>Время, ч</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>50</b>
Температура, $^{\circ}\text{C}$	21,89	21,96	22,01	22,06	22,09	22,12	22,14	22,16
<b>Время, ч</b>	<b>52</b>	<b>54</b>	<b>56</b>	<b>58</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>64</b>	<b>66</b>
Температура, $^{\circ}\text{C}$	22,17	22,19	22,19	22,20	22,20	22,20	22,20	22,20
<b>Время, ч</b>	<b>68</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	-	-	-	-	-
Температура, $^{\circ}\text{C}$	22,20	22,20	22,20	-	-	-	-	-
Средняя температура, $^{\circ}\text{C}$	<b>20,48</b>							

Примечание: начальная температура бетонной смеси составляет 10°C (0 часов) и она включена в расчет средней температуры конструкции в процессе ее обогрева.

Используя данные табл. 1 была выведена прочность бетона колонны в зависимости от ее средней температуры за весь период электрообогрева, а также составлен график изменения температуры в теле бетона в зависимости от времени электрообогрева (от 0 до 72 часов). График изменения температуры конструкции-колонны от 0 до 72 часов электрообогрева представлен на рис. 2.

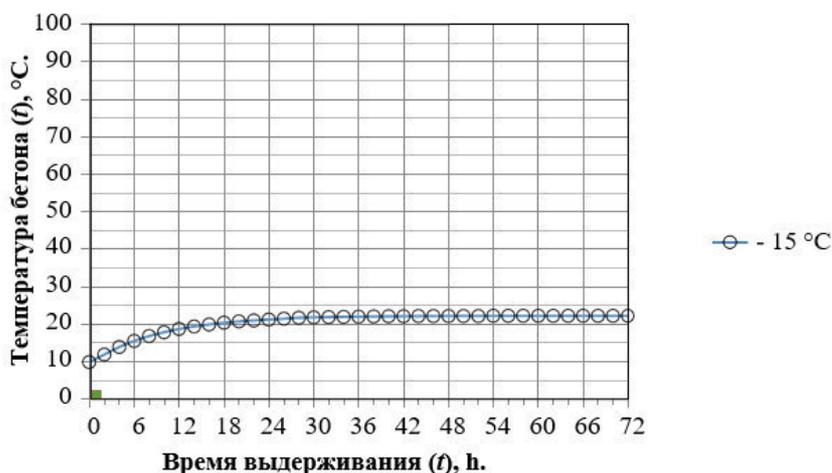


Рис. 2. График изменения температуры конструкции-колонны от 0 до 72 часов электрообогрева

В результате исследования было обнаружено, что средняя температура по сечению конструкции не превышает 30 °C, для определения прочности бетона от R28, использовался метод линейной интерполяции.

Используя метод линейной интерполяции было определено, что в течении трех суток электрообогрева при средней температуре бетонной смеси  $t_{б.ср} = 20,48$  °C, бетон заданного класса набирает 50,72 % от  $R_{28}$ . Согласно нормативному документу [1] этого не достаточно для распалубки конструкции и требуется дальнейший ее электрообогрев.

Увеличив время электрообогрева конструкции с трех до пяти суток прочность бетона повысилась до 65,72 % от  $R_{28}$ , но согласно [1] этой прочности так же оказалось недостаточно.

При увеличении срока электропрогрева до семи суток непрерывного электропрогрева бетон в конструкции набирает 75,72 % от  $R_{28}$ , что согласно [1] удовлетворяет условиям и не требует дальнейшего его электрообогрева.

**Заключение.** При заданных начальных условиях электрообогрева колонны набор прочности, согласно [1] наступает на 6...7 сутки. При температуре наружного воздуха не ниже минус 15 °C. Данную схему применять не целесообразно при более низких температурах, т.к. бетон не наберёт требуемую прочность за отведенный промежуток времени или рекомендовано использовать дополнительное утепление опалубки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями N 1, 3).

УДК 666.3-16

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ЦИРКОНИЕВОЙ КЕРАМИКИ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ  
ЭЛЕМЕНТАМИ**С.Н. Мусурмонов, С.В. Мелентьев, В.А. Литвинова

Научный руководитель: к.т.н. С.В. Мелентьев

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [sayyod.musurmonov@mail.ru](mailto:sayyod.musurmonov@mail.ru)**STUDY OF HEAT-INSULATING AND STRENGTH CHARACTERISTICS OF ZIRCONIUM  
CERAMICS STABILIZED WITH RARE EARTH ELEMENTS**S.N. Musurmonov, S.V. Melentyev, V.A. Litvinova

Scientific Supervisor: cand. of technical sc. S.V. Melentyev

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

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

**Abstract.** *The paper studies the thermal insulation and strength characteristics of zirconium ceramics stabilized with rare earth elements. The main component of zirconium ceramics is zirconium dioxide  $ZrO_2$ , which is obtained by the sol-gel synthesis of the initial component zirconium oxychloride (IV)  $8 - aqueous ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ . Oxides of the rare earth metals lanthanum and cerium ( $La_2O_3$ ,  $CeO_2$ ) obtained by sol-gel synthesis of the initial components of lanthanum (III) chloride  $LaCl_3$  and cerium (III) chloride  $CeCl_3$ , respectively, were used as stabilizing components. It has been experimentally established that zirconium ceramics partially stabilized with  $La_2O_3$  have better thermal insulation properties than unstabilized ones. Studies have shown that the stabilization of zirconium ceramics by  $CeO_2$  leads to an increase in its strength characteristics.*

**Введение.** Актуальность применения циркониевой керамики, основным элементом которой является диоксид циркония ( $ZrO_2$ ), в различных отраслях промышленности обусловлена большим многообразием её свойств, долговечностью в агрессивных средах и пр. Благодаря высокому коэффициенту теплового расширения ( $\alpha=11 \cdot 10^{-6}$  К), низкой теплопроводности (от 2,5 до 3 Вт/(м·К)) циркониевая керамика может применяться в строительстве в качестве теплозащитного покрытия. Стабилизация циркониевой керамики редкоземельными элементами позволяет добиться более высоких показателей механических свойств, теплоизоляционных характеристик и пр., за счет контролируемого фазового перехода тетрагональной фазы (t- $ZrO_2$ ) в моноклинную (m- $ZrO_2$ ). Разработка новых технологий получения высокопрочной циркониевой керамики является актуальной материаловедческой задачей. В связи с вышесказанным, целью данной работы является получение и исследование теплоизоляционной и высокопрочной циркониевой керамики стабилизированной редкоземельными элементами.

**Экспериментальная часть.** Стабилизирующие добавки представляют собой оксиды металлов, ионный радиус которых близок к соответствующему значению для  $ZrO_2$ . Проведенный на основе литературных и патентных данных анализ современного состояния исследований, в выбранном научном

направленні, виявил перспективність використання рідкоземельного елемента лантана (La) для частинної стабілізації цирконієвої кераміки, підвищення її термостійкості, теплоізоляційних властивостей, а також для виробництва різних теплоізоляційних матеріалів, в частині, на основі пірохлорної системи ( $\text{La}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ ) [1–3]. Із вищесказаного слідує, що основним компонентом для створення теплоізоляційної кераміки буде виступати  $\text{ZrO}_2$ , а для його стабілізації буде використано оксид рідкоземельного елемента лантана ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ). З метою отримання високопрочної кераміки, в роботі запропоновано в якості компонента стабілізуючого фазові переходи кераміки на основі діоксида цирконія використовувати оксид рідкоземельного елемента церія ( $\text{CeO}_2$ ). Цирконієва кераміка, частинно стабілізована  $\text{CeO}_2$ , характеризується високими прочнісними показателями.

В ході експерименту  $\text{ZrO}_2$  отримано методом золь-гель синтезу вихідного компонента цирконій хлорид (IV) 8 – водний  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .  $\text{La}_2\text{O}_3$  і  $\text{CeO}_2$  отримані методом золь-гель синтезу вихідних компонентів хлориду лантана (III)  $\text{LaCl}_3$  і хлориду церія (III)  $\text{CeCl}_3$  відповідно. Для виготовлення зразків теплоізоляційної цирконієвої кераміки використано метод статичного пресування порошкового матеріалу без нагріву з наступним спеканням пресованої кераміки в печі (рис. 1) [4, 5]. Даний спосіб отримання цирконієвої кераміки характеризується простою технологією і надійністю [6, 7]. Теплопровідність зразків цирконієвої кераміки стабілізованої  $\text{La}_2\text{O}_3$  визначали на приладі LFA 467 HyperFlash. Межу міцності зразків цирконієвої кераміки стабілізованої  $\text{CeO}_2$ , отриманих за схемою (рис. 1), визначали на приладі ПСН–0.12.10.



Рис. 1. Схема технологического процесса изготовления теплоизоляционной циркониевой керамики частично стабилизированной оксидом лантана

**Результаты.** Исходя из полученных экспериментальных данных (таблица 1) следует, что теплопроводность полученной цирконієвої кераміки стабілізованої оксидом лантана 1,45 Вт/(м·К)

ниже, чем у керамики на основе чистого  $ZrO_2$  2,5 Вт/(м·К) и незначительно выше или ниже, чем у аналогов. Полученные данные свидетельствуют о том, что разработанная циркониевая керамика, в сравнении с нестабилизированной, обладает лучшими теплоизоляционными характеристиками. В ходе эксперимента установлено, что предел прочности на сжатие образцов керамики на основе чистого  $ZrO_2$  составляет 750 МПа, а керамики стабилизированной  $CeO_2$  1300 МПа, что свидетельствует о более высоких прочностных показателях керамики, изготовленной по разработанной технологии.

**Заключение.** Таким образом, в работе представлен обоснованный состав циркониевой керамики и исследованы её теплоизоляционные и прочностные характеристики после стабилизации редкоземельными элементами. По результатам исследования теплопроводности установлено, что циркониевая керамика частично стабилизированная  $La_2O_3$  обладает лучшими теплоизоляционными показателями, чем нестабилизированная. Исследования показали, что стабилизация циркониевой керамики  $CeO_2$  приводит к повышению её прочностных характеристик до 1300 МПа.

Таблица 1

*Теплоизоляционные и прочностные характеристики стабилизированной циркониевой керамики*

№ п/п	Состав циркониевой керамики	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Предел прочности на сжатие, МПа
1	$ZrO_2$	2,5	750
2	$ZrO_2-CeO_2$ (полученная)	-	1300
3	$ZrO_2-La_2O_3$ (полученная)	1,45	-
4	$La_2Zr_2O_7$ (пирохлорная система)	1,15	-
5	$ZrO_2-La_2O_3$ (аналог)	1,6	-

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. By Liu [et al.] Phase stability and thermal conductivity of  $La_2O_3$ ,  $Y_2O_3$  stabilized  $ZrO_2$  ceramic for thermal barrier coating application // Advanced Materials Research. – 2014. – Vol. 1033–1034. – P. 907–911.
2. Wang Jing. Investigation of rare earth-doped ceramics as thermal barrier coating materials: PhD thesis. University of Nottingham. – 2016. – P. 213.
3. Xiang J. [et al.] Phase structure and thermophysical properties of co-doped  $La_2Zr_2O_7$  ceramics for thermal barrier coatings // Ceramics International. – 2012. – Vol. 38. – P. 3607–3612.
4. Попильский Р.Я., Пивинский Ю.Е. Прессование порошковых керамических масс. – М.: Металлургия, 1983. – 176 с.
5. Боков А.А. [и др.] Одноосное компактирование нанопорошков на магнитно-импульсном прессе // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83, № 10. – С. 68–77.
6. Мищенко М.А., Мелентьев С.В. Разработка технологии изготовления керамики на основе диоксида циркония // Избранные доклады 65-ой Юбилейной университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2019. – С. 473 – 474.
7. Мусурмонов С.Н., Мелентьев С.В. Теплоизоляционная керамика на основе диоксида циркония // Избранные доклады 66-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. – Томск, 2020. – С. 255 – 257.

УДК 691.327.333

## ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА

В.А. Насыров

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [vlad.a7@mail.ru](mailto:vlad.a7@mail.ru)

## INFLUENCE OF THE COMBINED ADDITIVE ON THE PROPERTIES OF FOAM CONCRETE

V.A. Nasyrov

Scientific Supervisor: A/Professor PhD. A.B. Steshenko

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

E-mail: [vlad.a7@mail.ru](mailto:vlad.a7@mail.ru)

***Abstract.** The results of studies of the influence of aluminosilicate microspheres from Seversk Heat and Power Plant in Tomsk Region on the properties of foam concrete are presented. Optimal compositions of heat-insulating foam concrete with 10-15% replacement of cement with a microsphere with a density grade of D500, a compressive strength class of B0.5-0.75 and a thermal conductivity coefficient of 0.117-0.123 W/(m·°C) have been developed. The developed composition of cement foam concrete is recommended for use in monolithic construction of individual housing.*

**Введение.** При строительстве ресурсосберегающих и экономичных индивидуальных жилых зданий повышается потребность в энергоэффективных поризованных стеновых материалах, отвечающих современным требованиям. К таким эффективным стеновым материалам относится цементный пенобетон естественного твердения. Эффективность теплозащиты ограждающих конструкций зданий из пенобетона зависит от характеристик пористой структуры: от содержания, размеров и равномерности распределения пор и влажности. В цементном пенобетоне межпоровые перегородки состоят преимущественно из цементного камня и заполнителя. Для достижения низких значений коэффициента теплопроводности пенобетона цементно-песчаную матрицу необходимо максимально насыщать воздушными порами при сохранении прочности перегородок. Этого возможно добиться путем создания пены с размерами пор, обеспечивающими плотную упаковку, т.е. путем насыщения цементно-песчаных перегородок микропорами при одновременном повышении прочности цементного камня. Такую задачу можно решить введением в пенобетонную смесь модифицирующих добавок, ускоряющих твердение и повышающих прочность цементной матрицы и пористых активных минеральных добавок [1]. Для уменьшения теплопроводности благодаря увеличению микропор и сохранению прочности межпоровых перегородок при приготовлении смесей вводят пористые активные минеральные добавки: микрокремнезем, золы уноса, термомодифицированный торф [2]. На основе анализа результатов исследований нами была выдвинуто предположение о возможности снижения коэффициента теплопроводности пенобетона путем введения пористой добавки из микросферы, являющейся

источником местного кремнеземсодержащего сырья [3]. Целью данной работы является определение влияния алюмосиликатной микросферы на свойства пенобетонной смеси и пенобетона.

**Экспериментальная часть.** Для приготовления пенобетонной смеси использовались: портландцемент Топкинского цементного завода ЦЕМ I 42.5Б (ГОСТ 30515-2013); кварцевый песок Томской области Кандинского месторождения, фр. 0,63-0,16 мм (ГОСТ 8736-2014); пенообразователь ПБС с кратностью пены 7 и стойкостью не менее 250 с; плавающая алюмосиликатная микросфера золошлаковых отходов Северской ТЭЦ. Микросфера вводилась в состав пенобетонной смеси взамен цемента в количестве 5, 10 и 15% по массе. Для достижения необходимой подвижности пенобетонной смеси в работе использовался суперпластификатор Реламикс Т-2 (АО «Полипласт»), являющейся одновременно ускорителем набора прочности бетона. Суперпластификатор вводился в состав пенобетонной смеси в количестве 0,5% от массы цемента при одновременном уменьшении количества воды на 10%. Физические свойства и зерновой состав плавающей алюмосиликатной микросферы приведены в табл. 1 и 2. Химический состав микросферы в основном представлен оксидами кремния ( $\text{SiO}_2 - 47,06\%$ ), алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3 - 22,67\%$ ) и железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 12,44\%$ ).

Таблица 1

Физические свойства плавающей алюмосиликатной микросферы

Цвет	Средняя насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Марка по насыпной плотности	Влажность, % по массе	Содержание не плавающего осадка, % по массе
Серый	365	D400	0,2	0,4

Таблица 2

Зерновой состав плавающей 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	0,6	23,8	70,2	5,74	Отсутствуют
0,0	0,6	24,4	94,6		

По результатам ранее проведенных исследований была выбрана одностадийная технология приготовления пенобетонной смеси с применением турбулентного смесителя [2]. С учетом результатов оптимизации технологических режимов приготовления пенобетонной смеси в лабораторном смесителе был разработан базовый (контрольный) состав пенобетона, приведенный в табл. 3. Отформованные образцы пенобетона выдерживались до испытаний при температуре  $20 \pm 2$  °С и относительной влажности воздуха не менее 90–100%. Оценка качества пенобетона проводилась по ГОСТ 25485–2014 в высушенном состоянии.

Таблица 3

Базовый состав пенобетонной смеси

Количество материалов, %			
Цемент	Песок	Пенообразователь	Вода
46,40	23,20	0,232	30,16

**Результаты.** Результаты влияния алюмосиликатной микросферы на показатели теплопроводности и водопоглощения приведены на рис. 1 и в табл. 4. Полученные образцы пенобетона соответствуют марки по средней плотности D500 и класс прочности на сжатие B0.5-B0.75.

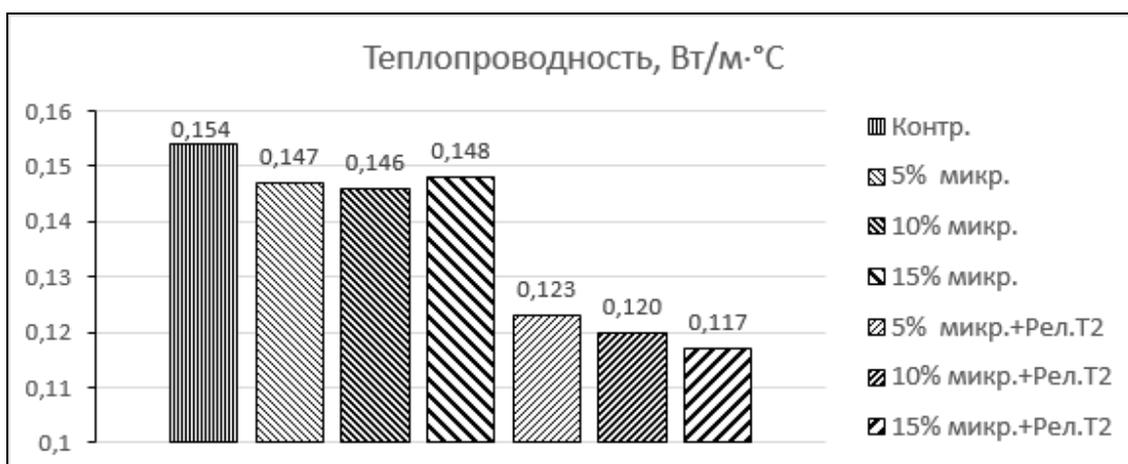


Рис. 1. Влияние микросферы на теплопроводность пенобетона

Таблица 4

Водопоглощение пенобетона

Состав	Базовый	5% микр.	10% микр.	15% микр.	5% микр. + Реламикс Т2	10% микр. + Реламикс Т2	15% микр. + Реламикс Т2
Водопоглощение по массе, %	67	65	60	58	47	44	53

В результате проведенных исследований установлено, что применение алюмосиликатной микросферы Северской ТЭЦ в количестве 10% и 15% взамен цемента по массе совместно с суперпластификатором Реламикс Т-2 позволяет значительно уменьшить коэффициент теплопроводности пенобетона на 22% (0,120 Вт/м·°С) и 24% (0,117 Вт/м·°С) соответственно, а также уменьшить и водопоглощение по массе на 21-34% по сравнению с контрольным составом. Пониженная теплопроводность пенобетона с микросферой объясняется повышенной однородностью структуры и содержанием закрытых пор. Приведенные значения водопоглощения по массе пенобетона соответствуют содержанию замкнутых пор в образцах.

**Заключение.** В пенобетоне с алюмосиликатной микросферой максимальный эффект снижения коэффициента теплопроводности на 24% наблюдается при дозировке 15% от массы цемента и совместном использовании суперпластификатора Реламикс Т-2 в количестве 0,5% от массы цемента. Также применение данного комплекса добавок позволяло снизить водопоглощение по массе пенобетона на 21%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dien V.K., Ly N.C., Lam T.V., Bazhenova S.I. Foamed concrete containing various amounts of organic-mineral additives // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series. 2020. V. 1425. P. 012199.
2. Стешенко А.Б., Кудряков А.И. Пенобетон с пластифицирующими и микроармирующими добавками // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2018. – № 3 (52). – С. 26–40.
3. Стешенко А.Б., Кудряков А.И., Рябцева Н.Е. Цементный пенобетон с шлаковыми песками энергетической и металлургической промышленности // «ALITinform» Международное аналитическое обозрение. – 2020. – № 1 (58). – С. 22-37.

УДК 691.32

**ПРИМЕНЕНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК  
МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ**А.Д. Панфилова, М.В. Шиняева, Э.А. Беляускас

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. М.А. Дмитриева

Балтийский федеральный университет им. И. Канта,

Россия, г. Калининград, ул. Александра Невского, 14, 236041

E-mail: [adpanfilova98@gmail.com](mailto:adpanfilova98@gmail.com)**APPLICATION OF WOLLASTONITE TO IMPROVE FINE CONCRETE CHARACTERISTICS**A.D. Panfilova, M.V. Shinyaeva, E.A. Belauskas

Scientific Supervisor: Prof., Dr. M.A. Dmitrieva

Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia, Kaliningrad, Alexandra Nevskogo str., 14, 236041

E-mail: [adpanfilova98@gmail.com](mailto:adpanfilova98@gmail.com)

***Abstract.** This paper presents an analysis of the effect of wollastonite on the properties of fine-grained concrete applicable in 3D construction. The fact of increasing the strength of the samples and reducing the setting time was confirmed. The structure was analyzed using the method of computed tomography.*

**Введение.** Современные бетоны являются сложными многокомпонентными системами, которые должны отвечать целому ряду требований. Обеспечение необходимых свойств производится различными способами, среди которых можно выделить метод воздействия на бетонную смесь путем введения в ее состав модифицирующих компонентов. Так, добавки могут регулировать, изменять и улучшать исходные свойства или же придавать качественно новые. Волластонит, являющийся природным силикатом кальция, имеет уникальные характеристики [1, 2], которые позволяют использовать его и для модификации бетонов, применимых в 3D строительстве. Известно, что такие смеси должны обладать оптимальными реологическими показателями и сроками схватывания для обеспечения экструзии, а также контролируемой кинетикой набора ранней прочности [3]. Немаловажным аспектом является и обеспечение дисперсного армирования системы. Структура кристаллов волластонита имеет вытянутую по длине форму, определяющую эффективную микроармирующую функцию игольчатых зерен, что обеспечивает его применение в качестве наполнителя, улучшающего прочностные показатели бетона.

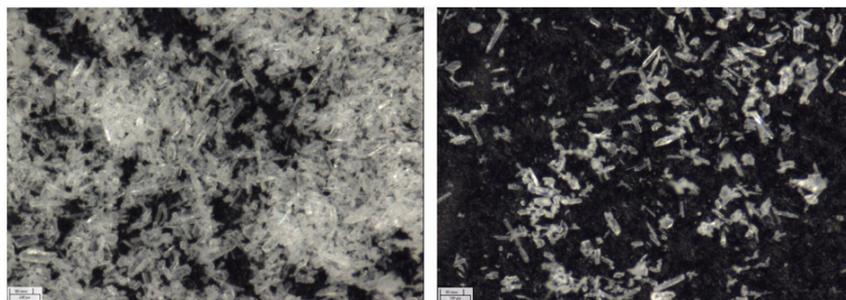


Рис. 1. Кристаллы волластонита, 11,5х

**Экспериментальная часть.** Исследование влияния волластонита на физико-механические свойства мелкозернистого бетона проводилось на базе ранее полученного состава, оптимально отвечающего требованиям 3D строительной печати [3]. Опытные образцы изготавливались исходя из различной степени замещения цемента волластонитом: 0% (контрольный состав №1), 2% (состав №2), 4% (состав №3), 6% (состав №4) и 8% (состав №5). За основу было взято цементное вяжущее марки М500, в качестве мелкого заполнителя - фракционированный сухой строительный песок с размером фракций 0-2 мм. Также в составе применялись микрокремнезем (МКР), метакаолин (МТК) и гиперпластификатор Stachement 1267. Используемый микроволластонит - мелкий сухой рыхлый порошок белого цвета марки 30-96, которой соответствует типичное характеристическое отношение 4:1, длина частиц 60 мкм и толщина 15 мкм. Расход компонентов на 1 м<sup>3</sup> смеси контрольного состава следующий: цемент – 545,3 кг, песок – 1168 кг, МКР – 156 кг, ВМК – 78 кг, гиперпластификатор Stachement 1267 – 11,7 л, вода – 399,4 л.

На базе составов изготавливались образцы-кубы размером 20x20x20 мм для определения начальной прочности на сжатие в возрасте 30, 45, 60 и 75 минут и образцы-балочки 40x40x160 мм для проведения прочностных испытаний на изгиб и сжатие на 7 и 28 суток. Для смесей исследуемых составов были определены сроки схватывания на приборе Вика с иглой согласно ГОСТ 310.3-76, а также проанализирована структура с помощью метода компьютерной томографии.

**Результаты.** Эффективность использования модифицирующих добавок принято оценивать по величине технического эффекта. Важным критерием оценки является изменение прочности модифицированных составов по сравнению с контрольными составами в различные моменты времени.

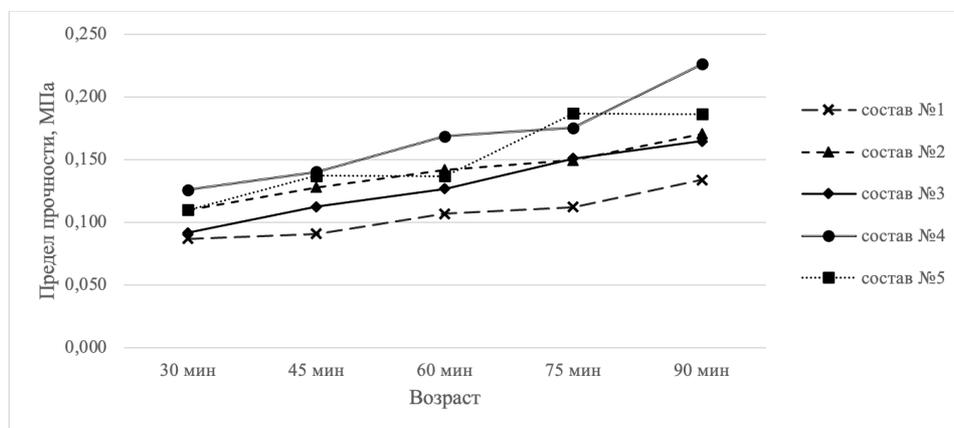


Рис. 2. Предел прочности при сжатии на ранних сроках схватывания

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод, что введение волластонита в исследуемых дозировках привело к росту начальной прочности бетона. Наиболее интенсивный прирост наблюдался у составов №4 (6%) и №5 (8%). Для них прирост прочности в возрасте 90 минут по сравнению с контрольным составил 68% и 39% соответственно. На более поздних сроках твердения состав №5 также показал наибольшие значения по прочности на сжатие как на 7, так и на 28 суток, прирост прочности по сравнению с контрольным - 34% и 16% соответственно. Было отмечено, что добавление в состав волластонита приводит к сокращению сроков схватывания по сравнению с контрольным составом, что вызвано ускорением гидратационных процессов.

Таблица 1

Сроки схватывания составов

Состав	1	2	3	4	5
Сроки схватывания:					
начало	2 ч 45 мин	1 ч 00 мин	1 ч 00 мин	1 ч 20 мин	1 ч 40 мин
конец	3 ч 15 мин	1 ч 45 мин	2 ч 10 мин	2 ч 30 мин	3 ч 00 мин

В качестве инструмента по наблюдению за процессом формирования внутренней структуры образцов на ранних стадиях твердения был использован метод рентгеновской компьютерной томографии. Результат съемки позволил определить наличие внутренних пустот и иных дефектов структуры, а также оценить характер распределения структурных единиц в объеме материала по трем сечениям. По характеру распространения внутренних дефектов и пор контрольный состав уступает образцам с добавлением волластонита. Плотность образованного цементного камня, а также степень взаимодействия исходных компонентов смеси выше в составах с применением волластонита, что также подтверждается при визуальной оценке внутреннего объема образцов.

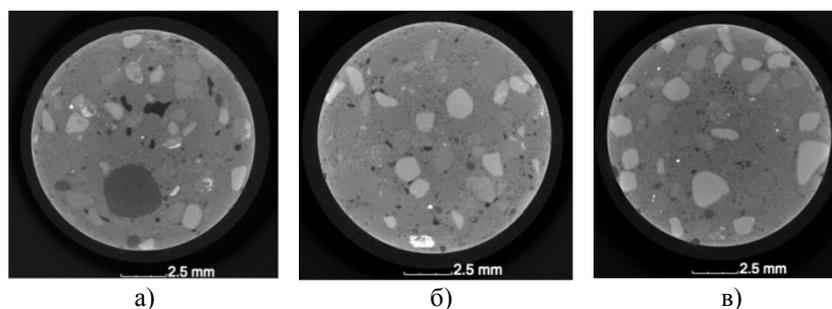


Рис. 2. Внутренняя структура образцов: а) контрольный; б) состав №1; в) состав №2

**Заключение.** В результате проведенных исследований было отмечено, что при введении волластонита в количестве от 6% по массе цемента наблюдается рост прочностных характеристик и сокращение сроков схватывания бетонной смеси, что подтверждает актуальность использования волластонита для регулирования свойств бетонных смесей, применимых в аддитивных технологиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козин А.В., Федюк Р.С., Ю.Ю. Ильинский, Ярусова С.Б., Гордиенко П.С., Мосаберпанах Мохаммад Али. Влияние волластонита на механические свойства бетона // Строительные материалы и изделия. – 2020. – Т.3., № 5. – С. 35-42.
2. Mathur R., Misra A.K., Goel P. Influence of wollastonite on mechanical properties of concrete // Journal of Scientific & Industrial Research. – 2007. – V. 66. – P. 1029-1034.
3. Шаранова А.В., Дмитриева М.А. Подбор композиций, пригодных для реализации аддитивных технологий в строительстве // Современные строительные материалы и технологии: сб. статей под ред. М.А. Дмитриевой – Калининград, 2019. – С. 51-72.

УДК 693.547.32.2

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОГРЕВА БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ЖИДКОСТНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ**

К.А. Пьянкова, С.К. Меньшов, С.В. Коробков

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [pankovaka18@gmail.com](mailto:pankovaka18@gmail.com)

**LABORATORY STUDIES OF CONCRETE HEATING USING LIQUID HEAT CARRIER**

K.A. Piankova, S.K. Menshov, S.V. Korobkov

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

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

E-mail: [pankovaka18@gmail.com](mailto:pankovaka18@gmail.com)

***Abstract.** To verify and confirm the theoretical data to the real conditions of the choice of the heat treatment mode, temperature control during the heating period, isothermal holding and cooling, and in order to obtain concrete of the required strength and quality, experimental studies were carried out using a liquid coolant in laboratory conditions. Experimental studies were carried out in the laboratory of the department-executor of the Research Institute "Technology of Construction Production" TGASU.*

**Введение.** Использование существующих режимов тепловой обработки бетонных смесей в зимний период времени, требует постоянного совершенствования и нововведений [1–3]. В данной работе для проверки и подтверждения теоретических данных к реальным условиям выбора режима тепловой обработки, контроля температуры в период разогрева, изотермического выдерживания и остывания, а также с целью получения бетона требуемой прочности и качества были проведены экспериментальные исследования с использованием жидкостного теплоносителя в лабораторных условиях.

**Экспериментальная часть.** Для моделирования тепловой обработки с использованием жидкостного теплоносителя была создана экспериментальная установка, имитирующая участок монолитного железобетонного перекрытия толщиной 200 мм.

Модель представляла собой прямоугольный участок размером в плане 0,6×1,2 м, ограниченный со всех сторон опалубкой из доски толщиной 40мм. В качестве модели бетонной смеси выступает мелкозернистый песок. Для минимизации теплопотерь бетонной смеси в процессе тепловой обработки опалубка устанавливалась на слой теплоизоляционного материала (плита «Пеноплекс») толщиной 50 мм. По периметру опалубка утеплялась пенополистиролом толщиной 100 мм. Сверху модель через слой гидроизоляции укрывалась слоем утеплителя толщиной 50 мм.

В качестве источника нагревания и регулирования температуры теплоносителя использовался блок регулирования температуры погружной циркуляционный «МО1». В качестве трубчатого нагревателя, прямого и обратного трубопроводов, соединяющих экспериментальную модель опалубки и

блок регулювання температури в циркуляційну гідравлічну систему, використовувалась силіконова трубка  $\varnothing 12$  мм. В якості жидкостного теплоносія використовувалась вода.

Для забезпечення рівномірного прогріву бетонної суміші трубчаті нагрівачі розташовані в вирівнюючому шарі піску товщиною 50 мм (рис. 1).

Для фізичного контролю набору міцності бетону по температурі його виховання, а також для вивчення його фізико-механічних властивостей (міцність на стиснення, водопоглинання, щільність, вологемкість і т.п.), а також структурні властивості (пористість, пластична міцність, і т. д.) в лабораторних умовах були проведені випробування. Випробування проводились на зразках-кубах, виготовлених з мелкозернистого бетону на портландцементі марки М400, з розмірами граней  $100 \times 100 \times 100$  мм. Отримані зразки були встановлені в тіло, прогріваемого об'єму, що є плита перекрытия из песка.

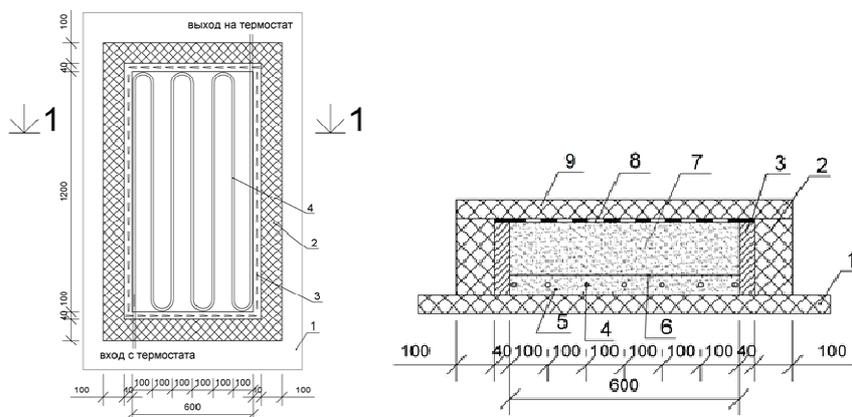


Рис. 1. Геометрическая модель экспериментальной установки:

- 1 – основание – плита пеноплекс 50мм; 2 – утеплитель – пенополистирол 100мм;  
3 – опалубка – деревянная доска 40мм; 4 – трубчатый нагреватель – силиконовая трубка, диаметром 12мм; 5 – выравнивающий слой песка 50мм; 6 – фанера толщиной 5мм; 7 – песок 200мм;  
8 – пароизоляция – полиэтиленовая пленка; 9 – утеплитель – плита пеноплекс 50мм

Сводный график изменения средней температуры по объему экспериментальной установки приведен на рисунке 2.

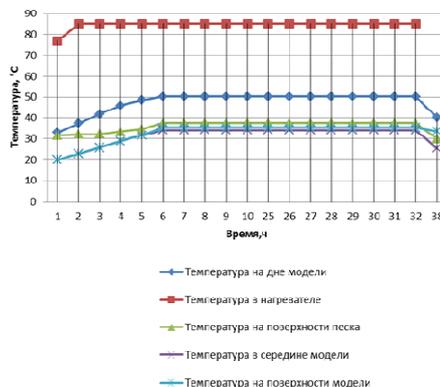


Рис. 2. Сводный график изменения температуры по объему экспериментальной установки во времени в процессе тепловой обработки жидкостным теплоносителем

Після закінчення остигання бетонні зразки-кубики вилучалися з тіла експериментальної установки і підвергалися випробуванням для визначення фактичних фізико-механічних характеристик (прочність, модуль пружності, щільність, структура і пористість, вологість і водонепроникність).

Вологість бетону визначалася термостатно-ваговим способом, тобто зразки висушували до постійної маси в попередньо нагрітій до 105 °С сушильній шафі [1]. Вологість визначалася відношенням маси вологи до маси сухого зразка (таблиця 1).

**Результати.** Таким чином, середня вологість і пористість бетонних зразків-кубиків становить 3,0%. Середня щільність становить 2320 кг/м<sup>3</sup>.

Випробування зразків для визначення прочності проводилися в лабораторії на гідравлическому пресі П-50. Всі результати випробувань були представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

*Експериментальні дані*

№ зразка	Маса зразка після распалубки, кг	Маса зразка після сушки, кг	Маса зразка во вологому стані, кг	Маса зразка після другої сушки, кг	Різниця між вологим і сухим зразком в кг	Різниця між сухим і вологим зразком в %	Гранична міцність при стисненні, МПа
1	2,265	2,255	2,335	2,275	0,06	3	21,1
2	2,290	2,275	2,355	2,290	0,065	3	20,2
3	2,385	2,375	2,425	2,380	0,045	2	22,8
4	2,420	2,405	2,465	2,415	0,05	4	21,3
5	2,285	2,270	2,350	2,285	0,065	3	21,0
6	2,275	2,265	2,325	2,275	0,05	3	23,0

Таким чином, середня міцність бетонних зразків-кубиків становить 21,6 МПа, що відповідає класу В15.

**Висновок.** В результаті проведених досліджень, розроблена і експериментально досліджена фізична модель технології підтверджує можливість застосування рідинного теплоносія для зимнього бетонування монолітних бетонних і залізобетонних конструкцій.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Баженов Ю.М. Технологія бетону. М.: Видавництво АСВ, 2002. – 500 с.
2. Несветаєв Г.В. Бетони: навчальний посібник. – Ростов н/Д: Видавництво Фенікс, 2013. – 381 с.
3. Гнєря А.І., Коробков С.В. Технологія бетонних робіт в зимніх умовах: навч. посібник. – Томськ: Видавництво ТГАСУ, 2011. – 412 с.

УДК 666.972

**ВЛИЯНИЕ МОЛОТОГО ДОМЕННОГО ШЛАКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
БЕТОННОЙ СМЕСИ**К.А Рыльская

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Н.О. Копаница  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [rylskaya1@bk.ru](mailto:rylskaya1@bk.ru)

**BIOCOMPOSITES FOR BONE TISSUE REGENERATION**К.А. Rylskaya

Scientific Supervisor: Prof., Dr. N.O. Kopanitsa  
Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Tomsk, Solyanaya square 2, 634003  
E-mail: [rylskaya1@bk.ru](mailto:rylskaya1@bk.ru)

***Abstract.** The article discusses the results of research on the use of ground blast furnace slag in the production of concrete. The paper investigates the influence of metallurgical waste - blast furnace ground slag on the properties of cement stone. Strength tests were carried out with a slag content of 50% by weight of cement when the plasticizing additive Mt6 was introduced into the concrete mixture in an amount of 0.4% and 0.5%. According to the conducted research, a conclusion was made about the effectiveness of replacing ground slag by 50% of the cement weight with the introduction of a plasticizing additive in the amount of 0.5%. The ability to reduce the cost of production while maintaining the strength characteristics of concrete when replacing cement with ground slag with the introduction of a plasticizing additive into the mixture.*

**Введение.** Современное строительство предъявляет все более высокие требования к бетону, что влечет за собой необходимость использования большого количества цемента на основе клинкера. Производство цемента негативно сказывается на экологической ситуации в мире. Поэтому появляется необходимость использования альтернативных видов вяжущих. Одним из таких является молотый доменный гранулированный шлак [1, 2].

При использовании шлака гранулированного молотого многими исследователями было отмечено положительное влияние его на свойства бетонов, а именно: высокая реакционная способность, коррозионная стойкость; повышенная долговечность в условиях действия агрессивных сред; низкие усадочные деформации при твердении. Вопросы по достижению необходимой прочности, морозостойкости и водонепроницаемости бетонов при использовании шлака молотого возникать не должно, если проведен правильный подбор состава на требуемый класс бетона на имеющихся инертных материалах и добавках [3, 4].

В работах данного автора были проведены исследования по замещению до 20% цемента молотым доменным шлаком, что позволило выявить, что прочностные характеристики бетонной смеси увеличиваются. В данной работе исследование направлено на изучение прочностных характеристик

бетонної суміші при заміщенні 50% цементу шлаком без пластифікуючої добавки, а також склад суміші з пластифікуючої добавки в кількості 0,4%-0,5% для порівняльних характеристик.

**Експериментальна частина.** Для проведення експериментальних досліджень в даній роботі використовувалися сировинні матеріали, що відповідають вимогам нормативних документів.

Дослідження проводилися з метою отримання якісної бетонної суміші, з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

На сьогоднішній день єдиним підприємством в Росії, випускаючим молотий гранульований доменний шлак, як готовий продукт активну мінеральну добавку «GreenCems-450», є ООО «Мечел-Матеріали». Молотий шлак має удільну поверхню  $510 \pm 10 \text{ м}^2/\text{кг}$ , що забезпечує оптимальне співвідношення витрат на помол і якість отриманого продукту [5]. Фізико-механічні показники мінеральної активної добавки «GreenCems-450» наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні показники активної добавки

Тонкість помолу (прохід через сито №0045), %	99,9
Удільна поверхня, $\text{м}^2/\text{кг}$	508
Влажність, %	0,11
Прочність на стиснення в віці 28 днів, МПа	16,9
Начало схватывания, мин	240

В якості пластифікуючої добавки застосовувався гіперпластифікатор Master Betomix Мт в кількості 0,4 % і 0,5 %. Дане кількість добавки пластифікатора вибрано на основі літературного аналізу і проведених досліджень компанії-виробника добавки.

Для оцінки прочностних характеристик бетону з заміщенням 50% шлаку від маси цементу, були виготовлені зразки - кубики розміром  $10 \times 10 \times 10$  см з бетонної суміші. Готові зразки бетонної суміші твердели в камері при нормальних умовах ( $t = 20-22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $W = 90-95 \text{ \%}$ ) для наступного набору прочності. Прочність визначалася в віці 3, 7 і 28 днів.

Результати випробувань бетону на прочність, наведені на рис. 1.

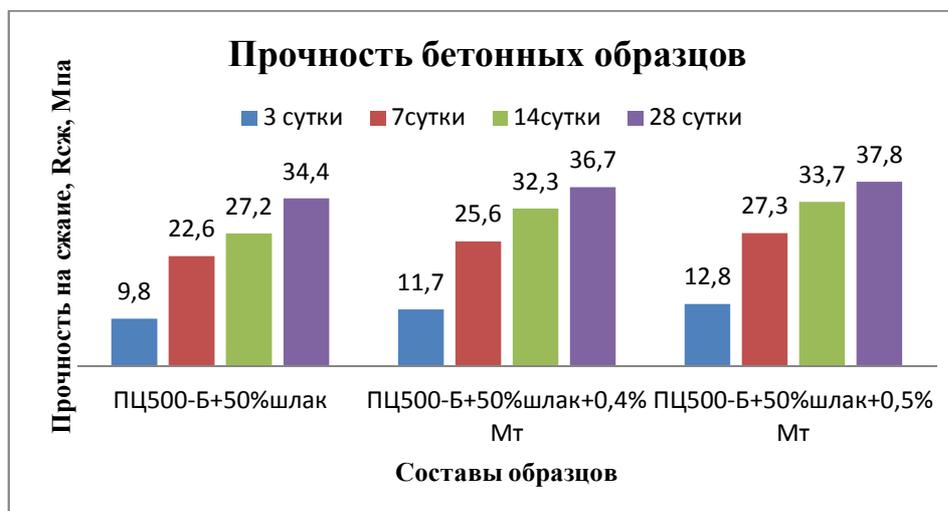


Рис. 1. Результаты испытаний бетона на прочность на сжатие

**Результаты.** Анализ данных, представленных на рис. 1. позволяет сделать вывод об эффективности применения пластифицирующей добавки при замещении добавкой шлака 50% от массы цемента. Прочность на сжатие модифицированных образцов в возрасте 14 и 28 суток при замещении 50% шлака от массы цемента с введением 0,5 % Мтб увеличивается прочность увеличивается на 6,5% и 3,4% по сравнению с контрольным образцом без введения пластификатора. По сравнению с образцом при 0,4% добавки прочность образца с количеством 0,5% Мтб увеличивается на 1,4% и 1,1% в возрасте 14 и 28 с

**Заключение.** В результате проведенных исследований по влиянию молотого доменного шлака на свойства бетонной смеси, показали возможность замещения до 50 % цемента шлаком при введении в готовую смесь пластифицирующей добавки. Позволяет существенно снизить расход цемента, при этом набор прочности и другие характеристики бетона соответствуют требованиям ГОСТ 24211-03 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия».

Возможность сократить себестоимость продукции при сохранении прочностных характеристик бетона при замещении молотым шлаком цемента с введением в смесь пластифицирующей добавки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 368 с.
2. Иванов, И.М., Крамар Л.Я., Кирсанова А.А. Бетон на основе шлако-портландцемента для дорожных и аэродромных покрытий // Цемент и его применение. – 2019. – № 2. – С. 96-102.
3. Рыльская К.А. Бетоны для монолитного строительства с эффективными добавками // 67-Я Университетская научно-техническая конференция студентов и молодых ученых. – Томск, 2021.– С. 96-99.
4. Демьяненко О.В., Копаница Н.О., Саркисов Ю.С., Горленко Н.П. Исследование свойств цементного камня с комплексной добавкой // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2020. – № 22(4). – С. 147-156.
5. Трофимов Б.Я., Шудяков К.В. Молотый доменный гранулированный шлак и способы его активации // Труды международной научно-технической конференции «Пром-Инжиниринг» 2015. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2015. - С. 146-152.

УДК 621.642.3

**ПРОЕКТ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗЕРВУАРА С ЦЕЛЬЮ  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ**

Н.И. Садыков, М.Р. Терегулов

Научный руководитель: доцент Л.Е. Землеруб  
Самарский государственный технический университет,  
Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244, 443100  
E-mail: awesomenicko1998@gmail.com

**PROJECT TO CHANGE THE FORM FACTORS OF THE OIL TANK IN ORDER TO SAVE  
RESOURCES AND INCREASE RELIABILITY**

N.I. Sadykov, M.R. Teregulov

Scientific supervisor: Associate Prof. Zemlerub L.E.  
Samara State Technical University, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 244, 443100  
E-mail: awesomenicko1998@gmail.com

***Abstract.** Today, in conditions of instability in the petroleum industry, volatility of prices for oil and conditions of sanctions risks, oil-producing countries face the question of reliable and economical ways of storing oil and petroleum products. The oil production and transport of the Russian Federation includes more than 45000 vertical steel oil tanks of various purposes and dimensions. The total capacity of all tank batteries of the Russian Federation is more than 90 million m<sup>3</sup>. The main objective of the work is to define the optimal form factors of various structural points of the oil tank according to the criterion of minimum metal weight rate. The construction of tanks calculated according to this method leads not only to a reduction in metal weight rate by an average of 10%, but also to a reduction in stresses and an increase in the reliability of the tank, compared with some standard sizes recommended in the regulatory and technical documentation. Based on the results of the work, it is planned to submit an application to the technical committee for standardization to amend the regulatory and technical documentation. The implementation of the results of the work will lead to a reduction in capital costs during the construction of the tank, an increase in reliability characteristics and the efficiency of operation of tank batteries.*

**Введение.** В последние десятилетия проблемы ресурсосбережения и повышения надежности объектов трубопроводного транспорта внесены в перечень приоритетных направлений развития науки, технологии и техники Российской Федерации, что подчёркивает их актуальность. Цель работы заключается в определении оптимальных параметров различных конструктивных элементов резервуара по критерию минимальной металлоемкости всей конструкции. Сооружение вертикальных стальных резервуаров (РВС), рассчитанных по данной методике, приводит не только к снижению металлоёмкости конструкции в среднем на 10%, но и к снижению напряжений и повышению показателей надежности резервуара, по сравнению с некоторыми типоразмерами, рекомендуемыми в нормативно-технической документации

**Материалы и методы исследования.** В основе работы лежит определение геометрических параметров резервуара по критериям Шухова В.Г. В частности, минимальный объём стали, необходимый

для сооружения резервуара заданного объёма, а также радиус и высота резервуара, рассчитывается по следующим формулам:

$$H_{opt} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot \sigma_p}{\rho \cdot g}} \quad \text{и} \quad R_{opt} = \sqrt[4]{\frac{V^2 \cdot \rho \cdot g}{\pi^2 \cdot \alpha \cdot \sigma_p}} \quad (1)$$

$$V_{ст}^{min} = V \cdot \left( 2 \sqrt{\frac{\alpha \cdot \rho \cdot g}{\sigma_p}} + \frac{h \cdot \rho \cdot g}{\sigma_p} \right); \quad (2)$$

где:  $V$  – заданный объём резервуара, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность хранимого продукта, кг/м<sup>3</sup>;  $\alpha = (\delta\delta + \delta\kappa)/2$  – среднее значение толщин днища и крыши, м;  $H$  – высота резервуара, м;  $h$  – высота пояса резервуара, м;  $R$  – радиус резервуара;  $\sigma_p$  – расчётное напряжение, МПа.

Уравнения (1) показывает, что все резервуары оптимальных размеров, исходя из условий минимизации расхода металла, должны быть одинаковой высоты, которая зависит от толщин настилов днища и крыши резервуара, а так же, от расчётного сопротивления стали из которой изготовлена конструкция обечайки (стенки). Уравнение (2) показывает, что объём стали, а следовательно и его масса, удовлетворяющий условию минимизации расхода металла, пропорционален объёму резервуара, толщине настилов днища и крыши, а так же расчётному сопротивлению стали конструкции стенки.

**Результат.** Исходя из вышеизложенного, следует, что во всех резервуарах оптимальных размеров высота стенки сначала возрастает до предельного значения, после которого, несмотря на возрастание объёма резервуара, высота стенки остаётся постоянной, при известных значениях толщины днища и крыши, а так же расчётного сопротивления стали [1]. На примере РВС-5000 представлен график (рис.1) зависимости удельной металлоёмкости от высоты резервуара. На основании наличия минимального значения удельной металлоёмкости определяются оптимальные значения геометрической высоты конструкции стенки, радиус и объём резервуара.

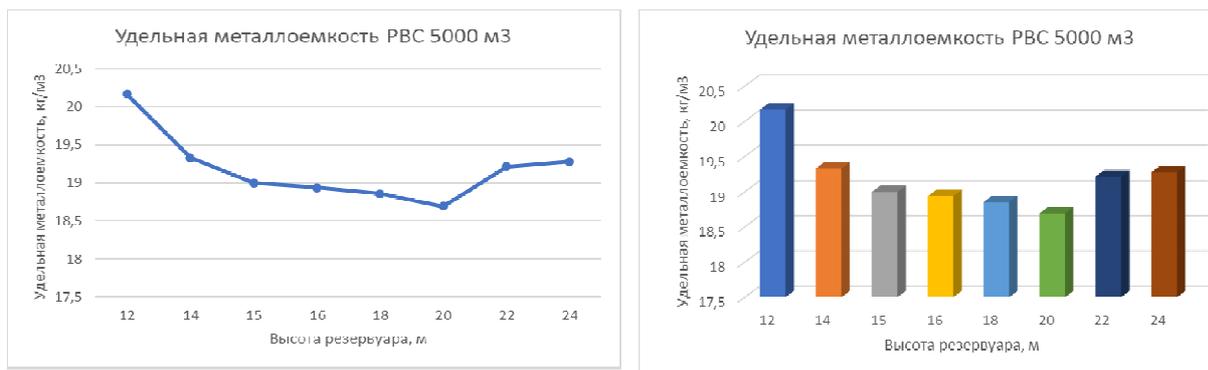


Рис. 1. Удельный расход металла на сооружение РВС-5000

В работе были рассчитаны оптимальные размеры резервуаров, в соответствии с уравнениями (1) и объёмами, принятыми по таблице рекомендуемых геометрических параметров резервуаров [2]. Для полученных геометрических параметров выполнены проверочные расчеты на прочность и устойчивость, а также определены перемещения стенки и днища РВС от единичных усилий - в зоне краевого эффекта по моментной теории, которые, в свою очередь, не превышают максимальные допустимые перемещения. На рисунке 2, представлен сравнительный анализ удельного расхода металла резервуаров указанных в

таблиці 1 [2] з резервуарами оптимальних параметрів отриманих по рівнянню (2). При розрахунок товщин поясів і напружень, виникаючих в стінці РВС, використано рівнянню Лапласа, зв'язуюннє напруження в кожній точці осесиметричної оболонки поверхності з радіусами кривизни поверхності, товщиною оболонки і діючим тиском і його наслідки для випадку циліндричної оболонки представлені в п.п.6.1.4 [2] і в п. 9.2.2 - 9.2.3 [3].

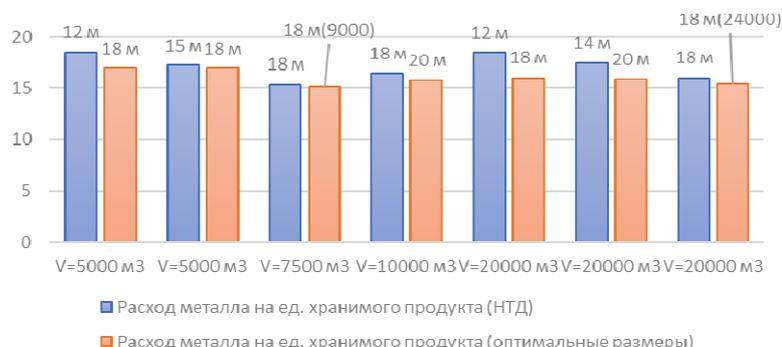


Рис. 2. Сравнительный анализ удельного расхода металла на сооружение РВС

При сравнении полученных результатов расчётов можно сделать вывод, что для 3 типоразмеров резервуаров (РВС-5000 Н=12 м, РВС-10000 Н=12 м, РВС-20000 Н=14 м) рекомендованных к применению [2] и [4], расход металла превышает металлоёмкость оптимальных конструкций на 8-13%.

**Заключенне.** В результате расчетов было выявлено, что с появлением большеобъемных РВС, тяжелых крыш с каркасом и понтонов высота оптимальной конструкции выросла, но это не было учтено в нормативно-технической документации (НТД). Также выявлено, что в таблицах рекомендуемых параметров, указанные объемы резервуаров не соответствуют оптимальному расходу металла. Кроме того, снижение металлоемкости в конструкциях с оптимальными параметрами приведет к снижению напряжений в области соединения вертикальной стенки и горизонтального днища. Следовательно, при внедрении разработанной методики и внесении в НТД конструкций с оптимальными параметрами расход металла на сооружение резервуаров сократится на 8-13%, а напряжения снизятся на 4-5%. Внедрение результатов работы приведет к снижению капитальных затрат, повышению показателей надежности и эффективности эксплуатации резервуарных парков (РП).

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Шухов В.Г. Строительная механика. Избранные труды. – М., «Наука», 1977
2. ГОСТ 31385-2016 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия».
3. СТО-СА-03.002-2009 Правила проектирования, изготовления и монтажа вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов (СТО-СА-03.002-2009)/Колл. авт. – 1-е изд. – Российская ассоциация экспертных организаций техногенных объектов повышенной опасности (Ассоциация Ростехэкспертиза), М., 2009 – 2016 с.
4. РД-23.020.00-КТН-018-14 «Резервуары стальные вертикальные для хранения нефти и нефтепродуктов объемом 1000 – 50000 м³»

УДК 625.7/8:624.131.31(571.121)

**ПОЛЕВЫЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ЯНАО**

В.Е. Сиволап

Научный руководитель: д.т.н., С.В. Ефименко

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

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

**FIELD AND LABORATORY INVESTIGATIONS OF GROUND PATH SOILS OF YNAO ROADS**

V.E. Sivolap

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

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

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

***Abstract.** The features of field and laboratory studies of the compositions and properties of soils that make up the subgrade of the roads of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug are reflected. The procedure for selecting sections of highways for equipping stationary posts for monitoring changes in the water-thermal regime of permafrost soils during the annual cycle is presented. Separate results of determining the compositions and properties of subgrade soils of roads in the YNAO are given, for example, it was found that the predominant type of soils are sands (silty, medium and fine).*

**Введение.** Необходимость выполнения исследований, направленных на уточнение дислокации границ дорожно-климатических зон и подзон для субъектов Российской Федерации, обусловлена значительными затратами на приведение автомобильных дорог в требуемое транспортно-эксплуатационное состояние, в течении их жизненного цикла. Это связано с тем, что действующие нормы проектирования транспортных сооружений, например, СП34.13330.2021 [1] не учитывают особенностей природно-климатических условий отдельных регионов России. Карты-схемы дорожно-климатического районирования, имеют отличия в территориальном расположении зон и подзон, что, безусловно, сказывается на качестве проектирования транспортных сооружений. [2, 3]

**Полевые исследования.** Процедура выбора участков автомобильных дорог. Для оборудования постов наблюдения за изменением водно-теплого режима грунтов земляного полотна производили процедуру выбора участков автомобильных дорог, которая включала изучение проектов и паспортов автомобильных дорог, уточнение соответствия предварительно выбранного участка автомобильной дороги нормам проектирования, оценку состояния дорожных одежд и земляного полотна на постах наблюдения. При отсутствии дефектов или их редком и незначительном проявлении приступали к инструментальному обследованию выбранного участка дороги, включающему измерение ширины и величины поперечных уклонов проезжей части и обочин, определение крутизны откосной части и высоты насыпи. При наличии водоотводных канав выполняли измерение их продольного уклона и габаритов.

Інструментальныя вымярэнні геаметрычных параметраў. Усе вымярэнні участкаў аўтамабільных дарог выкананы з прымяненнем рулеткі вымяральной металічнай і рейкі дарожнай універсальнай. Для вызначэння высотных адметак папярэчнага профіля, выбраных участкаў аўтамабільных дарог выканана іх геодезічная з'ёмка з прымяненнем нівеліра і выдвільнай геодезічнай рейкі.

Вскрыццё абочын і адбор проб глебы. Для ўсіх пастав наблідэння выканана вскрыццё абочын па кромцы дарожнага пакрыцця з цэлю ўстаноўлення існуючых канструктыўных рашэнняў, адбора проб глебы землянога полатна для паследуючых лабараторных існаванняў і правядзення штапавых іспытанняў.

Адбор глебы прайзводзілі ручным спосабам з дапамогай устраўства, якое дазваляе не нарываць складанне і вільнасць адбіраемага абразца. Аб'ём проб і іх колькасць забяспечвалі статыстычна неабходную дастовярнасць рэзультаў пры выкананні лабараторных іспытанняў і аналізе па ўсім пералічаным паказатэлям і характэрыстыкам свайстваў глебы.

Для ўстаноўлення вільнасці глебы рабочага слая землянога полатна на маніторынгавых пастах прайзводзілі механізаванае бурэнне скважын з паследуючым адборам проб. Адбор, упакоўка, транспарціроўка і хараенне абразцаў і моалітаў глебы, прызначаных для лабараторных існаванняў, выкананы з адпаведнасцю з патрабавамі ГОСТ 12071 [4].

Штапавыя іспытання. Вызначэнне модуля упругасці выканана на паверхні глебы рабочага слая землянога полатна, згодна патрабавамі [5, 6], з прымяненнем статычнага жэсткага штапа.

Датчыкі і рэгістратары. Для абустраўства стаянарных пастав наблідэння за вадно-тэплавым рэжымам глебы землянога полатна на аўтамабільных дарогах ЯНАО ўстаноўлены датчыкі аб'ёмнай вільнасці і тэмпературы. Рэгістратары даных кожныя суткі з 4:00 – 5:00 ўтра перадаюць інфармацыю на аблачны сервіс. Аблачны сервіс дазваляе выводзіць інфармацыю па змяненню вадно-тэплага рэжыма глебы землянога полатна на пастах маніторынга.

**Лабараторныя існавання.** Лабараторнае вызначэнне складу і фізічных свайстваў глебы прайзводзілі на абразцах ненарушанай структуры з колькасцю 11 шт., адобраных з адпаведнасцю з ГОСТ 12071 [4].

Склад глебы вызначался з дапамогай грануламетрычнага аналізу метадам піпеткі з адпаведнасцю з ГОСТ 12536-2014 [6]. Раздзяленне частіц глебы прайшло сітавым аналізам і пры разлічнай скорасці іх падзення ў ваду ў працэсе адмывання, змест фракцыі вызначалі шляхам зняцця пробы піпеткай з суспензій з вызначанай глыбіні з паследуючым выпарываннем і зважываннем асадка на аналітычных вагах.

Прыродная вільнасць вызначалася вагавым спосабам з паследуючай сушкай ў сушыльным шафу пры тэмпературы 105°C [7]. Пасля кожнага высушывання бюкс ахаладжаўся да тэмпературы памяшчэння і зважывался. Высушыванне прайшло да атрымання разнасці мас глебы з бюксам пры двух паследуючых зважываннях не больш чым 0,02 г. Па двума вызначэннямі выводзілі сярэняе значэнне вільнасці глебы з дакладнасцю да 0,1% з паследуючым акругленнем да 1%.

Расчыты шчынасці абсалютна сухога глебы (скелета), парыстасці, каэфіцыента парыстасці, ступені вільнасці і поўнай вільнасці ажыццяўлялі з адпаведнасцю з ГОСТ [8].

**Заключение.** 1. На основании анализа имеющихся проектов и паспортов автомобильных дорог, оборудовано 11 участков для размещения стационарных постов мониторинга за водно-тепловым режимом грунтов земляного полотна.

2. Выполнен комплекс работ по измерению геометрических и конструктивных параметров, выбранных для оборудования постов наблюдения участков автомобильных дорог, в основном участки автомобильных дорог можно отнести к III категории.

3. Произведено вскрытие дорожных конструкций с целью установления существующих конструктивных решений, отбора монолитов грунта земляного полотна для лабораторных исследований.

4. По результатам штамповых испытаний установлены значения фактического модуля упругости грунтов земляного полотна, которые находятся в пределах от 52,33 до 130,80 МПа.

5. Лабораторные исследования свойств грунтов позволили установить, что преобладающим видом грунтов, являются пески (пылеватые, средней крупности и мелкие). Доля пылеватых песков составляет 72,7 % от общего количества проб, принятых к исследованиям.

6. На основании учёта водно-теплого режима грунтов земляного полотна могут быть приняты оптимальные решения для обеспечения межремонтных сроков и сбережению ресурсов при эксплуатации участков автомобильных дороги.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 34.13330.2021 Автомобильные дороги. / Минстрой России. – М.: 2021. – 94 с.
2. Ефименко В.Н., Ефименко С.В., Сухоруков А.В., Кожухарь Т.А. К обоснованию территориального распространения границы II–III дорожно-климатических зон в Западно-Сибирском регионе // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 5. – С. 133–143.
3. Ефименко С.В. Исследования состава и свойств глинистых грунтов районов Западной Сибири для назначения их расчётных характеристик // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2005. – № 1 (10). – С. 213–220.
4. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. – М.: Стандартинформ, 2019. – 12 с.
5. ПНСТ 311-2018. Дороги автомобильные общего пользования. Показатели деформативности конструктивных слоев дорожной одежды из несвязных материалов и грунтов земляного полотна. Технические требования и методы определения. – М.: Стандартинформ, 2019. – 32 с.
6. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартинформ, 2019. – 23 с.
7. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М.: Стандартинформ, 2016. – 23 с.
8. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2020. – 41 с.

УДК 631.92

**ПРЕДЕЛ ПРОЧНОСТИ ПРИ ИЗГИБЕ И СЖАТИИ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИХ БЕТОНОВ  
С ДОБАВЛЕНИЕМ МИКРОЧАСТИЦ ДИОКСИДА ТИТАНА**

С.Р. Сокольникова, А.В. Пузатова

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. М.А. Дмитриева

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта,

Россия, г. Калининград, ул. А.Невского, 14, 236016

E-mail: sokolsofy@mail.ru

**BENDING AND COMPRESSIVE STRENGTH OF PHOTOCATALYTIC CONCRETES WITH  
THE ADDITION OF TITANIUM DIOXIDE MICROPARTICLES**

S.R. Sokolnikova, A.V. Puzatova

Scientific Supervisor: Prof., Dr. M.A. Dmitrieva

Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia, Kaliningrad, A.Nevsky str., 14, 236016

E-mail: sokolsofy@mail.ru

**Abstract.** *The bending and compressive strengths of photocatalytic concrete samples ( $TiO_2$  was added to the dry mixture in the amount of 2 wt. % cement) and samples with  $TiO_2$  applied to the surface (method of application to a metal mold) were determined. The decrease in bending and compressive strength of photocatalytic concrete ( $TiO_2$  additive 2 wt. % cement) was 5%. The strength for samples with a photocatalyst applied to the surface was not reduced.*

**Введение.** Фотокаталитический бетон (ФБ) – уникальный строительный материал, обладающий способностью окислять под действием света опасные для человека экотоксиканты до более безопасных веществ [1].

В качестве активной добавки, придающей материалу фотокаталитические свойства, наибольшее распространение получил диоксид титана ( $TiO_2$ ). Данный фотокатализатор обладает высокой фотокаталитической активностью при УФ излучении, долговечностью и низкой стоимостью [2, 3]

Бетонные конструкции с добавлением  $TiO_2$  способны улавливать и окислять органические и неорганические частицы в воздухе, такие как  $NO_x$  и ЛОС в присутствии УФ света (солнечного или искусственного света) [4]. Кроме того, конструкции из ФБ обладают свойством самоочищения поверхности, что позволяет поддерживать эстетический вид конструкций [5].

При этом стоит отметить, что в качестве фотокатализатора в материалах на практике чаще всего применяется  $TiO_2$  с размером частиц менее 100 нм [5]. Однако согласно последним исследованиям следует сократить использование частиц  $TiO_2$  данного размера в связи с возможными последствиями для здоровья человека и состояния водной флоры и фауны [6, 7]. Таким образом, в связи с опасностью выхода частиц  $TiO_2$  в окружающую среду при изготовлении конструкций и элементов из ФБ целесообразно в качестве фотокатализатора использовать частицы  $TiO_2$  размером более 100 нм.

Необходимо также учитывать влияние добавки фотокатализатора на физико-механические характеристики бетона [8]. Согласно литературным данным, добавление более 3%  $TiO_2$  от массы цемента может привести к значительному снижению прочности бетона [9, 10]. С другой стороны, для

эффективного окисления экотоксикантов с помощью ФБ данного количества  $TiO_2$  на поверхности бетона недостаточно [11]. С учетом вышесказанного, необходима разработка метода нанесения фотокатализатора непосредственно на поверхность бетона.

Таким образом, целью настоящего исследования является разработка метода нанесения  $TiO_2$  на поверхность бетона и исследование прочностных характеристик при изгибе и сжатии данных образцов.

**Экспериментальная часть.** В качестве фотокаталитической добавки был использован  $TiO_2$  (ОСЧ 7-3, Промхим, Россия) с размером частиц  $21 \pm 4$  мкм.

Определение прочности бетонных образцов проводилось согласно ГОСТ 310.4-81. Были изготовлены три серии образцов: 1) контрольная; 2) с добавлением  $TiO_2$  в состав смеси в количестве 2 мас. % от цемента; 3) с нанесением  $TiO_2$  на предварительно увлажненную поверхность металлической формы для изготовления бетонных образцов. Процесс твердения происходил при температуре  $20 \pm 2^\circ C$  и относительной влажности воздуха 90–95 %. В качестве вяжущего был использован ПЩ ЦЕМ I 42,5Н («Евроцем 500 Плюс», ООО «Петербургцемент»). Песок МК 2,0-2,5 (ГОСТ 8736-2014). Соотношения компонентов бетонной смеси: цемент/песок=1/3, В/Ц=0,4. На 28 сутки твердения проводились измерения предела прочности при изгибе и сжатии с использованием испытательной машины ToniNorm (ToniTechnik).

**Результаты.** На рис. 1 представлены результаты испытаний образцов бетона при изгибе и сжатии. В проведенной серии экспериментов установлено снижение прочности бетона как при изгибе, так и при сжатии на 5% при добавлении в состав смеси 2%  $TiO_2$ . Стоит отметить, что в ранее проведенных авторами исследованиях при добавлении 3%  $TiO_2$  в состав смеси наблюдалось снижение прочности до 24% [12]. Предполагается, подобный эффект связан с увеличением пористости образцов ФБ [13] и неравномерным распределением частиц  $TiO_2$  в цементном камне [14].

При использовании метода нанесения  $TiO_2$  на поверхность прочность бетона не изменяется по сравнению с прочностью контрольного образца. Стоит отметить, что при нанесении фотокатализатора на форму,  $TiO_2$  притягивается к бетонной смеси и проникает на некоторое расстояние внутрь во время вибрационного воздействия, таким образом, надежно закрепляется.

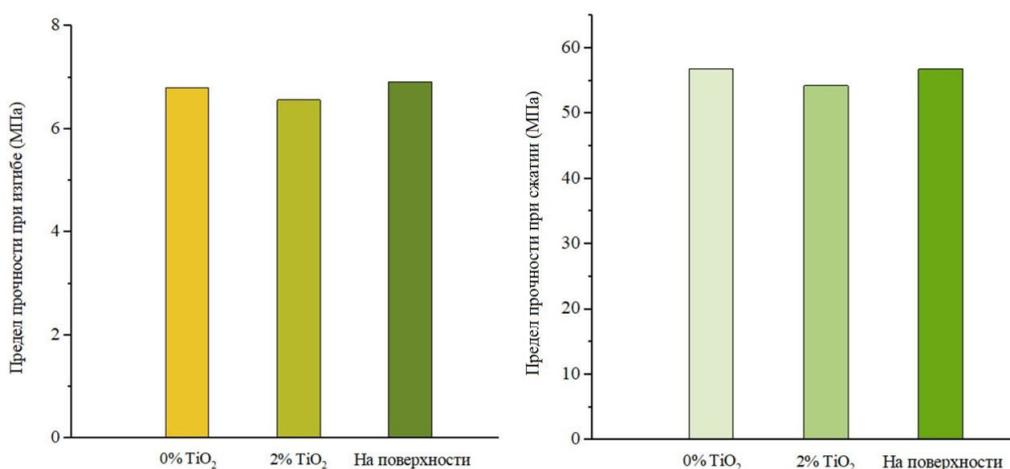


Рис. 1. Гистограммы пределов прочности образцов бетона при изгибе (слева) и при сжатии

**Заключение.** В результате проведенных экспериментов было установлено, что добавление 2%  $\text{TiO}_2$  в состав смеси приводит к снижению прочности при изгибе и сжатии. Однако при использовании фотокаталитической добавки  $\text{TiO}_2$  на поверхности образцов бетона такого снижения не наблюдалось.

Таким образом, для поддержания необходимой прочности бетона и эффективного проведения фотокаталитических реакций наиболее перспективными является метод нанесения  $\text{TiO}_2$  на форму до изготовления бетона, т.е на поверхность. При этом достигается значительный экономический эффект за счет сокращения количества используемого  $\text{TiO}_2$ .

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee B.Y., Jayapalan A.R., Kurtis K.E. Effects of nano- $\text{TiO}_2$  on properties of cement-based materials // Magazine of Concrete Research. – 2013. – Vol. 65, № 21. – P. 1293–1302.
2. Li J. et al. Photodegradation of dye pollutants on  $\text{TiO}_2$  nanoparticles dispersed in silicate under UV–VIS irradiation // Applied Catalysis B: Environmental. – 2002. – Vol. 37, № 4. – P. 331–338.
3. Santo V.D., Naldoni A. Titanium Dioxide Photocatalysis // Catalysts. – 2018. – Vol. 8, № 12. – P. 591.
4. Dylla H. et al. Evaluation of Environmental Effectiveness of Titanium Dioxide Photocatalyst Coating for Concrete Pavement // Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. – 2010. – Vol. 2164, № 1. – P. 46–51.
5. Zhu W., Bartos P.J.M., Porro A. Application of nanotechnology in construction // Materials and Structures. – 2004. – Vol. 37, № 9. – P. 649–658.
6. Li S.-Q. et al. Nanotoxicity of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles to erythrocyte in vitro // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46, № 12. – P. 3626–3631.
7. Clément L., Hurel C., Marmier N. Toxicity of  $\text{TiO}_2$  nanoparticles to cladocerans, algae, rotifers and plants – Effects of size and crystalline structure // Chemosphere. – 2013. – Vol. 90, № 3. – P. 1083–1090.
8. Diamanti M. et al. Mutual interactions between carbonation and titanium dioxide photoactivity in concrete // Building and Environment. – 2013. – Vol. 62. – P. 174–181.
9. Melo J.V.S.D., Trichês G. Study of the influence of nano- $\text{TiO}_2$  on the properties of Portland cement concrete for application on road surfaces // Road Materials and Pavement Design. – 2017. – Vol. 19, № 5. – P. 1011–1026.
10. Shaaban I. et al. Effect Of Micro  $\text{TiO}_2$  On Cement Mortar // European Journal of Materials Science and Engineering. – 2020. – Vol. 5, № 2. – P. 58–68.
11. Hassan M. et al. Methods for the Application of Titanium Dioxide Coatings to Concrete Pavement // International Journal of Pavement Research and Technology. – 2012. – Vol. 5, №1. – P. 13-20
12. Sokolnikova S.R. et al. Application of  $\text{TiO}_2$  additive to concrete for pyrene degradation. Compressive strength of photocatalytic concrete // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – Vol. 1989, № 1. – P. 012038.
13. Diamanti M. et al. Mutual interactions between carbonation and titanium dioxide photoactivity in concrete // Building and Environment. – 2013. – Vol. 62. – P. 174–181.
14. Orakzai M.A. Hybrid effect of nano-alumina and nano-titanium dioxide on Mechanical properties of concrete // Case Studies in Construction Materials. – 2021. – Vol. 14. – P. e00483 (1-9).

УДК 693.547.32.2

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОРАЗОГРЕВ БЕТОННОЙ СМЕСИ. ПОДБОР СОСТАВА  
БЕТОНА**Д.Ю. Сухоруков, Ё.Ш. Гайратов, М.И. Батюк

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [dima010792abiturient@mail.ru](mailto:dima010792abiturient@mail.ru)**PRELIMINARY ELECTRIC HEATING OF THE CONCRETE MIXTURE. SELECTION OF  
CONCRETE COMPOSITION.**D.Yu. Sukhorukov, Y.Sh. Gairatov, M.I. Batyuk

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

Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Tomsk, pl. Solyanaya, 2. 634003

E-mail: [dima010792abiturient@mail.ru](mailto:dima010792abiturient@mail.ru)

***Abstract.** The article describes the artificial heating of the concrete mixture by converting electrical energy into heat. Warming up is carried out by including concrete as resistance in an alternating current circuit of industrial frequency using metal plates as electrodes. Thus, the concrete itself warms up, excluding heating of the surrounding space. To implement this method, it is necessary to select the composition of concrete of a certain mobility.*

**Введение.** Тепловая обработка, применяемая для ускорения набора прочности бетона, является неотъемлемым и ответственным этапом в производстве как сборного, так и монолитного железобетона. Одним из таких способов, позволяющих повысить энергоэффективность и обеспечить благоприятные условия для твердения бетона является применение предварительного электропрогрева бетонных смесей (ПЭРБС), сразу после их приготовления, (до того момента пока смесь не начала процесс твердения). Бетонную смесь разогревают электрическим током. Его эффективность проявляется в том, что бетонировать можно массивные, среднемассивные, а также конструкции с пространственными каркасами и высоким процентом армирования.

**Цель исследования** заключается в анализе одной из проблем перехода с традиционных технологий тепловой обработки на ПЭРБС, обеспечения требуемой удобоукладываемости бетонной смеси с учётом специфики метода.

Предварительный электропрогрев бетонной смеси является перспективным методом тепловой обработки железобетонных изделий и конструкций, поскольку характеризуется высокими энергетическими и качественными показателями [1]. Во-первых, не менее 90 % затрачиваемой энергии направлено непосредственно на нагрев смеси. Во-вторых, благодаря использованию ПЭРБС внутри конструкции создается термонапряженное состояние, это обусловлено тем, что поверхностные слои имеют температуру ниже, чем внутренние, следовательно твердение бетона происходит медленнее.

Внутренние слои в бетоне разогреваются из-за экзотермии, это приводит к их расширению, так как наружные слои имеют температуру ниже, то это помогает избежать трещинообразования от воздействия растягивающих усилий.

Однако переход с традиционных методов на ПЭРБС подразумевает не только изменение метода теплового воздействия. Немаловажным фактором является и проверка имеющегося состава на применимость в рассматриваемой технологии. В данном исследовании в лабораторных условиях были воспроизведены три состава, применяемых на заводах сборного железобетона при тепловой обработке изделий различными традиционными методами (прогрев в среде продуктов сгорания газа, греющее полотно, прогрев горячим воздухом) и проверены на предмет применимости в случае применения ПЭРБС.

**Материалы и методы исследования.** В ходе эксперимента для изготовления бетонной смеси использовались следующие материалы:

1. Щебень из гравия фр.3-17,5 мм. ГОСТ 8267-93, (Щ)
2. Гравий фр.5-20 мм. ГОСТ 8267-93, (Г)
3. Песок Мк = 2,5, (П)
4. Портландцемент класса прочности 42,5, быстротвердеющий ЦЕМ I 42,5Б, (Ц)
5. Вода (В)

Процесс изготовления бетонной смеси: (П), (Щ) и (Г) помещаются в бетономешалку для равномерного перемешивания на 60 секунд, затем добавляется (Ц) с перемешиванием 60 секунд, далее вливается половина (В) и снова всё перемешивается 60 секунд, добавляется оставшаяся половина (В) с последним перемешиванием 60 секунд.

После замешивания была произведена оценка удобоукладываемости смеси. Этот способ применяется для подвижных бетонных смесей [2]. Методика определения подвижности бетонной смеси приведена в ГОСТ 10181 «Смеси бетонные. Методы испытаний».

После определения подвижности смесь подвергалась электроразогреву до 60÷70 °С за 10 минут (как этого требует технология с применением ПЭРБС). Процесс электроразогрева, а также контроль и архивация значений температуры осуществлялись с применением сертифицированных контроллеров и поверенных термосопротивлений компании «ОВЕН» (рис. 1). Затем оценивалась подвижность смеси после разогрева. Данные экспериментов внесены в таблицу 1.



*Рис. 1. Экспериментальная установка*

Таблица 1

## Проверка составов на применимость в технологии ПЭРБС

Материалы	Количество, кг (на 1 м <sup>3</sup> )		
	Щебень	–	1150
Гравий	1100	–	–
Песок	900	710	810
Цемент	260	400	350
Вода	110	100	120
Класс бетона	B20	B27,5	B25
Осадка конуса в холодном состоянии	3–4	5–6	3–4
Осадка конуса после разогрева	0	0	0

Ключевую роль в успешности реализации ПЭРБС выполняет подвижность бетонной смеси. Именно в первой стадии электропрогрева (около 5 минут) бетонная смесь сохраняла подвижность, но во второй стадии (следующие 5 минут) смесь начинала твердеть и вспучиваться. Поскольку подвижность горячей смеси физически невозможно было определить по ГОСТ 10181, то в таблицу 1 внесены результаты визуальной оценки.

**Результаты.** Исходя из полученных данных, работа с готовыми составами, подобранными для технологий с применением вышеупомянутых традиционных методов тепловой обработки, представляется невозможной. Поэтому для последующих экспериментов по изучению параметров и разработке режимов ПЭРБС, из той же материальной базы был подобран состав B25 с ОК = 19–20 см.

После проведения проверки по подвижности бетонной смеси также проводилась проверка по прочности и определялся класс бетона по 30-ти образцам. Образцы-кубики размером 100×100×100 мм выдерживались 28 суток при естественном твердении, затем испытывались на прочность.

**Заключение.** Подобран требуемый состав смеси, который отвечает характеристикам подвижности и прочности. Три исследованных состава полностью потеряли подвижность после нагрева. Вследствие чего установлено, что при переходе с традиционных методов тепловой обработки на ПЭРБС действующие составы скорее всего окажутся неприемлемыми. Поэтому при реализации данного мероприятия неотъемлемым этапом должен быть пересмотр и экспериментальное апробирование всех применяемых составов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гныря А.И., Коробков С.В. Технология бетонных работ в зимних условиях: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2011. – 412 с.
2. Смирнов Д.С., Фомин А.Ю., Степанов С.В. Практическое пособие по проектированию и проведению лабораторного контроля бетона. – Казань: Изд-во КГАСУ, 2018 – 87с.

УДК 691.42

## К ВОПРОСУ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

Ю.В. Терехина

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Д. Котляр

Донской государственной технической университет,

Россия, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, 344003

E-mail: yuliya-2209@mail.ru

## ON THE EXPANSION OF THE RAW MATERIAL BASE FOR WALL CERAMICS

Yu.V. Terekhina

Scientific Supervisor: Professor, Ph.D. V.D. Kotlyar

Don State Technical University, Russia, Rostov-on-Don, Gagarin sq., 1, 344003

E-mail: yuliya-2209@mail.ru

***Abstract.** The present state of raw material base for construction ceramics is considered in the work, classification of groups of raw materials is formed. Factors contributing to expansion of raw material base, involvement in production of non-traditional materials, man-made raw materials, complex additives are presented. The stages of scientific and production development of new types of raw materials are presented, the difficulty levels of introducing new raw materials into the production of wall ceramics are highlighted. Goals and objectives of the system of introduction of new types of raw materials in modern conditions of industry development are outlined.*

**Введение.** Керамические стеновые изделия были и остаются одними из самых востребованных строительных материалов: кирпич, блоки и черепица повсеместно используются как для индивидуальных домовладений, так и для жилых комплексов, объектов культуры, промышленности и инфраструктуры. В 2021 году анализ рынка керамических материалов показал, что строительная отрасль потребила весь произведенный объем керамических изделий на территории РФ, а также была реализована доля рынка, заполненная импортной продукцией. Ведущие кирпичные заводы ежегодно расширяют ассортимент продукции и повышают планку физико-механических показателей изделий, в направлении лицевых изделий отдельно можно выделить тенденции развития «брик-дизайна» – формирование и реализацию эстетических показателей кирпича и кладки [1]. Основой для развития отрасли служат: кадровый потенциал, производственное оборудование, сырьевая база, нормативно-техническое обеспечение, проектные решения и дизайнерские проекты. Один из актуальных вопросов – состояние сырьевой базы отрасли керамических материалов, задачи, пути и перспективы ее развития.

**Материалы и методы исследования.** Сырьевую базу для производства изделий грубой керамики условно можно разделить на 3 уровня, представленные в табл. 1. Каждый уровень выполняет свою задачу в формировании физико-механических и эстетических показателей керамических материалов, а также влияет на себестоимость продукции собственно своей стоимостью и затратами на переработку и использование. В пересчете на 1 тонну, самыми доступными являются добавочные компоненты, которые в основном представлены региональными сырьевыми базами, а самые дорогие – это компоненты

специального назначения, расход которых минимальный, и эффект от использования позволяет производить конкурентоспособную продукцию.

Таблица 1

## Уровни сырьевой базы для керамической отрасли

Наименование уровня, % ввода	Наименование группы сырья	Примеры сырьевых материалов
Основное сырье (до 100 %)	традиционное	глины, суглинки, диатомиты
	нетрадиционное	опоки, сланцы, аргиллиты
	техногенное	продукты переработки терриконигов
Добавочное сырье (до 25%)	выгорающие	отходы угледобычи, шелуха, солома, опилки
	пластифицирующие	различные ПАВ и комплексные добавки
	отошающие	песок, шамот
	поризующие	полистирол, шелуха, солома, опилки
Компоненты специального назначения (до 10%)	пигменты	оксиды железа, марганца, хрома, титана
	минерализаторы	колеманит, доломит, стеклобой

Каждое предприятие в своей деятельности сталкивается с вопросами расширения сырьевой базы. Основными факторами изменения и поиска компонентов шихты являются:

1. Выработка ресурсов действующего месторождения.
2. Поиск альтернативных источников сырья взамен имеющихся поставщиков с целью минимизация факторов риска: цена, политическая ситуация, логистика, изменение качества сырья, а также для формирования конкуренции и оценки рынка.
3. Улучшение качества текущего ассортимента продукции на предприятии: устранение высолов, дутиков, повышение предела прочности при сжатии и изгибе, марки по морозостойкости, снижение водопоглощения. Улучшение дообжиговых свойств.
4. Расширение номенклатуры продукции за счет новых составов масс из альтернативного сырья или с использованием добавочных компонентов.
5. Расширение технологических возможностей линии – покупка нового глиноперерабатывающего оборудования позволяет внедрять различные виды сырья и управлять как дообжиговыми, так и обжиговыми свойствами изделий.
6. Модернизация линии или полная реконструкция завода зачастую сопровождаются расширением ассортимента продукции, следовательно, стоит выбор новых сырьевых компонентов или добавочных материалов.

Отдельно хочется отметить этап проектирования нового предприятия по выпуску керамических материалов, когда завод стараются расположить вблизи месторождения основного сырья для снижения затрат на перевозки. Научные исследования и разработки, проводимые ведущими учеными в области керамических материалов, в последние десятилетия точно направлены на решения вопросов с сырьем под запросы конкретного предприятия или региона [2-6]. Следовательно, каждое предприятие при возникновении одного из факторов, перечисленных выше, проходит условно похожий маршрут по поиску и вводу новых сырьевых компонентов. Укрупненно этапы изменения сырьевой базы можно представить в следующем виде: поиск сырья и оценка доступности к использованию, уточнение

стоимости и объемов; проведение лабораторных исследований (исследование исходных характеристик, дообжиговых и обжиговых свойств исходя из условий производства – подготовка сырья, способ формования, режимы сушки и обжига); анализ полученных результатов; проведение полужаводских и полупромышленных испытаний – с корректировкой параметров технологической линии, испытание продукции, принятие решения о внедрении сырьевого материала или добавки в процесс производства.

**Результаты.** На основании анализа состояния сырьевой базы, подхода предприятий к вопросу расширения номенклатуры изделий и вовлечения новых сырьевых источников, принципах рационального природопользования и законодательной базы касательно недр на территории РФ, нами предлагается система централизованного подхода к расширению сырьевой базы:

- поиск новых, оценка и переоценка разведанных месторождений традиционного сырья;
- на основании научных исследований и апробации внедрение методики по оценке и вовлечению нетрадиционного сырья и техногенного, переоценка разведанных месторождений;
- формирование всероссийского каталога с данными по сырьевым базам для керамической отрасли;
- финансирование научных исследований и технологических разработок и рекомендаций по производству тех или иных видов изделий стеновой керамики;
- создание научных центров по поддержке и сопровождению предприятий отрасли.

**Заключение.** В результате проведения анализа состояния сырьевой базы отрасли керамических материалов, в частности грубой керамики (кирпич, черепица) обозначены цели и задачи по выстраиванию системы внедрения новых видов сырья - традиционного, нетрадиционного и техногенного в современных условиях развития отрасли с определением степени участия производств, научных центров и государственных структур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Месхи Б.Ч., Божко Ю.А., Терехина Ю.В., Лапунова К.А. Brick-дизайн и его основные элементы // Строительные материалы. – 2020. – № 8. – С. 47-51.
2. Талпа Б.В. Перспективы развития минерально-сырьевой базы для производства светложгущейся стеновой керамики на Юге России // Строительные материалы. – 2014. – № 4. – С. 20-23.
3. Салахов А.М., Морозов В.П., Ескин А.А., Арискина Р.А., Сукоркина А.В., Мингафина Р.Я. Опыт использования техногенных отходов при производстве кирпича ОАО "Тульский кирпичный завод" // Вестник Технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 14. – С. 21-24.
4. Салахов А., Ашмарин Г., Морозов В., Салахова Р. Строительные керамические изделия из сырья с высоким содержанием карбонатов // Keramische Zeitschrift. – 2014. – Т. 66. № 1. – С. 35-38.
5. Смирнов П.В. Предварительные результаты ревизии минерально-сырьевой базы опал-кристобалитовых пород в Среднем Зауралье // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2017. – Т. 328, № 4. – С. 28-37.
6. Талпа Б.В. Техногенные ресурсы угольного ряда Восточного Донбасса и перспективы их использования в керамической промышленности // Строительные материалы. – 2018. – № 8. – С. 58-62.

УДК 691.175.743

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ  
ПОЛИВИНИЛХЛОРИД/АКРИЛОНИТРИЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛ В  
ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ КОНЦЕНТРАЦИЙ**

К.Р. Хузиахметова, А.М. Исламов, К.Д. Крайсман

Научный руководитель: профессор, д.т.н. Р.К. Низамов

Казанский государственный архитектурно-строительный университет,

Россия, г. Казань, ул. Зеленая, 1, 420043

E-mail: [karina261996@mail.ru](mailto:karina261996@mail.ru)

**PECULIARITIES OF THE STRUCTURE OF POLYVINYL CHLORIDE/ACRYLONITRILE-  
BUTADIENE-STYRENE BLENDS IN A WIDE CONCENTRATION RANGE**

K.R. Khuziakhmetova, A.M. Islamov, K.D. Kraysman

Scientific Supervisor: Prof., Dr. R.K. Nizamov

Kazan State University of Architecture and Engineering, Russia, Kazan, Zelenaya str., 1, 420043

E-mail: [karina261996@mail.ru](mailto:karina261996@mail.ru)

***Abstract.** The paper presents the results of structure influence on the performance parameters of PVC/ABS polymer blends. It is shown that with the increase of ABS concentration in the structure there are changes in the sizes and shapes of inclusions, which influence the change in the tensile and bending strength index.*

**Введение.** Производство крупнотоннажных изделий предполагает применение новых композиционных материалов, обладающих повышенными эксплуатационными и технологическими свойствами [1]. Особое место занимает рынок полимерных материалов, который в последнее время активно развивается [2]. Смеси полимеров – один из важнейших способов разработки новых полимерных материалов. Основной целью объединения двух или более полимеров является получение материала с высокими характеристиками и низкой стоимостью. Полученные материалы имеют множество преимуществ в индустрии пластмасс [3].

В настоящее время одним из лидирующих крупнотоннажных полимеров является поливинилхлорид (ПВХ). Данный термопласт пользуется особым спросом в строительстве [4, 5]. Модификация ПВХ полимерами позволяет повысить эластичность жестких изделий [6]. К подобным модификаторам можно отнести акрилонитрил-бутадиен-стирол (АБС), который имеет оптимальную совместимость с ПВХ [7].

Структура смесей полимеров ПВХ/АБС изучена достаточно широко, но на поверхностях разлома после ударного разрушения [8, 9]. Отсутствие исходных структурных данных перед испытаниями обуславливает необходимость их изучения, поскольку именно изначально полученное изображение позволяет предсказать характер дальнейшего разрушения. Поэтому **целью работы** является изучение особенности структуры смесей полимеров ПВХ/АБС в широком интервале концентраций.

**Экспериментальная часть.** Рецептуры исследуемых композиций включают в себя суспензионный ПВХ марки С-6359-М, двухосновный стеарат свинца (комплексный стабилизатор),

стеарат кальция (стабилизатор-смазка) и АБС-20П (модификатор ударной прочности и перерабатываемости). Расчет компонентов велся на 100 мас.ч. ПВХ, в который вводился АБС в количестве 0, 20, 40, 60, 80, 100 мас.ч.

Заранее перемешанные порошкообразные композиции были получены на лабораторном двухшнековом экструдере с плоскощелевой формой фильеры при 190-200 °С.

Для наблюдения за структурой экструдатов использовалась сканирующая электронная микроскопия (СЭМ). Поверхности образцов представляли собой криогенно разрушенный формованный скол по направлению экструзии.

Для оценки влияния структуры на механические свойства экструдатов проведены испытания на растяжение и статический изгиб с помощью разрывной машины. Для определения предела прочности на растяжение скорость перемещения составила 100 мм/мин, для прочности на статический изгиб – 50 мм/мин.

**Результаты.** Исследование микрофотографий СЭМ показало, что отсутствие АБС структуре ПВХ композиций сопровождается менее гетерогенной структурой. Однако имеются участки со сосредоточением включений разной формы в виде стабилизаторов. Введение 20 мас.ч. АБС в смеси полимеров ПВХ/АБС показало формирование двухфазной гетерогенной системы с наличием крупных округлых и выпуклых включений с полым очертанием вокруг них. При 40 мас.ч. АБС наблюдается макрошероховатая структура с полыми пустотами. Введение 60 мас.ч. АБС сопровождается наличием мелких выпуклостей разной формы. При 80 мас.ч. АБС размеры включений имеют плоский вид, а при 100 мас.ч. АБС – дисперсных включений не наблюдается. Очевидно, образуются взаимопроникающие структуры двух полимеров.

В таблице 1 представлены показатели механических свойств смесей полимеров ПВХ/АБС с различным содержанием АБС.

Таблица 1

Механические свойства смесей полимеров ПВХ/АБС

Наименование показателя	Концентрация АБС, мас.ч.					
	0	20	40	60	80	100
Прочность на растяжение, МПа	52	49	49	47	46	43
Прочность на изгиб, МПа	65	50	53	68	65	61

Формирование пространственных структур при концентрации АБС от 0 до 100 мас.ч. приводит к нарастающему падению прочности на растяжение на 17 %.

АБС может играть важную роль в повышении прочности на изгиб. Так, введение 20 мас.ч. АБС позволяет снизить данный показатель на 23 %. Увеличение концентрации от 20 до 60 мас.ч. АБС приводит к повышению изгиба на 26 %. При 80 и 100 мас.ч. АБС наблюдается незначительное снижение прочности на изгиб на 4-10 %. Синергетический эффект прочности на изгиб при 60 мас.ч. АБС указывает на то, что показатель зависит от компонентного соотношения.

**Заключение.** Ссылаясь на описание микрографий СЭМ, можно заметить, что с увеличением концентрации АБС происходит изменение размера и формы включений. Вероятно, что при 40 мас.ч. АБС произошла инверсия фаз, повлиявшая на механические свойства смесей полимеров ПВХ/АБС при концентрации АБС 60, 80 и 100 мас.ч. Для более точного утверждения необходимо провести энергодисперсионный анализ на разных участках композиций.

Механические свойства смесей полимеров ПВХ/АБС напрямую связаны со структурой полимеров. Снижение прочности на разрыв связано с бутадиеновыми частицами в АБС, которые выступают в качестве гетерогенных центров концентрации напряжений и способствуют преждевременному разрушению смеси при проведении испытания. Синергетический эффект прочности на изгиб при концентрации АБС 60 мас.ч. может быть связан с размером включений в структуре смесей полимеров ПВХ/АБС. Для нахождения максимального значения следует провести испытания при концентрациях АБС 50 и 70 мас.ч.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гавриленко В.А. Композиты 21 века: возможности и реальность // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2019. – Т. 2, № 86. – С. 30–33.
2. Дориомедов М.С. Российский и мировой рынок полимерных композитов (обзор) // Труды ВИАМ. – 2020. – Т.6-7, № 89. – С. 29–37.
3. Benabid F.Z., Zouai F. The acrylonitrile-butadiene-styrene effect as an impact modifier on poly(vinyl chloride) / acrylonitrile-butadiene-styrene (PVC/ABS) blends properties // Journal of Polymer Science and Technology. – 2020. – V.1, № 3. – P. 36–41.
4. Григорович М.А. Историко-экономический аспект развития производства поливинилхлорида (ПВХ) и изделий из него // Наука и современность. – 2015. – Т.3, № 5. – С. 9–17.
5. Ахсянов А.Н., Гатауллина И.И., Габбасов Д.А., Закирова К.И., Хантимиров А.Г., Хузиахметова К.Р. Поливинилхлоридные строительные материалы и изделия // Полимеры в строительстве: научный интернет-журнал. – 2021. – Т.1, № 9. – С. 10–66.
6. Лавров Н.А., Колерт К., Белухичев Е.В., Лебедкина Т.А. Влияние модификаторов ударопрочности на свойства жестких пленок из поливинилхлорида // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2017. – Т.3. – С. 40–42.
7. Хузиахметова К.Р., Крайсман К.Д. Влияние модификаторов на технологические параметры производства поливинилхлоридных композиций // Молодежная наука как фактор и ресурс инновационного развития: Сборник статей IV Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск, 2021.– С. 237–241.
8. Gawade A., Lodha A., Joshi P.S. PVC/ABS Blends: Thermal and Morphological Studies // Journal of Macromolecular Science. – 2007. – V.47. – P. 201–210.
9. Mehdipour M.R., Talebi S., Razavi Aghjeh M.K. Effect of Unplasticized Poly Vinyl Chloride (UPVC) Molecular Weight and Graft-Acrylonitrile-Butadiene-Styrene (g-ABS) Content on Compatibility and Izod Impact Strength of UPVC/g-ABS Blends // Journal of Macromolecular Science. – 2017. – V.9, № 56. – P. 644–654.

УДК 624.011

**ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ФАНЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ  
СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Е.А. Чайкин

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

Сибирский федеральный университет,

Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79, 660041

E-mail: [fundament@isi-sfu.ru](mailto:fundament@isi-sfu.ru)

**USE OF PLYWOOD PRODUCTION WASTE IN THE SPATIAL STRUCTURES**

E.A. Chaykin

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Cand. Tech. Sci. S.V. Deordiev

Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny str., 79, 660041

E-mail: [fundament@isi-sfu.ru](mailto:fundament@isi-sfu.ru)

***Abstract.** For the successful application of the structure of a fully prefabricated building of a closed type and as part of the form shaping of building structures, the nodes of which are made on the basis of a bolted connection of steel plates glued into wooden rods, it is necessary to conduct numerical studies of all elements included in the structure of the node, determine its deformability, limit forces in the elements at operating loads, compare the results with the experiment.*

**Введение.** В настоящее время цены на основные строительные материалы увеличиваются из года в год. В связи с этим строительная отрасль пребывает в поиске экономичных подходов к использованию проверенных временем материалов и экспериментирует с новыми технологиями и материалами.

Одним из основных способов эффективного использования материала в несущих конструкциях является правильное распределение материала в сечении элемента путём концентрации его в области, где действуют максимальные усилия, и, наоборот, исключение из областей, где напряжения минимальны или отсутствуют [1, 2]. В деревянных конструкциях экономия в сечениях достигается за счёт построения сечений двутаврового профиля, в которых пояса выполнены из сращенных брусков, а стенка из листа ОСП, а также известны технологии изготовления деревянных пустотных плит перекрытия.



Рис. 1. Деревянная пустотная плита

Данная задача особо остро стоит для элементов, испытывающих изгиб, сжатие с изгибом, растяжение с изгибом или сложное НДС с вышеперечисленными факторами и кручением. Для решения данной задачи в зданиях пролётом до 12м возможно применение полносборных конструкций замкнутого типа [1].

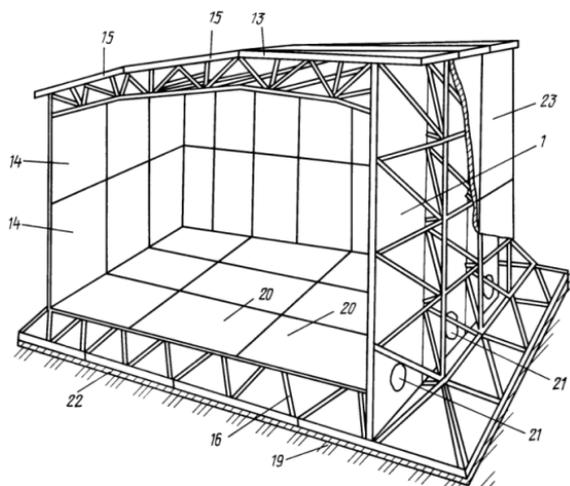
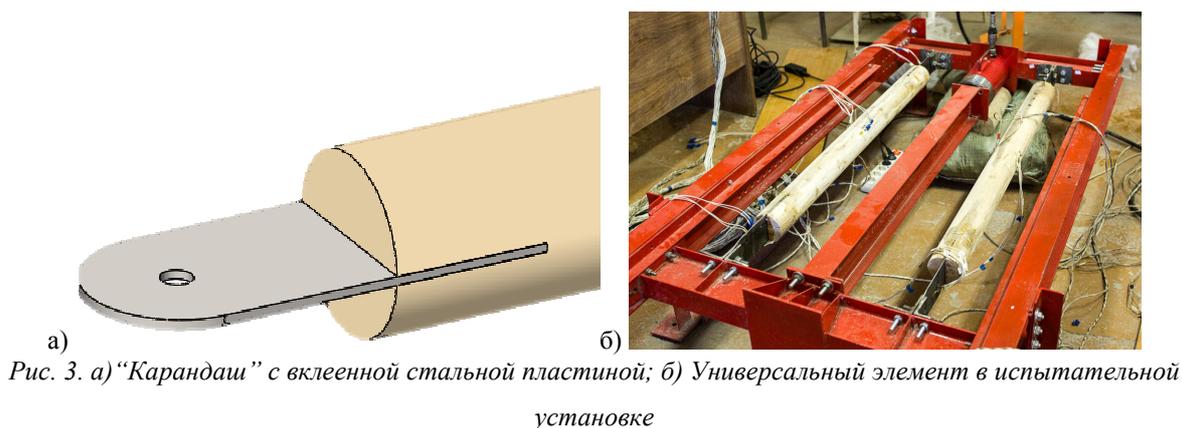


Рис. 2. Полносборное здание замкнутого типа из структурных плит

Такая конструкция представляет из себя пространственную структуру, все элементы которой выполнены из пустотелых блоков, состоящих из стержневых деревянных элементов. При использовании шарнирных узлов в каждом отдельном элементе возникают только усилия растяжения или сжатия, а значит элементы могут быть выполнены даже из самых простых сечений, таких как квадратный брусок или круглое бревно. При необходимости стержневая структура может быть заменена на плитно-стержневую, у которой, в зависимости от поставленных задач, внешний, внутренний или оба пояса могут быть заменены на плитные элементы: СИП панели, ОСП, клефанерные щиты и т.п.

**Материалы.** С целью удешевления производства для изготовления таких конструкций предлагается использовать отходы фанерного производства. Анализ опыта передовых предприятий в России и за рубежом показывает существование различных способов рационального и комплексного использования древесного сырья в полном его объеме с получением десятков наименований продукции в виде удобрений, топливных гранул и пеллет, целлюлозы и пр. Однако вторичное использование крупномерных отходов фанерного производства для изготовления стержневых несущих конструкций до сих пор не применялось. А ведь они представляют собой цельнодеревянные цилиндрические стержни длиной до 2,6 м и диаметром 80-150 мм, стоимость которых после сушки в 5-10 раз ниже стоимости аналогичного объема пиломатериалов.

Для соединения стержней в узлах [3] предлагается применять универсальные однотипные элементы. В торцах “карандашей” по центру сечения для соединения с другими элементами в узле на болте вклеиваются разработанные и изготовленные авторами коннекторы. В качестве торцевых коннекторов применяется листовая сталь сечением 80×3 мм и 80×2 мм с вариацией по длине в зависимости от длины вклейки. Между собой деревянный стержень и стальные торцевые коннекторы соединяются в торцевом пропиле, сделанном на 2 мм шире толщины пластины, с применением эпоксидного двухкомпонентного клея.



Вклеивание стальных элементов в узлах деревянных конструкций хорошо себя зарекомендовало и было описано в трудах многих авторов [4]. От глубины вклейки пластин в древесину и толщины пластины напрямую зависит несущая способность элемента.

**Заключение.** Полученные в результате численного эксперимента значения деформаций и эквивалентных напряжений для универсальных элементов в конструкции полносборного здания замкнутого типа не превышают предельных значений: предела прочности древесины «карандаша»  $\sigma = 10,5/19,5$  МПа, а эквивалентные напряжения в стальных пластинах не превышают предела текучести  $\sigma_t = 245$  Мпа, кроме небольшой области на контакте с болтом, где может происходить смятие, что подтверждается экспериментом. Проведенные численные исследования показали хорошую сходимость с результатами натуральных испытаний универсальных элементов структурной конструкции на основе деревянных карандашей и вклеенных по торцам стальных пластин.

Анализ результатов конечно-элементного моделирования узла структурной конструкции и позволяет сделать вывод о его надежности. Такая конструкция узла может быть использована для здания с пролётом 12 м и модулем 0,75 м.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инжутов И.С., Дмитриев П.А., Жаданов В.И., Деордиев С.В., Захарюта В.В. Полносборное здание замкнутого типа с каркасом из отходов фанерного производства // Вестник МГСУ – 2013. – № 7. – С. 40-50.
2. Абовский Н.П., Енджиевский Л.В., Инжутов И.С., Деордиев С.В., Палагушкин В.И. Формообразование строительных конструкций. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 184 с.
3. Инжутов И.С., Дмитриев П.А., Деордиев С.В., Захарюта В.В. Анализ существующих узлов сопряжения пространственных конструкций и разработка сборно-разборного узлового элемента // Вестник МГСУ – 2013. – № 3. – С. 61-70.
4. Пат. 2705118 РФ. МПК E04B1/58. Узловое соединение деревянных стержней. / Лисицкий И.И., Жаданов В.И., Руднев И.В., Чайкин Е.А. Заявлено 17.10.2018; Опубл. 05.11.2019 – 7 с.

УДК 72.092

**КОНКУРСНЫЙ ПРОЕКТ МАЛОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМА «UNIQIO BRITIAN-  
STONEHENGE 3000»**А.А. Абросимова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: [alesandra\\_abrosimova@mail.ru](mailto:alesandra_abrosimova@mail.ru)

**COMPETITION PROJECT SMALL ARCHITECTURAL FORM «UNIQIO BRITIAN-STONEHENGE  
3000»**A.A. Abrosimova

Scientific supervisor: chief lecturer M.B. Teltsov

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

E-mail: [alesandra\\_abrosimova@mail.ru](mailto:alesandra_abrosimova@mail.ru)

***Abstract.** UNIQIO BRITIAN-STONEHENGE 3000 architectural project is two small architectural forms on one axis. The concept of landscaping also includes the beginning (lighthouse), which should attract people's attention and arouse their interest in passing and exploring this object, and the end - a decorative bush, which in shape repeats the concept of the project.*

**Введение.** Цель проекта – создание современной универсальной архитектуры, гармонично вписывающейся в среду нового микрорайона Battersea (г. Лондон), а также разработка универсального образа малой архитектурной формы, соответствующего ее функциональному назначению. Предполагается решение динамично-пространственных и планировочных задач, задач художественной выразительности, технологичности и экономической целесообразности объектов.

**Экспериментальная часть.** Территория выбрана не случайно, на месте ранее находившейся электростанции Battersea предполагается создать устойчивое пространство с развитой инфраструктурой, а завод переоборудовать в энергоэффективное здание, возродить гармонию природы.

Особенность малой архитектурной формы – взаимодействие света и архитектуры на эстетическом и визуальном уровнях. Свет и тень — это элементы, которые трудно уловить в повседневной жизни. Эта структура впитывает в себя окружающий нас пейзаж, а через рефлексию устраняет ненужные факторы, позволяя зрителю увидеть фундаментальную красоту «света и тени».

Для возведения малой архитектурной формы используется переработанный пластик для элементов, которые скрепляются алюминиевым профилем. Из алюминия выполнены элементы, которые формируют каркас для светоотражающих модулей. Идея светоотражающего модуля, который носит название PIXEL, принадлежит японскому дизайнеру HIROTO YOSHIKOE.

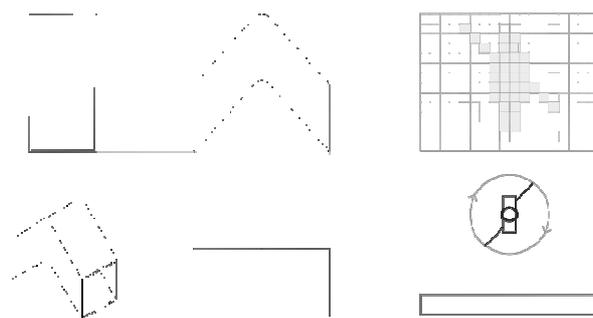


Рис. 1. Схема світлоотражаючого модуля PIXEL

Замысел заключається в преломленні світла. Коли "світ і тінь" проходять через внутрішню частину цієї форми, вони відбиваються від граней попадаючих всередину форми з однієї сторони, де усуваються не потрібні елементи, і те, що відбивається на другій стороні, є чистою формою "світла і тіні", створюються різноманітні візуальні ефекти. Дизайнер вирішив зіграти на контрасті, об'єднати протилежності. Результат – емоційна зарисовка на тему руху, зміни і часу в просторі.



Рис. 2. Ілюстрація створюваного візуального ефекту

Границі малої архітектурної форми UNIQIO BRITIAN-STONENHENGE 3000 є багатофункціональним простором для всіх груп населення, де можна виділити наступні зони: пізнавальну, природно-созерцальну і релаксаційну.

Путь по малої архітектурної формі починається з проходження через портал, він символізує звільнення від повсякденних турбот і підготовку до созерцання. Комунікаційна зв'язь між елементами малої архітектурної форми здійснюється з допомогою своєрідної пішохідної осі, яка об'єднує два об'єкта. Архітектурна форма відкривається інформаційним стендом, розповідає про велике культове спорудження – Стоунхендж. За ним слідують підйом, здійснюваний за рахунок трьох ступенів або пандуса, на подіум, де розміщені основні елементи малої архітектурної форми. Після нього розташований подіум з мініатурою культового спорудження – Стоунхенджа. Подіум виділений конструкцією з світлоотражаючих модулів, завдяки чому відбувається заповнення візуальними образами простору між перегородками, мініатюра оживає, інтегруючись в простір переходів світла і тіні. Далі центральна форма, що складається з різноуровневих перегородок модульної системи, а в центрі розташовується елемент природи-дерево, він посилює контакт з оточуючим середовищем, заповнює простір повітрям світлом і звуком. Вокруг дерева устроєно місце для відпочинку і созерцання - можливість зупинитися і зануритися в медитативний стан, в якому формуються філософський і емоційний діалог з архітектурою оточуючого простору і людиною. Закінчує проходження простору декоративно оформлене рослина.

Освітлення малої архітектурної форми здійснюється з допомогою застосування автономних енергозберігаючих і екологічно чистих об'єктів вітрової енергії. В генеральному плані гармонічно взаємодіють об'єкти архітектури, дизайну і природного ландшафту.

**Результаты.** В рутине городской жизнедеятельности людей окружают миллионы домов, машин, загазованных улиц – все это является ежедневной, монотонной нагрузкой на организм, разрушает наше здоровье и наше понятие о красоте мироздания. В данном проекте преломление света соединяет объект и элемент живой природы, что позволяет человеку соединиться с природой, тем самым отвлечься и отдохнуть от повседневной действительности и восполнить энергию слиянием с природой, не выезжая за пределы жилого комплекса Battersea Exchange.

Созерцая данный объект, человек погружается в медитативное состояние, преисполняется гармонией природы и архитектурой, созданной человеком (комплекс Stonehenge в графстве Уилтшир, Англия и башни медитации Т.Андо). Ведь именно такое сочетание прекрасного помогает каждому из нас ощутить истинную экзальтацию к жизни, заглянуть в себя и понять, что все прекрасное начинается лишь тогда, когда замечаешь прекрасное вокруг.

**Заключение.** Человек, даже находясь неподалеку от UNIQIO BRITIAN-STONEHENGE 3000, погружается в динамическое или статическое восприятие, открываются глубины подсознания, через которые просачивается информация, но не через мысли и не в их виде, а в виде образов и красочных явлений, видений, кажущихся человеку вполне реальными. Всякое логическое мышление затухает, а разум становится открытым для величайших откровений, навеянных UNIQIO BRITIAN-STONEHENGE 3000. Данный проект захватывает тем, что во время прохождения его от начала до конца человек должен погрузиться в медитативное состояние и почувствовать слияние с природной.

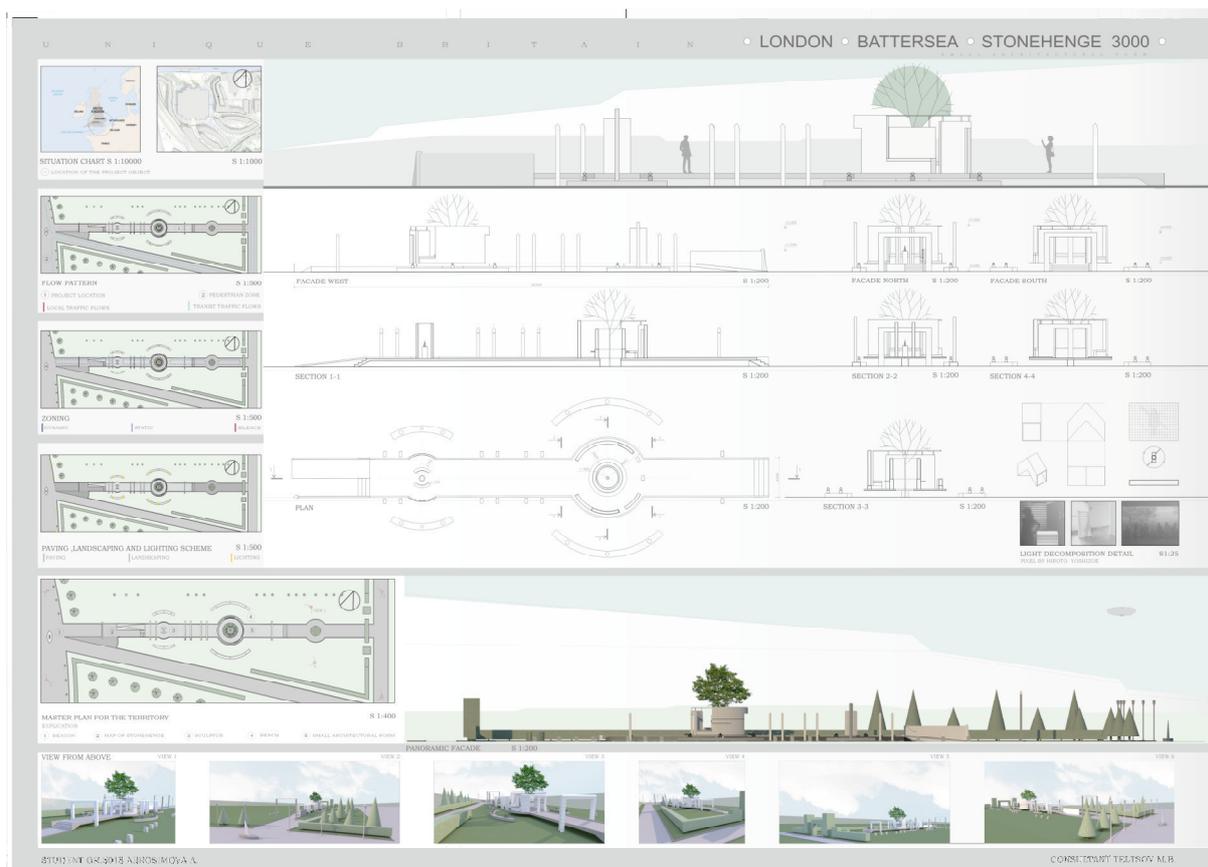


Рис. 3. Графическое изображение конкурсного проекта «UNIQIO BRITIAN-STONEHENGE 3000»

автор проекта А. А. Абросимова, руководитель М. Б. Тельцов

УДК 711.4.025

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕНОВАЦИИ ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ НА ПРИМЕРЕ  
РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ**

Д.Д. Гоголь, А.Д. Никитин

Научный руководитель: доцент, к. т. н. Е.Е. Ибе  
Хакасский технический институт – филиал СФУ,  
Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, 655017

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

**METHODOLOGICAL BASES FOR RENOVATION OF THE URBAN TERRITORY ON THE  
EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF KHAKASIA**

D.D. Gogol, A.D. Nikitin

Supervisor: Associate Professor, Ph. D. E.E. Ibe  
Khakass Technical Institute by Siberian Federal University, Russia, Abakan, Shchetinkina str., 27, 655017

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

***Abstract.** In this work, a study of urban development was conducted for unfinished or abandoned buildings in order to create conditions for the sustainable development of territories through the renovation of these facilities. An architectural concept for a multifunctional youth center was created.*

**Введение.** Под реновацией в строительстве принято считать протекающий в существующем здании адаптационный процесс изменения функционального назначения этого здания с целью дальнейшего использования. Реновация промышленных территорий является наиболее важной проблемой для многих городов нашей страны. Как правило, такие территории окружены жилой застройкой, имеют подведенные коммуникации и развитую инфраструктуру [1]. Промышленные территории давно существуют в структурах городов и чаще всего располагаются в их центральной части, так как изначально именно производственная деятельность являлась основным градообразующим фактором [2].

**Экспериментальная часть.** Основным направлением градостроительной политики является обеспечение устойчивого развития территорий, а также формирование благоприятной среды для жизнедеятельности настоящего и будущих поколений [3]. На сегодняшний день государство оказывает всестороннюю поддержку молодежи, регулярно проводятся фестивали, съезды, различные молодежные форумы. Формирование здоровой молодежи, как физически, так и духовно и психологически – основное направление деятельности молодежной политики государства. Согласно «Стратегии развития молодежи Российской Федерации на период до 2025 года» планируется создание неформального и инклюзивного образования, формирование наставничества и приобщения молодежи к профессиональной деятельности.

На региональном уровне, а именно в Республике Хакасия, с целью реализации государственной молодежной политики соответствующим Постановлением<sup>1</sup> был создан «Фонд «Молодежный центр стратегических инициатив и проектов»».

---

<sup>1</sup> Постановление Правительства Республики Хакасия от 12 февраля 2013 года №60 «О создании некоммерческой организации «Фонд «Молодежный центр стратегических инициатив и проектов»»

В наше время характерно увеличение потоков информации, внедрения технологий в повседневную жизнь, характерен также и дефицит в живом общении. Проблема организации досуга молодежи становится всё более актуальной. Причинами этого является: падение общего уровня культурного развития молодежи, ее асоциальность, распространение элементов упрощенной массовой культуры, недостаточное количество учреждений, отвечающих требованиям современности [4].

На данный момент в нашей стране активно набирает популярность новый вид досуговых учреждений – молодежные центры. В большинстве городов сегодня можно встретить множество старых заброшенных и недостроенных промышленных объектов или сооружений, которые не используются по своему назначению, а только портят архитектурный облик города. Однако, в них кроется огромный потенциал для создания молодежных центров. Характерные черты таких объектов делают их ценными ресурсами для создания общественных пространств: большепролетные помещения, высокие потолки, свобода планировки, подведенные инженерные коммуникации, уникальный индустриальный дизайн [5].

**Целью** нашего исследования является создание условий для экоустойчивого развития территорий Республики Хакасия на примере создания архитектурной концепции молодежного центра.

**Результаты.** В ходе анализа большого количества существующих заброшенных или недостроенных заброшенных объектов на территории города Абакана, для реализации государственной молодежной политики было выбрано недостроенное здание школы верховой езды (Рис. 1, 2), каркас которого был возведен более 10 лет назад. Этот объект находится в центре города Абакана по ул. Крылова возле действующего ипподрома. Здание выполнено из металлического каркаса с шагом 6 м, длиной 72 м, пролетом 30 м и высотой более 10 м, что делает его весьма удобным для реновации в молодежный центр.



*Рис. 1. Фото существующего каркаса здания школы верховой езды в г. Абакане*



*Рис. 2. Фото конструкций каркаса здания школы верховой езды в г. Абакане*

В ходе работы был создан архитектурный концепт молодежного центра. Предлагается максимально задействовать внутренний объем здания. На первом этаже открытое пространство – второй свет, где можно проводить различные мероприятия, а также устраивать спортивные площадки. Также на первом этаже могут быть помещения для коворкинга, видеостудия, радиостудия, фотостудия, кафе с выходящим на улицу фуд-кортом. Второй этаж – антресоль с дополнительным пространством. Свобода планировки и переносные конструкции позволяют перестраивать помещения под различные нужды. Пример такой планировки представлен на рисунках 3 и 4.

Подобные этому проекты реновации должны проектироваться с соблюдением условий экоустойчивого проектирования. Недостатком такого подхода является его высокая стоимость. Однако, это позволит создавать дизайн-проекты, которые на многие годы вперед не потеряют всей актуальности.

Такой «эко-стиль»: пастельные оттенки, деревянные материалы, природные мотивы и прочее, никогда не выйдет из моды. Здания в этом стиле будут выделяться из прочих существующих объектов городской застройки. При реновации объекта необходимо изначально применять те архитектурные методы, которые позволяют добиться современности объекта этапе жизненного цикла.

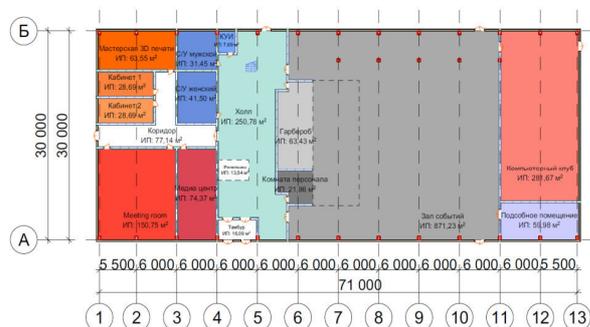


Рис. 3. Эскиз планировки 1-го этажа.

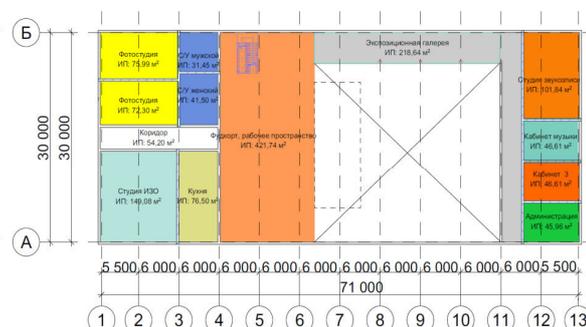


Рис. 4. Эскиз планировки 2-го этажа.

**Заключение.** В данной работе было показано, что в существующих реалиях, когда большинству городов Российской Федерации присуще такое явление, как пустующие промышленные здания, недостроенные объекты различного функционального назначения, остается возможность эффективного освоения таких территорий путем реновации объектов, что позволяет сформировать благоприятную среду для жизнедеятельности настоящего и будущих поколений.

Молодежные центры выполняют одну из наиболее важных задач в сфере культурного развития молодежи – организацию досуговой деятельности молодого поколения. Наиболее перспективным направлением в создании молодежных досуговых центров является разработка многофункциональных молодежных центров.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибе Е.Е., Абдиваитова Д.М., Шиббаева Г.Н. Реновация территории бывшего гидролизного завода в Республике Хакасия под жилую застройку // Вестник Евразийской науки. — 2020 №3. — URL: <https://esj.today/PDF/16SAVN320.pdf> (дата обращения: 19.01.2022).
2. Дубровина М.В. Основные методы реновации производственных территорий. Обоснование направления градостроительного использования территорий бывших производственных зон // Научный журнал. 2017. №5 (18). URL: <https://scientificmagazine.ru/images/PDF/2017/18/Nauchnyj-zhurnal-5-18.pdf> (дата обращения: 01.02.2022).
3. Тарута С.В., Донгак Ш.Х. Современные научно-теоретические подходы к определению понятия «реновация» // Мат. V Всерос. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. А.С. Полинского. Омск, 2019.
4. Нагаева З.С., Мосякин Д.С. Актуальность создания системы молодежных центров // Строительство и техногенная безопасность. 2018. №13 (65). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-sozdaniya-sistemy-molodezhnyh-tsentrov> (дата обращения: 22.01.2022).
5. Серегина А.А., Трибельская Е.Г. Приемы организации внутреннего пространства при реновации исторических промышленных сооружений. — Системные технологии. – 2019. – № 30. – С. 138–146.

УДК 712.7: 725.94

**КОНЦЕПЦИЯ МАЛОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ ФОРМЫ В ПАРКОВОЙ ЗОНЕ ТОМСКА  
«ЭКОЛОГИЯ И КОМФОРТ»**С.А. Кашенко, Е.И. Козырева, У.В. НадёжинаНаучный руководитель: старший преподаватель Г.И. Монич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003Email: [alsmcr@gmail.com](mailto:alsmcr@gmail.com)**THE CONCEPT OF A SMALL ARCHITECTURAL FORM IN THE PARK ZONE OF TOMSK  
«ECOLOGY AND COMFORT»**S.A. Kashenko, E.I. Kozyreva, U.V. NadezhinaScientific Supervisor: senior lecturer G.I. Monich  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003Email: [alsmcr@gmail.com](mailto:alsmcr@gmail.com)

***Abstract.** Introduction. Relevance and purpose of the study: Small architectural forms are constantly in the field of human vision, affect the formation of his aesthetic taste, therefore they must meet the high requirements of modern decoration and have a high-quality finish. Also, the modern practice of urban planning shows what a big role a variety of small architectural forms of different purposes plays in shaping the architecture of the city. The purpose of small architectural forms is to merge nature with architecture. This creates a connection between man and nature, a detailed organization of the immediate environment of people. Small architectural forms are auxiliary architectural structures that have simple functions and correspond to the idea of organizing the spatial environment of the city.*

**Введение.** Малые архитектурные формы являются вспомогательными архитектурными сооружениями, обладающими простыми функциями и отвечающими замыслу организации пространственной среды города. Они постоянно находятся в поле зрения человека, влияют на формирование его эстетического вкуса, следовательно, должны соответствовать высоким требованиям современного художественного оформления и иметь качественную отделку. Современная практика градостроительства показывает, что важную роль в формировании архитектуры города играет именно разнообразие малых архитектурных форм различного назначения. Одной из приоритетных задач при проектировании малых архитектурных форм, расположенных на территории парков, скверов и садов - слияние природы с архитектурой. Это и создает связь человека и природы, детальную организацию непосредственного окружения людей.

**Экспериментальная часть.** Цель работы спроектировать малую архитектурную форму, которая будет полезной для города и сможет использоваться различными возрастными группами людей. Местом для проекта стал «Лагерный сад», который является одной из главных достопримечательностей города Томска. Парк «Лагерный сад» в Томске это исторически сложившаяся, благодаря культурным и социальным предпосылкам, озелененная общественная территория. Стоит отметить, что необходимость

присутствия рекреационных зон в структуре городской застройки определила создание государственной программы «Формирование комфортной городской среды» реализуемой с 2018 г. Формирование комфортной городской среды одно из актуальных направлений в урбанистике. Изучая практики международного и отечественного проектирования парков и общественных пространств схожих по размеру, типу, одной из тенденций можно выявить использование локальных малых архитектурных форм, с учётом особенности природного и антропогенного ландшафтов. Малые архитектурные формы дополняют имидж современного парка, ориентированного на человека. И помогают формировать удобное, доступное и безопасное общественное пространство.

Было принято решение разработать концепцию малой архитектурной формы в парковой зоне, которая совместила бы в себе две функциональные зоны - детскую и зону отдыха. А также удовлетворяла современным тенденциям экологичного строительства.

**Результаты.** Объект разделен на две части. Первая часть представляет собой закрытую скамейку, где можно передохнуть, укрыться от солнца или небольшого дождя, а также велостоянка и урны для раздельного сбора мусора, она предназначена для людей всех возрастов. Вторая часть — это детский игровой комплекс, развлекательный островок для детей. С одной стороны островка будет находится детский скалодром с канатом, который помогает забраться на второй уровень острова. Чтобы спуститься оттуда дети могут скатиться по горке, находящейся сбоку от скалодрома. На первом уровне острова расположены качели, на которых дети могут так же хорошо провести время. В отличие от родителей, дети очень активные и им нужно место, где они могут развлечься и потратить энергию.

Архитектурное решение основано на сочетании прямоугольного в плане объема с изогнутой полукруглой крышей. Округлая форма крыши выбрана для удобства эксплуатации комплекса в различных погодных условиях.

**Заключение.** Проект «Экология и комфорт» актуален для парковых территорий, так как проектируемый объект удовлетворяет потребности людей разного возраста и социального статуса. В добавок ко всему объект экологичен, так как изготовлен из переработанного материала, а раздельный сбор мусора побуждает людей на соблюдение экологичного образа жизни. Установленные светильники LEDEL на территории комплекса дают возможности для реализации нескольких вариантов светового сценария.

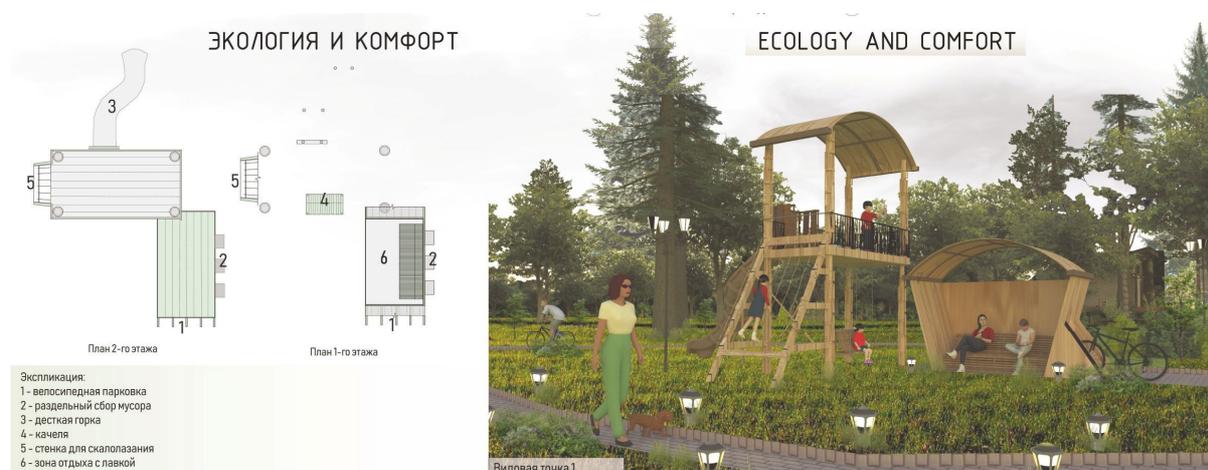


Рис. 1. Графическое изображение проекта «Экология и комфорт», авторы проекта С.А. Каценко, Е.И. Козырева, У.В. Надёжина, руководитель Г. И. Монич

УДК 364.694 – 787.54

**АНАЛИЗ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АБАКАНА**А.А. Крещук, А.С. Ковалева

Научный руководитель: доцент, к.т.н. Е.Е. Ибе  
Хакасский технический институт – филиал СФУ,  
Россия, г. Абакан, ул. Щетинкина, 27, 655017  
E-mail: [kreschuc@gmail.com](mailto:kreschuc@gmail.com)

**ANALYSIS OF THE BARRIER-FREE ENVIRONMENT OF THE CITY OF ABAKAN**A.A. Khreshchuk, A.S. Kovaleva

Scientific Supervisor: Associate Professor, Ph. D. E.E. Ibe  
Khakass Technical Institute by Siberian Federal University, Russia, Abakan, Shchetinkina str., 27, 655017  
E-mail: [kreschuc@gmail.com](mailto:kreschuc@gmail.com)

***Abstract.** In this study, it was assessed how adapted the environment of the city of Abakan is for low-mobility groups of the population. It was revealed whether the ways of movement of people along the streets and entrances to public places meet the requirements. According to the results of the study, fitness diagrams were constructed and appropriate conclusions were drawn.*

**Введение.** Доступность городской среды для маломобильных групп населения является очень актуальной, так как маломобильные группы населения – это не только люди с инвалидностью на колясках, но и женщины с колясками... Доступной среда должна быть не только для инвалидов, но и для всех людей. Есть определенные своды правил, в которых прописаны нормы для организации доступности городской среды, и, к сожалению, уже на стадии проектирования тех или иных общественных мест возникают ошибки, что приносит неудобства маломобильным гражданам [1].

Для реализации безбарьерной среды в центральных районах городов на тротуарах следует устанавливать наклонные площадки, имеющие определенный угол наклона, и, что немаловажно, доступ в общественные здания должен быть оборудован пандусом с перилами или подъемной платформой. Организация доступной среды позволит людям с ограниченными возможностями стать полноценными участниками социума и снимет психологический барьер с остальных его участников.

**Экспериментальная часть.** В ходе исследования была проведена работа по выявлению доступности среды для маломобильных граждан по центральным улицам города Абакана, так как на них наблюдается наибольшее скопление людского потока. Среди общественных зданий в качестве объектов исследования были выбраны продуктовые магазины, банковские учреждения, салоны сотовой связи, торговые центры и т. д.

На рисунках 1 – 4 приведены диаграммы, показывающие процентное соотношение общественных зданий и путей движения по улицам Дружбы Народов и Щетинкина. Зеленым цветом обозначены объекты, которые соответствуют требованиям, желтым, те, что частично соответствуют, а красным цветом обозначены полностью не соответствующие требованиям объекты.

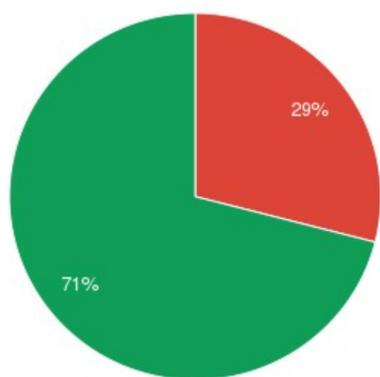


Рис. 1. Пути движения по ул. Дружбы Народов

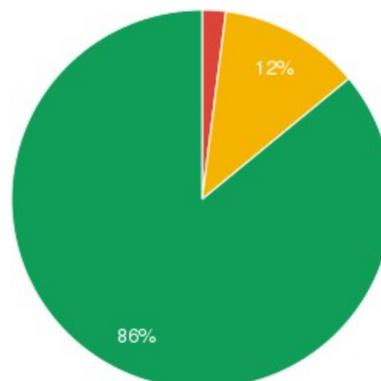


Рис. 2. Пути движения по ул. Щетинкина

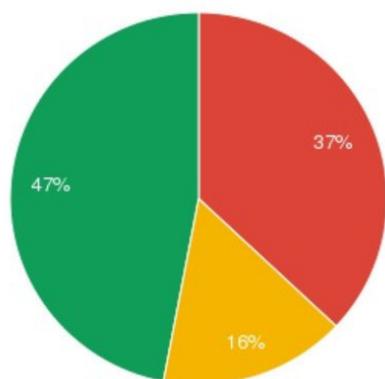


Рис. 3. Общ. здания по ул. Дружбы Народов

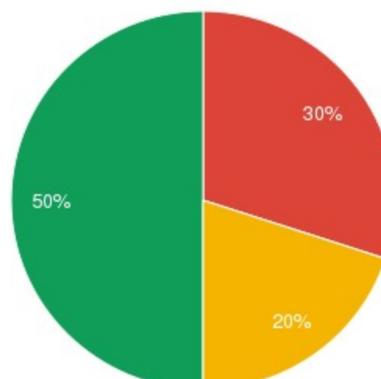


Рис. 4. Общ. здания по ул. Щетинкина

Також були складені загальні діаграми з кінцевими результатами по всіх вулицях (Рис. 5 – 6):

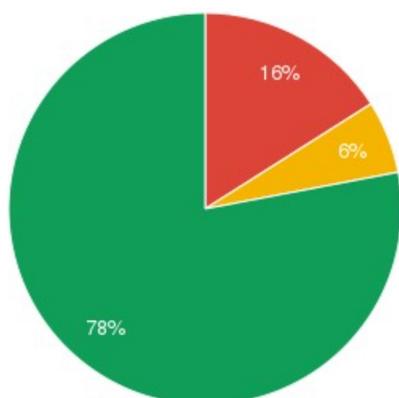


Рис. 5. Пути движения по всем улицам

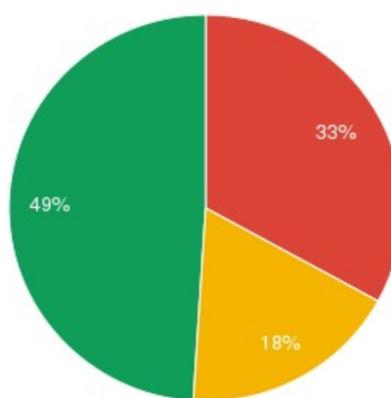


Рис. 6. Общ. здания по всем улицам

Як видно по суммарним діаграммам, відповідність вимогам по шляхах руху становить 78%, невідповідність – 16%, а часткове відповідність – 6%. По суммарним діаграммам зрозуміло, що відсоток громадських будівель, повністю відповідних вимогам, становить 49%, невідповідних – 33%, а частково відповідних – 18%.

**Результати.** Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що невідповідність вимогам в громадських будівлях майже в два рази вище, ніж в шляхах пересування людей, а відповідність вимогам нижче майже в 1,5 рази.

Специалисты-архитекторы уже давно пытаются решать вопрос доступности городской среды для маломобильных граждан. Если опираться на зарубежный опыт, – часть стран успела добиться значительных успехов в сфере безбарьерной среды, чему также способствует ежегодная премия Access City Award. Задача премии – гарантировать равный доступ к основным правам и улучшить качество жизни населения, независимо от возраста и мобильности. Так, Access City Award 2022 года была присуждена городу Люксембург, который признали самым доступным для всех жителей среди Европейских городов [2]. Второе и третье место заняли Хельсинки в Финляндии и город Барселона в Испании соответственно.

**Заключение.** В результате проведенных исследований было выявлено, что: процент объектов, которые не соответствуют требованиям, достаточно высок; большое количество зданий вовсе не оборудованы пандусами или подъемными лифтами; часть существующих пандусов имеет недопустимый уклон или не имеет ограждений. Из всего вышесказанного можно сделать вывод: Россия, хоть и имеет программу по организации безбарьерной среды в регионах, но результаты пока что далеки от идеала [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 140.13330.2012. Городская среда. Правила проектирования для маломобильных групп населения [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/1200101266> – Дата обращения: 25.02.2022 г.
2. Access City Award 2022 (Анг.) [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1141> – Дата обращения: 25.02.2022 г.
3. ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 29 марта 2019 года N 363 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Доступная среда"» (с изменениями на 18 октября 2021 года) [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/554102819> – Дата обращения: 25.02.2022 г.

УДК 711.47

**КРИТЕРИИ СТЕПЕНИ ДИСПЕРСНОСТИ УНИВЕРСИТЕТСКИХ КАМПУСОВ  
В ПЛАНИРОВОЧНОЙ СТРУКТУРЕ ГОРОДА**

К.А. Максимова

Научный руководитель: кандидат архитектуры, доцент В.И. Корнев  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

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

**CRITERIA FOR THE DEGREE OF DISPERSITY OF UNIVERSITY CAMPUS IN THE  
PLANNING STRUCTURE OF THE CITY**

K.A. Maksimova

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor V.I. Korenev  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003

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

***Abstract.** The article analyzes the existing classifications of university campuses depending on their spatial organization and location in relation to the city. For the purpose of urban planning assessment of university campuses, criteria are proposed that determine the degree of autonomy or dispersion of universities. Depending on the distance of student campuses from academic buildings, it is proposed to allocate university campuses with a low, medium and high degree of dispersion. Depending on the features of the location in relation to the city center, it is proposed to divide university campuses into universities located in the central part of the city, on the borders of the central part of the city, on the periphery of the city.*

**Введение.** В современном мире помимо привлекательности и удобства университетского комплекса, наличия в нём качественной инфраструктуры, также важным аспектом, который влияет на привлекательность вуза, является территориальное размещение университета в структуре города, его близость к центральной части, а также архитектурно-планировочные решение кампуса. В контексте данной статьи под кампусом будем понимать исключительно территории и объекты, относящиеся к университетскому комплексу.

**Экспериментальная часть.** Темой размещения университетских кампусов в структуре города занимались многие исследователи. На сегодняшний день существуют различные классификации университетских территорий в зависимости от их пространственной организации и градостроительного размещения в городской среде. А.А. Высоковский выделяет четыре типа университетских комплексов: компактный вуз (университет расположен в одном здании); кампус, который представляет собой единую территорию, и именно на ней размещаются все объекты университета; дисперсный вуз (здания университета расположены в разных частях города); комбинированный университет (университет имеет центральную территорию и дополнительные, разбросанные по городу) [1]. А.А. Стариков выделяет пять моделей – французская, английская, американская, юго-восточная и спутниковая. Автор в данной классификации опирается на региональные особенности возникновения университетов и степень их

взаимосвязи с городской средой [2]. М.Г. Зобова предлагает выделять два типа университетских территорий – интегрированный и автономный кампус [3]. Александра Хейер и Флавия Курвело Магданиэль классифицируют кампусы следующим образом: они выделяют три модели – кампус вне города, кампус внутри города, и кампус, интегрированный в город (рис. 1) [4].

Г.И. Кулешова распределяет кампусы на автономные и городские, также она отмечает, что кампусы городского типа делятся на две группы – локальные (объекты вуза сосредоточены в одном месте) и дисперсные (объекты вуза рассредоточены в структуре города) [5].

Таким образом, на сегодняшний день не существует единой классификации университетских кампусов с точки зрения их размещения в городской структуре. При этом важно отметить, что в ряде случаев степень локальности или дисперсности университетской инфраструктуры определить достаточно сложно. Особенно это актуально для тех университетов, у которых в процессе исторического развития кроме автономно расположенной территории вузовского комплекса появились новые территории и объекты в разных частях города.

В проведенных исследованиях за основу была принята классификация, предложенная Г.И. Кулешовой. Для более точной оценки территориально-пространственной организации вузов предлагается установить критерии, по которым можно определить степень локальности или дисперсности университетского комплекса. В качестве оценочных критериев предлагается выделить степень удаленности и радиус доступности основных объектов вузов по отношению к общежитиям и студенческим городкам. Для определения численных показателей вышеназванных критериев был выполнен градостроительный анализ университетских комплексов Томска, Барнаула, Кемерово.

**Результаты.** Опираясь на эти исследования, можно сделать следующее уточнение в рассматриваемой классификации. К локальным университетам можно отнести вузы, в которых более 75% объектов размещены в радиусе доступности не более 0,5 км. Соответственно к дисперсным вузам можно отнести университеты, выходящие за рамки этого критерия.

Дисперсные университеты предлагается классифицировать в зависимости от степени дисперсности и выделять: а) кампусы с низкой степенью дисперсности (75% университетских объектов находятся в радиусе доступности 0,5-1,5 км); б) кампусы со средней степенью дисперсности (75% университетских объектов находятся в радиусе доступности 1,5-3 км); в) кампусы с высокой степенью дисперсности (75% университетских объектов находятся в радиусе доступности более 3 км) [6].

Кроме вышеназванных критериев предлагается использовать показатель, характеризующий расположение университетских территорий по отношению к центру города. Из проведенного исследования следует, что университетские кампусы можно разделять на кампусы, расположенные в центральной части города, кампусы на границе центральной части и кампусы на периферии. Градостроительная классификация по предложенным признакам представлена на рисунке 1.

**Заключение.** Таким образом, использование предлагаемых критериев по оценке территориально-пространственной организации университетов позволяет получить более точное представление о градостроительных особенностях университетских комплексов. Это в свою очередь дает возможность осуществлять полноценное стратегическое планирование территориально-пространственного развития вузов и определять приоритеты по модернизации университетской инфраструктуры и в итоге повысить уровень и качество университетской среды в целом.

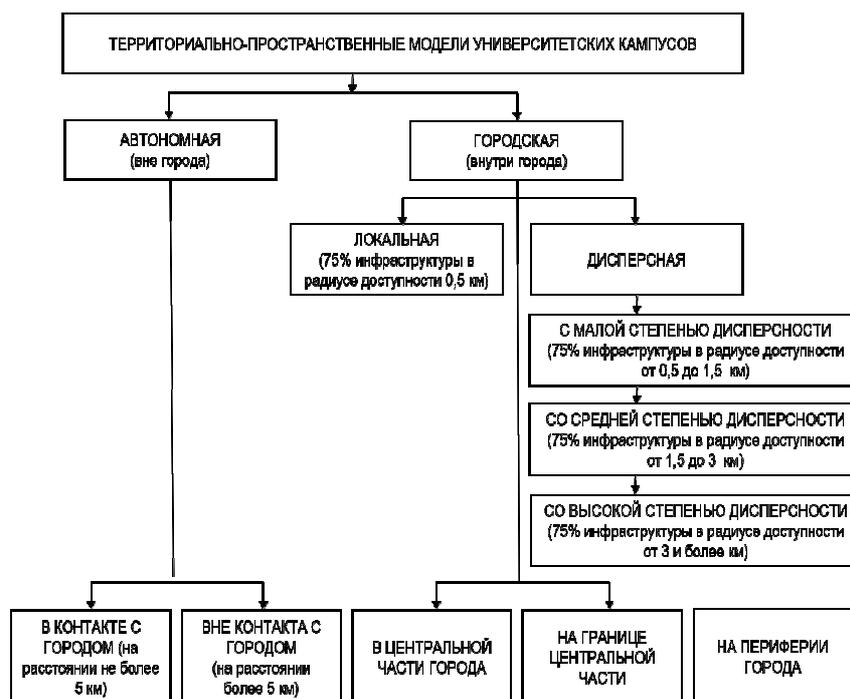


Рис. 1. Градостроительная классификация территориально-пространственной организации университетских кампусов

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Высоковский А., Евсягина А. Университет в городе // Отечественные записки. - 2013. - №4 (55). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://strana-oz.ru/2013/4> (дата обращения: 04.03.2022)
2. Стариков А.А. Культура пространственной организации как фактор конкурентоспособности университета // Университетское управление: практика и анализ. - 2011. - № 2. С.15-29. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.unj.ru/jour/article/view/611> (дата обращения: 04.03.2022)
3. Зобова М.Г. Обновление архитектурно-градостроительной типологии университетских кампусов в России // Вестник ОГУ. - 2015. - №5 (180). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obnovlenie-arhitekturno-gradostroitelnoy-tipologii-universitetskikh-kampusov-v-rossii> (дата обращения: 05.03.2022)
4. Heijer A.C., Curvelo Magdaniel F.T.J. Campus–City Relations: Past, Present, and Future // Knowledge and Space. – 2018. – Vol 12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75593-9\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75593-9_13).
5. Кулешова Г.И. Университет и город. Очерк эволюции связи университетской институции с городской средой. Часть 1. Мировой опыт // Academia. Архитектура и строительство. – № 4. – 2021. С. 70–79.
6. Максимова К.А., Коренев В.И. Градостроительные аспекты размещения университетских кампусов в г. Томске // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2022. – Т. 24. – № 1. – С. 137-149.

УДК 711.4

**АГЛОМЕРАЦИИ: НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ**Л.В. Морозова

Научный руководитель: канд. арх., профессор А.Е. Енин  
Воронежский государственный технический университет,  
Россия, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84, 394006  
E-mail: [morozvalyubov@gmail.com](mailto:morozvalyubov@gmail.com)

**AGGLOMERATIONS: NEW PERSPECTIVES  
URBAN DEVELOPMENT**L.V. Morozova

Scientific adviser: Ph.D. architect, professor A.E. Enin  
Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, st. 20th anniversary of October, 84, 394006  
E-mail: [morozvalyubov@gmail.com](mailto:morozvalyubov@gmail.com)

***Abstract.** The article reveals directions for improving the territorial-urban planning, regulatory framework on the use of suburban areas of large cities. The properties of such a territorial formation as agglomeration are indicated, a number of problems hindering the development of these territories are identified. The problems of development of urban agglomerations are identified and the theoretical and practical aspects, the foundations of the formation of urban agglomerations, the identification of areas for improving the territorial-urban planning, regulatory framework on the issue of the regime for the use of suburban areas of large cities are studied.*

**Введение.** Образование агломераций становится ключевым инструментом развития территорий, тем самым обеспечивает высокое качество жизни населения, создает комфортную среду на высоком уровне. Вопросы городских агломераций и перспективы развития в современных научных исследованиях все еще не полно изучены [1]. Нет многих законодательных и нормативных документов, регламентирующих отношения городов и населенных пунктов, нет единого оопределения городской агломерации, недостаточно четко определена роль крупных городов в обеспечении развития трудовых ресурсов территории, формирование благоприятных условий инновационного развития территориальных общин, креативности трудовых коллективов, личности [2]. Эти и ряд других вопросов требуют более глубокого изучения, более активного формирования механизмов обеспечения развития городов и городских агломераций.

**Экспериментальная часть.** Специфика города определяет его основные социальные функции: хозяйственно-экономическую, то есть организацию механизма производства на основании функционирования разных отраслей промышленности; социальную, которая заключается в деятельности социальной сферы, охватывающей услуги торговли, бытового обслуживания, транспорта, связи, жилищного строительства, социального обеспечения, медицинского обслуживания; культурно-образовательную, реализуемую через получение высшего, среднего специального образования, через создание рекреационной инфраструктуры; управленческо-административную, осуществляемую путем продления административной власти разными государственными и социальными органами [3].

В умовах інтенсивних трансформаційних процесів все більше значення набуває феномен територіальної організації суспільства, як міські агломерації. В сучасному градостроїтві саме агломерації стають основними локомотивами розвитку національних територій, так як в результаті територіальної концентрації виробств і інших економічних об'єктів спостерігається агломеративний ефект, виникаючий в результаті того, що компактно розміщені об'єкти, якщо вони сумісні, завжди ефективніше тих об'єктів, які розміщені ізольовано.

Під агломеративністю слід розуміти територіальне формування з такими властивостями:

- агломерація виникає на базі великого міста і створює значительну зону урбанізації, поглинаючи сусідні населені пункти;
- відрізняється високою ступенем територіальної концентрації різних виробств, зокрема промисловості, наукових і навчальних закладів, а також високою щільністю населення;
- здійснює вирішальне перетворювальне вплив на навколишнє середовище, змінюючи економічну структуру території і соціальні аспекти життя населення;
- наявність постійних пригородних електропоездів, автобусів.

Ряд авторів приходять до висновку про неможливість збігу меж, виділених на основі різних системоутворюючих факторів, і досліджують поєднання систем, що формуються навколо основного ядра. Особливості в підходах обумовлюють відмінності в демаркації меж агломеративності. При значительних розбіжностях в підходах і методах сутність явища розвитку міських агломеративностей достатньо вивчена. Формування висококонцентрованих скупови взаємопов'язаного розселення відображає процес зростання і концентрації виробничих сил, посилення контрастності розселення, зосередження багатьох видів діяльності в найбільш ефективних для їх розвитку ареалах. Автономне місто не відповідає масштабам і інтенсивності цього процесу, що вимагає більш широкого територіального базису [4].

Існує необхідність формування нових підходів до управління розвитком міських агломеративностей, які б були орієнтовані на поточні і майбутні потреби населення. При цьому цілорозумно враховувати складність міських агломеративностей, як об'єктів управління і забезпечення узгодженого взаємодія між усіма складовими системи в процесі функціонування і розвитку. Особливо це стосується взаємодія між територіальними громадами в межах агломеративності [5].

Також можна сформулювати три групи проблем розвитку міських агломеративностей. Організаційні – виявити особливості міських агломеративностей; проаналізувати процес управління їх розвитком і оцінити умови і фактори здійснення; обґрунтувати принципи і пріоритети управління розвитком міських агломеративностей; правові – визначити правовий статус міської агломеративності, оцінити стан правового регулювання її функціонування і розвитку, розробити пропозиції з визначенням правових форм сумісної діяльності органів місцевого самоврядування на території міської агломеративності; градостроїтельні – проаналізувати територіальний склад, структуру, особливості ресурсів розвитку міських агломеративностей; сформулювати модель раціонального розподілу ресурсів для розвитку міських агломеративностей.

**Результати.** Представлений комплекс завдань по управлінню розвитком міських агломеративностей дозволить удосконалити як градостроїтельне, організаційно-економічне, так і правове

обеспечение, использование которого будет способствовать дальнейшему росту и повышению качества населения – территориальных общин, входящих в агломерацию.

Главным путём усиления субъектной базы агломерации является использование низовых звеньев управления административно-территориальных единиц, находящихся в структуре агломерации, при обязательной разработке комплексных целевых программ развития агломераций. Нужна разработка качественно новых методов управления развитием городов – центров агломераций и создание развитого механизма взаимодействия. В целях улучшения процессов урбанизации агломераций необходимо разрабатывать комплексные планы развития всей агломерации в целом, начиная от стадии районного планирования до генеральных планов и проектов общерайонных коммуникаций.

**Заключение.** Можно сделать вывод, что в этой сфере пока не найдено универсальных и свободных от серьезных противоречий решений. На практике существуют разнообразные механизмы, причем не все из них оказываются пригодными к применению. Целесообразно сосредоточение на проблеме совершенствования существующего механизма определения территории крупных городов и агломераций, а также внедрение эффективной многоуровневой системы развития. Объединение усилий малых и средних городов с потенциалом больших – в пределах своей агломерации, может дать необходимый синергетический эффект, когда совместная деятельность нескольких городов приведет к лучшим результатам, чем сумма их отдельных действий. Конечно, что небольшие города в этом более заинтересованы, чем большие, которые опрометчиво считают, что их ресурсов хватит для самостоятельного решения существующих проблем. Но несбалансированное территориальное развитие агломерации может привести к тому, что эволюция одного города будет противоречить другому и всему региону в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Енин А.Е. Понятие эксперимента в архитектуре как деятельности, направленной на гармонизацию взаимосвязи и взаимовлияния населения и среды его жизнедеятельности // Градостроительство. – 2012. – № 4. – С. 19-20.
2. Лаппо Г.М. Проблемы изучения городских агломераций / Под ред. Г.М. Лаппо, Ф.М. Листетенругта. – М.: Институт географии АН СССР, 1988. – 50 с.
3. Лаврик Г.И., Анисимов А.И. Региональные градостроительные проблемы возможное их решение // Градостроительство. – 2010, №4. – С. 15- 21.
4. Прохорская Е.Г. Пространственная организация юго-восточного направления московской агломерации: Автореф. Дис. ... канд. архитектуры. – Москва, 2016. – 95 с.
5. Смоляр И.М. Градостроительное планирование как система: Прогнозирование - Программирование - Проектирование: научная монография. РААСН. - М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 100с.

УДК 72.012.22

### РЕВИТАЛИЗАЦИЯ ПРИДОМОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Д. А. Мурехина

Научный руководитель: старший преподаватель Г. И. Монич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
Email: [murehinadara@gmail.com](mailto:murehinadara@gmail.com)

### REVITALIZATION OF ADJACENT TERRITORIES

D. A. Murekhina

Scientific Supervisor: senior lecturer G.I.Monich  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
Email: [murehinadara@gmail.com](mailto:murehinadara@gmail.com)

***Abstract.** In the field of urban planning, the formation of adjacent territories that is comfortable for different groups of people is one of the most important question. This problem has become especially acute in the context of rapid technological progress, the emergence of personal transport and the formation of its more accessible. The relevance of the problem of revitalization the adjacent territories is obvious, because the yard is one of the most frequently visited places for every person. However, more often yard is not a place for leisure due because of lack of equipment and space, chaotic parking and poor lighting. In this way, a huge number of courtyards in Russia need to be revitalized. In the course of the work, ways of revitalization and the possibility of their application on a specific example will be considered.*

**Введение.** В сфере градостроительства формирование комфортных для разных групп населения придомовых территорий является одним из важнейших вопросов. Особенно остро эта проблема стала стоять в условиях быстрого технологического прогресса, появления личного транспорта и становления его популярным и более общедоступным, а также в условиях плотной застройки городов. Актуальность проблемы ревитализации придомовых территорий очевидна, ведь двор является одним из самых часто посещаемых мест для каждого человека. Однако чаще всего двор не является местом для проведения досуга из-за отсутствия оснащения и места, хаотичной парковки и плохого освещения. Таким образом огромное количество дворов России нуждаются в ревитализации. В ходе работы будут рассмотрены способы ревитализации дворовой территории и возможность их применения на конкретном примере.

**Экспериментальная часть.** Результатами исследования стало выявление возможности применения различных методов улучшения придомовой территории с целью ревитализации конкретной придомовой территории. Так, одной из самых частых проблем, встречающаяся в современном дворе является неорганизованность парковки. Эта проблема является распространённой из-за неправильной парковки, когда автомобилями загроможден весь двор и транспортным средствам специального назначения (каретам скорой помощи, пожарному и прочему транспорту) приходится лавировать, а иногда и вовсе бывает невозможно подъехать непосредственно к подъезду. Это приводит к конфликтным ситуациям, мелким ДТП. Ситуация осложняется еще и тем, что большинство дворов

вообще не оснащено парковочными местами, либо, их крайне мало. Нельзя не отметить, что порядок организации парковки на придомовой территории прописан еще на стадии проектирования многоквартирных домов. Существуют радикальные способы решения проблемы неорганизованной парковки во дворах, такие как организация платных паркингов, подземных парковок или гаражных кооперативов. Однако в условиях плотной застройки решить проблемы подобными образами невозможно, так же платные парковки экономически не выгодны для жителей домов, следовательно такие способы наиболее время- и ресурсно-затратны. Исходя из вышесказанного, во избежание проблемы с парковкой, необходимо её реорганизовать, продумать наиболее выгодное расположение парковочных мест.

Кроме проблемы неорганизованной парковки, повсеместно присутствует проблема использования автомобилистами дворовых территорий в качестве общегородской дорожной сети. Такой вид движения во дворах называется транзитным. Эта проблема возникла на этапе разработки генеральных планов застройки территории, которые проектировались в прошлом, когда количество личного автомобильного транспорта было на несколько порядков меньше. Кроме того, инфраструктурная привлекательность ранее застроенных микрорайонов очень выгодна для размещения проектов застройщиков. Это, в частности, привело к возникновению «точечной застройки», когда существующая инфраструктура для сформировавшихся микрорайонов была перегружена новыми многоквартирными домами. Таким образом, в сформированной на текущей момент застройке старых микрорайонов отсутствует полноценное решение по организации транспортной инфраструктуры. Так как для этого в большинстве случаев нет свободных от строений земельных участков. Однако использование первых этажей многоэтажных зданий для размещения в них торговых предприятий, предприятий бытовой и социальной сфер «шаговой доступности» отчасти снимет транспортную проблему во дворах. В случае наличия свободных и подходящих земельных участков их целесообразно использовать для возведения многоэтажных парковок, а дворовые территории, освободившиеся от транспорта, могут быть реорганизованы в места отдыха. Стоит отметить, что основой всех расположенных во дворах объектов должна быть безопасность пользования. Так, например, освещение - это основа комфортного времяпрепровождения в своем дворе. Чувство безопасности напрямую зависит от качества освещения на территории. Кроме того, безопасность во дворе может быть достигнута с помощью упорядочивания движения транспорта и пешеходов.

Если проблемы парковки и движения во дворе будут решены, тогда следующим этапом будет решение проблемы отсутствия инфраструктуры, подходящей для различных групп пользователей таких как пенсионеры, дети, взрослые с детьми, молодые люди. Для каждой группы населения способы проведения досуга и необходимые для этого архитектурные объекты будут разные, а чаще совмещённые в один объект. Всё чаще наблюдается картина, когда двор стал просто транзитным местом, через которое люди вынуждены проходить каждый день, не задерживаясь. Однако городская среда должна быть доброжелательна к разным группам населения. Например, для развития пространств дальневосточных городов рассматривается включение в социальную жизнь детей природных объектов.[1] А для решения этой проблемы в Казани была организована программа Наш двор. В целях улучшения городской среды проводятся различные мероприятия: федеральные и региональные проекты, конкурсы по благоустройству среды. Так, в Московской области были реализованы следующие

программы: «Мой двор, мой подъезд», «Улучшаем свое жилище», «Московский дворик». [2] Решение проблемы ревитализации территории в Томской области проходит с помощью созданного федерального проекта «Формирование комфортной городской среды», национального проекта «Жильё и городская среда».

**Результаты.** Заранее необходимо сказать, что на территории, выбранной мной для предложения мер по ревитализации, находится разрушенный деревянный дом, и дальнейшее распоряжение этой территорией зависит от итогов переговоров по продаже данной территории. Необходимыми мерами по её ревитализации являются: организация парковки, создание пешеходных дорожек, установка правильного освещения. Из-за появления свободного места во дворе, станет возможным организация небольшой по площади детской площадки [3-5].

**Заключение.** В ходе работы были выявлены и перечислены некоторые способы ревитализации придомовой территории, рассмотрено применение на практике некоторых из них. Результатом исследования стало подтверждение, что методы, перечисленные в этой статье, действительно способны решить или улучшить ситуацию во дворах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доброжелательность городской среды к детям: социологический анализ (на примере городов Дальнего Востока). - Хабаровск, 2017.
2. Воскресенская А.И. Комплексное благоустройство дворовых территорий городской жилой застройки (на примере города Москвы). – Москва, 2008 – 26 с.
3. Бунькина И.А. Системный метод благоустройства дворовых площадок и рекреационных территорий интеллектуальной направленности и повышенной комфортности. – Москва, 2006 – 120 с.
4. Воскресенская А.И. Комплексное благоустройство дворовых территорий городской жилой застройки (на примере города Москвы). – Москва, 2008 – 26 с.
5. Егорова И.А., Четошников В.Д., Жуковский Р.С. Архитектурно-пространственная организация дворовых пространств в жилой застройке в условиях континентального климата // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: н-т. журнал: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2017. № 3 (21). С. 5–14.

УДК 72.03

**ПРИНЦИПЫ ДРЕВНЕГО ЗОДЧЕСТВА В ФУТУРИСТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЕ**У.В. Надежина, Т.О. Плотникова

Научный руководитель: старший преподаватель Г. И. Монич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [nvu2003@mail.ru](mailto:nvu2003@mail.ru)

**PRINCIPLES OF ANCIENT ARCHITECTURE IN FUTURISTIC ARCHITECTURE**U.V. Nadezhina, T.O. Plotnikova

Scientific Supervisor: senior lecturer G.I.Monich  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
E-mail: [nvu2003@mail.ru](mailto:nvu2003@mail.ru)

***Abstract.** In the present study, we assumed that the principles of wooden architecture are reflected in the modern architecture of buildings, comparing their features, they determined the prerequisites for the futuristic architecture of the future. Compiled a comparative table of the architecture of different time periods based on the studied material.*

**Введение.** Архитектура является частью огромной истории, в которой запечатлены различные эпохи в развитии человечества и культуры. Зодчество - одно из самых древних видов деятельности человека, следовательно, уже многие тысячелетия назад основы всей последующей архитектурной деятельности были заложены. Архитектура - это искусство. И, как любой вид искусства, она очень связана с жизнью общества и его историей.

В динамично развивающихся условиях современного мира человечество становится все ближе к каждому новому открытию или изобретению [1]. Изменения времени и пространства сильно повлияли на отношение архитектуры к будущему. Поэтому роль архитектора как прогнозиста, которая изначально была заложена в его профессии, существенно усилилась, он стал фантазировать о будущем, заглядывать гораздо дальше. Именно поэтому началось формирование футуризма как самостоятельного явления в архитектуре. Если обратиться к истокам современной архитектуры и выяснить ее взаимосвязь различных временных периодов, то можно предположить тенденции архитектурного развития в дальнейшем. Следовательно, можно сделать вывод о важности изучения футуризма и исследование взаимосвязи времени и пространства с архитектурой. **Целью работы** является сравнить архитектуру прошлого и настоящего, и выявить предпосылки для формирования футуризма в городе Томск.

**Экспериментальная часть.** На основе исследования Жуйкова Станислава Сергеевича на сегодняшний день уже можно сформулировать содержательную и стратегическую основу новых глобальных тенденций архитектуры, представляющих ближайшие этапы развития зодчества [2]. Архитектура прошлого в сознании людей, воспринимается в большинстве своем произведением искусства, отношение к которому почтительное и уважительное. Практически каждый связывает архитектурное прошлое с чем-то незабываемым, вечным, действительно идеальным, но частично

утраченным на данный момент и потому очень ценным, заслуживающим бережного отношения. Громадная история и величественность, завораживающая умы, доказывают, что архитектура – это образец взаимодействия искусственной среды человека и природы, гармоничное сосуществование между ними, поэтому ее называют классической. В том числе отмечают и зодчество. Однако большинство неоднозначно относятся к современной архитектуре, чаще отрицательно. Таким образом, можно считать, что тоска по потерянной гармонии многозначительной архитектуры заставит будущее поколение вернуться к истокам искусства прошлого. Другая человеческая потребность состоит в том, чтобы ощутить плоды современных научных прогрессов цивилизации, и иметь индивидуальное пространство. Все это сегодня становится актуальным.

На основе вышеизложенного, можно сделать прогноз, что ведущей станет научная основа, которая в симбиозе рационально-иррациональных мышлений, естественнонаучных и гуманитарных познаний должна пытаться восстановить утраченную гармонию между искусственными и естественными природами, используя в прямых смыслах имитации естественных и архитектурных объектов прошлого наиболее безопасными способами. Так, архитектура Томска является культурным наследием, примером русского деревянного зодчества, традиций народа.

Принципы и характеристики русского деревянного зодчества заключаются в неповторимости целого архитектурного объема при повторяемости элементов; почитание и следование традициям; другом виденье строительного материала, отношении к нему как к материалу искусства; единстве и выразительности формы; слитности пользы и красоты, эстетике и гармонии с природой; в долговечности и надежности [3].

Особенность архитектуры Томска сложилась под действием природно-климатических и социокультурных факторов. Особенно отличается самобытность томской архитектуры, отраженная в использовании орнамента и резьбы в обработке фасадов. Резные детали и элементы присутствуют исключительно в тех случаях, когда они соответствуют конструктивному смыслу сооружения, тем самым, дополняя фасад и выполняя эстетическую роль. В архитектуре наиболее часто встречаются стилизованные образы рыб, птенцов, животных. Завершением этапа развития деревянного искусства стало архитектурное наследие модерна. Таким образом, одной из главной технологической особенности в архитектуре города Томска является использование разных видов древесины и обработки - плоскорельефной и прорезной резьбы [3]. Это все находит отклик и в современных сооружениях и постройках, так называемой футуристической архитектуре.

Футуристическая архитектура – это стилевое движение в архитектуре, появившееся в начале XX века в Италии [4]. Движение футуризма основал поэт Маринетти, который написал первый манифест футуризма в 1909 году, что привлекло некоторых архитекторов. В представлении людей современного мира футуризм становится открытым подходом для искусства, архитектуры, науки. Становится неким культом и образцом будущего мира, попыткой отдалиться от прошлого и настоящего. Определяя общие черты футуризма, можно выделить следующие из них: скорость, динамичное и безоговорочное движение и яркая тенденция, которые находят максимальное выражение нового в архитектуре будущего. Но это, скорее, общефилософские категории, а не художественные. Принимая роль образа грядущего искусства и будущей архитектуры, футуризм, как новая основная программа, выдвигает идею о разрушении традиций, культурных стереотипов, и вместо этого предполагает идею о новой усовершенствованной

технике и городском урбанизме как основных признаков настоящего и будущего. Основные концепции футуризма не выходили за рамки изобразительного и литературного искусства, но также сильно повлияли на другие художественные и образные направления, в том числе включая архитектуру. Эти творческие концепции положили начало независимой жизни архитектурного футуризма.

*Таблица 1*

*Сравним черты деревянного зодчества с чертами футуристической архитектуры*

Характерные черты деревянного зодчества:	Характерные черты футуристической архитектуры:
Многоярусность сооружений	Высотные, многоэтажные строения, необычные формы сооружений
Наличие большого количества разнообразных пристроек	Произвольные, абстрактные образы зданий, новое виденье формы
Увенчание построек теремами и башнями/ Художественная резьба по дереву	Динамичные стремительные формы без украшений, непривычный и новый для взгляда внешний вид самого здания
Сочетание пользы и красоты, конструктивности и эстетики, гармония с природой	Анархичность мировоззрения, выражение массовых настроений толпы
Отношение к строительному материалу как к материалу искусства	Культ техники и науки, индустриальных городов
Характерное следование традициям, почитание обычаям	Идея разрушения культурных стереотипов, отрицание прошлого

**Результаты.** В конце 60-х годов XX века в истории архитектуры появилась тенденция объяснения развития архитектуры не только с точки зрения истории. С 80-х гг. XIX века широко распространяется циклическая архитектурная теория эволюции. Основоположниками этой теории являются Вельфлин, проводивший исследование архитектуры ренессанса и барокко (1888), и Франкль, с его учением о фазах развития новой европейской архитектуры [4]. Он находит нечто вроде повторения форм архитектурного развития через несколько временных периодов, находит какую-то цикличность архитектурного развития. Таким образом, опираясь на теорию цикличности, можно предположить, что принципы зодчества города Томск найдут отклик в футуристической архитектуре будущего.

**Закключение.** Принципы деревянного зодчества отражаются в современной архитектуре зданий, и, сравнив их черты можно определить предпосылки для футуристической архитектуры. И, хотя, футуризм отрицает культурные традиции и гармонию, придерживается идеи создания «нового» мира, архитектура прошлого находит свой отклик в настоящем и будущем.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глазычев В.Л. Архитектура: энциклопедия. – М.: Астрель, 2002. – 672 с
2. Жуйков С.С. Тенденции формирования нового глобального стиля в архитектуре: Автореф. Дис. канд. архитектуры. – Нижний Новгород, 2018. – 32 с.
3. Ащепков Е.А. Русское народное зодчество в Западной Сибири. – М.: Издательство Академии архитектуры СССР, 1950. – 140 с., ил.
4. Гыбина М.М. Градостроительные концепции итальянского футуризма: Автореф. Дис. канд. архитектуры. – Москва, 2013. – 27 с.

УДК 72.01

**СПАССКИЙ ТРАКТ КАК ЧАСТЬ МОСКОВСКО-СИБИРСКОГО ТРАКТА ТОМСКИЙ РАЙОН  
ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

С.Д. Пугачева

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

Email: [psd707@mail.ru](mailto:psd707@mail.ru)

**SPASSKY ROAD AS PART OF THE MOSCOW-SIBERIAN TRACT TOMSK DISTRICT OF THE  
TOMSK REGION**

S. D. Pugacheva

Scientific Supervisor: PhD, A/Professor E. V. Sitnikova,

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

Email: [psd707@mail.ru](mailto:psd707@mail.ru)

***Abstract.** The article is devoted to the study of the creation and settlement of the Moscow-Siberian tract within the Tomsk province: the types of traffic organization, forms of transportation along the tract. Occupation of the population living at the villages and farms along the tract. Social and economic consequences of the tract influence on persons' lifestyle and life organization.*

**Введение.** Потребность современного общества в познании своей истории в настоящее время велика. «Тот, кто не помнит своего прошлого, обречен на то, чтобы пережить его вновь» Джордж Сантаяна. Это повторное переживание прошлого сопряжено с повторением ошибок, знание же истории, понимание себя и корней своей семьи позволяет двигаться и развиваться в будущем, принимая разные обстоятельства и условия. Важным приоритетом нашей страны является сохранение исторического и культурного наследия, что особенно важно в контексте сохранения малых исторических поселений. Не менее важная задача – осознание себя в контексте истории семьи и страны, и рефлексия исторически неоднозначных моментов, которые вновь открываются благодаря архивным материалам. Московско-Сибирский тракт в XVIII в. был основной транспортной артерией Сибири. Перевозки на тракте были государственные и казенные (воинские, арестантские, земские, почтовые, подводная повинность и перевозка чиновников и полиции). Томск, выполнял функцию перевалочного пункта, через который проходило до трех млн. пудов различных грузов. Тракт дал мощное развитие экономических связей и купечества Сибири.

**Экспериментальная часть. Цель исследования:** изучение архивных данных о функционировании Московско-Сибирского тракта в контексте города, оценка значимости тракта в развитии экономического и культурного потенциала города и вместе с тем обозначить стремительное развитие инфраструктуры города благодаря прохождению Московско-Сибирского тракта через Томск.

Вопросами изучения Московско-Сибирского тракта занимались многие историки, как например О.Н. Катионов в своей диссертации «Московско-Сибирский тракт как основная сухопутная транспортная

коммуникация Сибири» рассмотрел, в частности, вопросы возникновения тракта, картографирования тракта в контексте административно-территориального становления Сибири и освоения притрактных областей, влияние тракта на население и социальные процессы в притрактных областях. Данная статья содержит факты об организации тракта, подготовленные томским краеведом и научным сотрудником Томского Краеведческого музея Т. Ю. Назаренко к выставке 1997 года. Данное исследование выполняется с целью обобщения ранее изученных материалов и определения историко-культурных основ Сибирского тракта для разработки туристического маршрута на участке г. Томск – с. Яр.

А.Д. Колесников называет время установления регулярной устойчивой сухопутной связи Тары с Томском, через Барабинскую степь – 30-е гг. XVIII в., учитывая привлечение к подводной гоньбе крестьян и разночинцев Томского и татарского уездов. Историк объясняет меры по устройству тракта в 1742 году между Тарой и Томском усилением экономического развития Сибири: ростом потока грузов, учащением служебных поездок чиновников. С 1743 года впервые зафиксирован наем крестьянами вместо себя отбывавших подводную гоньбу на Барабинском участке тракта. [1, стр.7]

Интересно, что еще в XVII веке в качестве дорог в Сибири использовали реки. Строительство дорог в Сибири начинается с подписания мирного договора между Россией и Китаем в 1689г. Данный договор стимулировал развитие торговых отношений и дипломатических. Прокладка Московско-Сибирского тракта помимо прочего укрепило связь европейской части России и Сибири. Московско-Сибирский тракт начинался с почтового сухопутного пути, соединявшего Тару и Томск, а также Тару и Нарым в XVII веке. Этим путём пользовались ямщики для доставки грамот в сибирские города и остроги. Во второй половине XVII века дорогу продлили до Красноярска, а позднее до Енисейска. Эти сообщения определили направление будущего Московско-Сибирского тракта [2].

Только в 1720г. по приказу Петра I началось обустройство торгового пути. Царь велел наладить еженедельную казённую почту между главными городами империи и столицей (позже, по причине отдалённости региона, для Сибири утвердили ежемесячное сообщение). Для удобства путешественников и почтовых ямщиков были организованы форпосты и селения в Барабинской степи – Шелегино, Торбаево и Государев Двор в дополнение к Чаусскому острогу, совр. Кольвань, Новосибирская область. В 30–50-е гг. XVII века на этом участке появились 13 зимних станций для отдыха путников и почтовые станции для смены лошадей (должность содержателя станции была особенно привлекательна для служивых людей, так как им давалась привилегия в виде беспроходной варки и продажи пива).[1] На территории Спасского тракте на 1899г. питейные заведения имелись в селах Ярское, Батурино и Спасское[3]. На карте Семена Ремезова 1700 года в районе села Ярское отчетливо обозначена переправа. Строительство тракта было завершено только в 1763 году и проходил он из Москвы на Тюмень и Тобольск через Нижний Новгород, Казань, Кунгур и Екатеринбург. Его протяженность составила Общая протяжённость пути от Москвы до Пекина составляла, по одним подсчётам, 8332 версты, по другим – 8839 вёрст<sup>1</sup>. Тракт также называли Осьмой дорогой, Общая протяженность дорог в Сибири к 1911 году составляла 109 тысяч верст. Почти 1/5 населения Сибири была занята в обслуживании тракта. Интенсивнее всего тракт использовался в XIX веке, значение стало падать со строительством железной дороги. Перевозки на тракте были государственные или казенные (воинские, арестантские, земские, почтовые, подводная повинность и перевозка чиновников и полиции) и частные (пассажиры и грузовые).

---

<sup>1</sup> 1 верста = 1,06 км.

**Результаты.** Через Томск, который выполнял функцию перевалочного пункта, в год проходило до трех млн. пудов<sup>2</sup> различных грузов. Особенно оживленным был тракт зимой, когда по нему тянулись обозы чая, пушнины, рыбы, кожи, сала, масла и пр. Грузопоток увеличивался каждый год. Из Томска на восток проходило ежегодно 70 тыс. возов что составляло около 1,6, - 1,7 млн. пудов, на запад ежегодно более 1 млн. пудов груза. Известные томские купцы Кухтерин и Горохов отправляли из Томска обозы по 200 – 300 саней. Они везли продукцию мануфактур в Иркутск. На обратном пути могли продавать обоз, оставляли только необходимое кол-во саней для возвращения домой. Скорость движения была достаточно не велика: по шоссе 12 км/час, по грунту 10 км/час, в распутицу 8 км/час. В сутки обоз шел 45-55 верст, находясь в пути 30- 45 дней. [4, лист 2 и оборот]

**Заключение.** История организации Московско-Сибирского тракта XVIII-XIX вв. является составной частью истории Сибири и России в целом. Создание транспортного гужевого пути способствовало более интенсивному освоению Сибири и соединению Сибири с Европейской частью России. При этом, тракт, являясь основной транспортной коммуникацией Сибири XVIII- XIX вв., оказывал влияние на образ жизни трактового населения, его поведение и нравы. Активно шел процесс заселения притрактовой зоны и рост населённых пунктов, обслуживающих движение по тракту. Для формирования туристического маршрута Томск – Ярское как часть Московско-Сибирского тракта будут полезны изученные материалы диссертации О.Н. Катионова, потому что они отражают общероссийские социальные наиболее важные общероссийские процессы середины XVII - конца XIX веков, а также форму взаимосвязи европейской части России и Сибири. Данные, почерпнутые из материалов подготовленных Т.Ю. Назаренко, позволят увидеть региональную специфику – через истории томских купцов и организацию извоза, объемы перевозок, проходящих через Томск, а значит и вовлеченность населения притрактовых поселений в извоз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катионов О.Н. Московско-Сибирский тракт как основная сухопутная транспортная коммуникация Сибири (30-е гг. XVII – 90-е гг. XIX вв.): Дис. ... доктор исторических наук. – Новосибирск, 2006 – 605с. Стр. 4-40.
2. Вировец С.Ф., Московско-Сибирский тракт: история самой большой в мире сухопутной магистрали // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2019г., №2(13). – С. 66 – 72.
3. Томский областной краеведческий музей (ТОКМ) Ф-1, Оп 13, Дело 290 «По Сибирскому тракту» ТЭП и сопроводительный текст выставки 1997г. Назаренко Т.Ю.
4. Список населенных мест Томской губернии на 1899г – Томск: Товарищество "Печатня С.П. Яковлева" (Губернская типография), 1899.

---

<sup>2</sup> 1 пуд = 16,3 кг.

УДК 728.1.012.1

**ПРОБЛЕМЫ ЖИЗНИ В ПЕРИФЕРИЙНЫХ РАЙОНАХ ЗА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ  
ПЕРЕЕЗДОМ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**Д.О. Ромашова, Д.Е. Якимова

Научный руководитель: старший преподаватель Г. И. Монич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
Email: [dariaromashova2002@gmail.com](mailto:dariaromashova2002@gmail.com)

**PROBLEMS OF LIVING IN THE PERIPHERAL AREAS BEHIND THE RAILWAY CROSSING AND  
POSSIBLE WAYS OF THEIR SOLUTION**D.O. Romashova, D.E. Yakimova

Scientific Supervisor: senior lecturer G.I. Monich  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
Email: [dariaromashova2002@gmail.com](mailto:dariaromashova2002@gmail.com)

***Abstract.** The article is devoted to an actual topic – the main problem of residential areas, which is the lack of the necessary infrastructure. The article considers the South Gate microdistrict in the city of Tomsk. There are identified its main problems and the most common causes of their occurrence. Possible solutions based on the analysis of scientific publications and articles on this topic and consideration of real examples in the Russian cities of Krasnodar and Kemerovo are considered. Based on possible solutions, possible ways of developing the South Gate microdistrict were modeled to provide its residents with a better quality of life.*

**Введение.** Жизнь современного города требует постоянного прироста населения и следовательно роста масштабов города, что влечет за собой постоянное расширение его окраин. При увеличении города необходим постоянный рост инфраструктуры на осваиваемых территориях. Несколько столетий назад представить себе современные проблемы было достаточно сложно, из-за чего и города строили по канонам того времени. Однако сейчас темп развития значительно вырос, и подобные стандарты неприемлемы, что привело к появлению многих проблем.

Из-за малого финансирования и недостаточной продуманности организации спальных районов, у людей проживающих там возникают проблемы.

**Цель данного исследования** - найти работоспособный метод благоприятного развития спального района на примере микрорайона Южные ворота г. Томска.

**Экспериментальная часть.** Для более наглядного рассмотрения проблемы обратимся к одному из молодых микрорайонов Томска.

Микрорайон Южные ворота относится к поселку Зональная Станция, и строится с 2015 года. На момент первой половины 2022 года построено 28 домов из предполагаемых 43. Каждый дом имеет высоту от 9 до 17 этажей. Основу населения периферийного района составляет средний класс, то есть граждане распорядок дня которых “дом-работа-дом”. Чаще всего это семьи с детьми школьного и

дошкольного возраста. В районе на данный момент имеются аптеки, некоторые магазины, школа и несколько детских садов.

Анализируя наличие и отсутствие разных селитебных зон, можно сделать следующий вывод: на сегодняшний день жить в данном районе без потребности регулярно посещать более благоустроенные районы города не представляется возможным, так как инфраструктура, удовлетворяя только основные биологические потребности в пище и здоровье.

Для коммуникации города с Южными Воротами граждане имеют два выхода - это личное средство передвижения, здесь встает необходимость в парковочном месте, или общественный транспорт, состоящий всего из 3 маршрутов. На данный момент эти условия уже являются недостаточными из-за высокой численности населения.

Из-за отсутствия рекреационно-ландшафтной зоны возникают проблемы для времяпрепровождения граждан микрорайона после работы. По той же причине страдает ветрозащищенность района.

Из всего вышесказанного вытекает следующая картина: район не имеет достаточную инфраструктуру для автономного или полуавтономного существования, а путь к городу сложен и, местами, небезопасен, что в особенности касается пешеходов.

Отсюда мы можем сделать вывод, что для повышения качества жизни жителей района есть два основных направления: обеспечение развития дорожного сообщения и обеспечение района всей основной инфраструктурой.

Обеспечение развития дорожного сообщения. Для обеспечения комфортного пути к города необходимо устранить основные причины заторов на железнодорожных переездах. Они снижают скорость автомобильного движения, создают социально-экономические издержки транспортной системы [1].

Одна из причин затрудненного движения на переездах - неудовлетворительное состояние. При пересечении водителем железнодорожных путей приходится придерживаться низкой скорости (5-10 км/ч), так как при увеличении скорости переезды наносят вред автомобилю и вызывают поломки.

На магистральных железнодорожных путях из-за высокой интенсивности движения поездов шлагбаум закрыт большую часть времени, а также они поднимаются не сразу после прохождения поезда. Также чаще всего на железнодорожных путях присутствует всего по одной дорожной линии в каждую сторону.

На количество машин влияют микрорайоны, находящиеся за железнодорожным переездом. Из-за нехватки всего необходимого, людям приходится уезжать в город, дорога до которого пролегает через железнодорожный переезд, из-за чего количество машин на нем увеличивается.

Способы решения проблемы можно разделить на два вида: организационно-административные и строительно-реконструктивные [2]. Организационно-административные методы включают в себя регулирование путем воздействия через законодательный орган, тем самым привлекая граждан к ответственности за ненадлежащий надзор за железнодорожным переездом. К строительно-реконструктивным методам относятся строительство новых дорог, транспортных развязок и мостов, ввод дополнительных полос движения для уже существующих дорог, а также расширение имеющихся дорог.

Обеспечение района основной инфраструктурой. Развитие транспортной инфраструктуры влияет на увеличение количества автомобильных средств, что означает увеличение спроса на парковочные

места. В настоящее время наиболее удобным решением считаются многоуровневые подземные или стоящие рядом паркинги.

Для обеспечения целостности района одного улучшения транспортной инфраструктуры будет недостаточно. Для обеспечения комфорта жителей микрорайон должен включать в себя и транспортную и социальную инфраструктуру [3].

Социальную инфраструктуру делят на 2 части: социально-бытовую и социально-культурную. В первую очередь район должен обеспечивать социально-бытовой инфраструктурой, которая включает в себя услуги ЖКХ, наличие предприятий сферы услуг, торговых точек и банков, маршрутов и остановок общественного транспорта. [4].

Социально-культурная инфраструктура развивает духовные, интеллектуальные свойств. К данной сфере относят образовательные организации, здравоохранение, спорт и туризм.

Озеленение района благоприятно влияет на окружающую среду и эмоциональное состояние жителей. Для наиболее благоприятной обстановки в районе должны присутствовать парковая зеленая зона и места для комфортного занятия спортом на свежем воздухе.

**Результаты.** На данный момент проблему пробок в микрорайоне сможет решить расширение дорог на пути к Степановскому переезду и появление двухуровневой развязки на нем, а также ремонт и расширение улицы континентальной.

На данный момент микрорайону необходимо строительство магазинов одежды, кафе, большего количества детских садов, поликлиники, строительство которой планируется начать во второй половине 2022 года, ускорение развития общественного транспорта. Району также необходимо озеленение и строительство парковой зоны.

**Заключение.** В работе были проанализированы проблемы спального района Южные ворота в г. Томске. Изучив разнообразную литературу, а именно журналы, диссертации и статьи в интернете по схожей тематике мы вывели причины возникновения и нашли теоретические способы решения поставленных проблем. На данный момент мы можем сделать вывод, что современные спальные районы требуют значительного улучшения инфраструктуры, из-за чего проблемы спальных районов остаются актуальными и по сей день.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хашев А.И. Развитие железнодорожно-автомобильных пересечений в транспортной системе на основе комбинированного имитационно-аналитического моделирования: Автореф. Дис. ... кандидат наук. – Ростов-на-Дону. – 2021. – 163 с.
2. Шаманов Р.С., Кусморова Ю.А. Анализ практического опыта железных дорог по решению проблемы железнодорожных переездов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/79/13990/> (дата обращения: 17.03.2022).
3. Аракелян Р. Как будут развиваться периферийные районы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.urbanus.ru/ng-aktualno/2019-09-05/kak-budut-razvivatsya-periferiynye-rayony> (дата обращения: 7.04.2022).
4. Ашнина Ю.А., Борисов А.В., Борисова Н.И. Развитие инфраструктуры современного города: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://novainfo.ru/article/4078> (дата обращения: 4.04.2022).

УДК 711:534.2

### ПРОБЛЕМА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

О.В. Сазонкина<sup>1</sup>, Е.Е. Степаниденко<sup>2</sup>

Научный руководитель: доцент, канд. арх. А.Е. Гашенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова

Россия, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, 38, 630099

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет

Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4, 190005

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

### THE PROBLEM OF NOISE POLLUTION IN THE URBAN ENVIRONMENT

O.V. Sazonkina<sup>1</sup>, E.E. Stepanidenko<sup>2</sup>

Scientific Supervisor: Assoc. Prof. A.E. Gashenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk, Krasniy prospect str., 38, 630099

<sup>2</sup>Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Saint Petersburg, Vtoraya Krasnoarmeiskaya, 4, 190005

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

**Abstract.** *In this report, we study the impact of noise on the urban environment and its inhabitants, considering the main problems of noise, its impact on the human body, legislative regulation of noise levels in Russia and the relevance of this problem. On the example of the city of Novosibirsk, we studied the main aspects of noise pollution, conducted a social survey of residents and compared them with our own observations and measurements.*

**Введение.** Каждый день мы сталкиваемся с последствиями индустриализации; одно из них и наиболее критическое — влияние на экологию. Деятельность человека влияет на экологическую обстановку в разных проявлениях и в разной степени, но в этом докладе мы бы хотели остановиться подробнее на исследовании шумового загрязнения в условиях городской среды, ведь именно шум настолько вездесущ и разнообразен для нас, что мы уже даже перестали обращать на него внимание. Однако он способен негативно сказываться на здоровье и самочувствии городского жителя.

Например, исследования департамента городского транспорта в Лондоне позволили выяснить, что примерно 20% жителей ежедневно подвергаются воздействию уличного шума громкостью выше 60 децибел. В 2012 году Министерство охраны окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства Великобритании составило карту дорожного шума Лондона. Эти данные позволили принять различные меры по снижению уровня шума в каждом из 128 выявленных мест города — шумопоглощающее дорожное полотно, более тихие автобусы, зелёные насаждения [1].

**Экспериментальная часть.** В ходе исследования нами был проведен анализ материалов по данной теме, на основе чего можно сделать вывод, что проблема шума стала рассматриваться не так давно — большее количество трудов приходится на последнее десятилетие. Чаще всего это волнует экологов и биологов. В то же время проблема не слишком популярна среди урбанистов — тема

шумового загрязнения нечасто становится темой серьезного научного исследования, немногие города были исследованы на состояние шумового фона.

**Результаты.** Шум является одним из наиболее распространенных неблагоприятных физических факторов окружающей среды. Он представляет собой беспорядочное сочетание различных по силе и частоте звуков, способных оказывать неблагоприятное влияние на организм человека [2]. В городских условиях шумит практически всё: транспорт, производства, люди и животные. По данным Всемирной организации здравоохранения, это одна из самых опасных экологических угроз для здоровья. В докладе Минприроды за 2017 год [3] была отмечена возрастающая шумовая нагрузка, в том же году Роспотребнадзор отчитался, что зарегистрировал свыше 24 тыс. обращений от граждан по вопросу шума [4], а опрос Фонда «Общественное мнение» показал, что из-за шума не высыпается примерно 40% россиян [5].

Среди источников городского шума выделяют следующие:

1. Транспорт (основные и центральные улицы города, трасса);
2. Железнодорожный транспорт;
3. Временное строительство зданий и сооружений;
4. Городской транспорт (трамвай, троллейбус);
5. Промышленные предприятия [6].

Уровень шума в России регламентируется более чем 300 документами. Согласно СП 51.13330.2011 «Защита от шума», что допустимым уровнем шума для территорий, расположенных вблизи жилых территорий, считается 55 дБ [7]. Такой предел был установлен не просто так: известно, что длительное влияние шума выше 65 дБ негативно влияет физическое и психическое здоровье человека. Длительное влияние шума выше 85 дБ отрицательно воздействует на вегетативную и центральную нервную системы, органы слуха и повышает выработку гормонов стресса. Длительное воздействие шума выше 110 дБ становится причиной снижения слуха и может вызвать полную глухоту, сильные головные боли, чрезмерную раздражительность, головокружение; стать причиной возникновения шумовой болезни [8].

Основным способом измерения и изучения звука является шумомер – прибор для объективного измерения уровня звука. Прибор представляет из себя микрофон, подключенный к вольтметру, который улавливает прирост электрического напряжения, вызванный электрическим сигналом на выходе с микрофона пропорциональным исходному звуковому сигналу. В России эти приборы регулируются документом ГОСТ 17187-81\*, и на данный момент классифицируются на 4 класса точности: 0 (20–12500 Гц) — шумомеры, применяемые в качестве образцовых средств измерения, 1 (20–12500 Гц) — шумомеры для точных лабораторных и натурных измерений, 2 (2–8000 Гц) — шумомеры для натурных измерений нормальной точности, чаще всего используются для измерений на стройке или производстве, 3 (31,5– 8000 Гц) — шумомеры для ориентировочных измерений, чаще всего используются в бытовых целях [9].

**Заключение.** В перспективе изучения данной темы — выявление проблемы шумового загрязнения города Новосибирска. Для исследования будет проведен социальный опрос жителей города с целью уточнить самые шумные, по их мнению, места, после чего в этих точках будут проведены натурные измерения для сопоставления мнения респондентов с реальной ситуацией. Итогом этого сравнения станут данные, показывающие отношение жителей к шумовому загрязнению и выявляющие проблемные места мегаполиса.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акишин А. Мировой опыт: как в Лондоне борются с депрессиями и стрессом горожан [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://strelkamag.com/ru/article/kak-v-londone-boryutsya-s-depressiyami-i-stressom-gorozhan?utm\\_source=institute\\_vk&utm\\_medium=social&utm\\_campaign=v-2012-godu-v-londone-sostavili-kartu-do](https://strelkamag.com/ru/article/kak-v-londone-boryutsya-s-depressiyami-i-stressom-gorozhan?utm_source=institute_vk&utm_medium=social&utm_campaign=v-2012-godu-v-londone-sostavili-kartu-do) (дата обращения: 27.02.2022).
2. Бондарева С.А., Шуклина А.Е., Бочкарева И.И. Шумовое загрязнение атмосферного воздуха г. Новосибирска от антропогенных источников воздействия // Природопользование и охрана природы: Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Томск, 2019. – С. 55–57.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». // М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», – 2018. – Т. 5. – С. 343.
4. Информация о работе с обращениями граждан на шум в 2017 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://77.rospotrebnadzor.ru/index.php/san-epid/40-2009-08-20-06-08-14/5954-informatsiya-o-rabote-po-obrashcheniyam-grazhdan-na-shum-v-2017-godu>.
5. Сон: представления и практики. Опрос о сне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fom.ru/Obraz-zhizni/13952> (дата обращения: 26.02.2022).
6. Богуславец Е.А., Братошевская В.В. Вертикальное озеленение зданий как метод защиты от шумового загрязнения на урбанизированных территориях // Вестник науки. – 2020. – Т. 1., № 5 (26). – С. 84-87.
7. СП 51.13330.2011 Защита от шума: [утверждён приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. N 825 и введен в действие с 20 мая 2011 г.: зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)]. – Собрание законодательства Российской Федерации. – 2010. – № 51.13330.2011. – С. 9-13.
8. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://09.rospotrebnadzor.ru/content/vliyanie-shuma-na-organizm-cheloveka> (дата обращения: 26.02.2022).
9. ГОСТ 17187-81\* Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний: [введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 декабря 1981 г. N 5787] // Собрание законодательства Российской Федерации. – 1981. – №. № 17187-81. – С. 2.

УДК 72.01

**КЛАССИФИКАЦИЯ ТУРИСТОВ НА ЧУЙСКОМ ТРАКТЕ**К.О. Северина

Научный руководитель: доцент, к.и.н. О. Г. Литвинова

Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: [Severina\\_Karina2016@mail.ru](mailto:Severina_Karina2016@mail.ru)**CLASSIFICATION OF TOURISTS ON THE CHUISKY TRACT**K. O. Severina

Supervisor: Associate Professor, Ph.D. in History O. G. Litvinova

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

E-mail: [Severina\\_Karina2016@mail.ru](mailto:Severina_Karina2016@mail.ru)

***Abstract.** This article considers the classification of tourists visiting the Altai Territory along the Chui tract, based on the research works of Gan. The scientist identified only 6 types of tourists. The potential of the infrastructure of the Chui tract is analyzed. Potential refers to the ability to meet the needs of various types of tourists both from the stopping points and in general. A diagram of the ratio of stopping points relative to the requests of different types of tourists is presented, on the basis of which it can be concluded that the infrastructure of the Chui tract is designed primarily for tourists who prefer stationary rest, but for autotourists the smallest choice of options is presented.*

**Введение.** В данной статье рассмотрена классификация туристов, посещающих Алтайский край по Чуйскому тракту, на основе исследовательских трудов Г. Гана. Проанализирован потенциал инфраструктуры Чуйского тракта. Под потенциалом понимается возможность удовлетворить потребности различных типов туристов как со стороны остановочных пунктов, так и в целом. Проанализировано соотношение остановочных пунктов относительно запросов разных типов туристов, на основании которой можно сделать вывод, что инфраструктура Чуйского тракта рассчитана в первую очередь на туристов, предпочитающих стационарный отдых, а вот для автотуристов представлен наименьший выбор вариантов.

Типология туристов ранее рассматривалась многими исследователями. В.А. Квартальный классифицировал туристов по характеру их активности; по туристским ролям. Н. И. Каушкин классифицировал туристов в зависимости от стиля жизни. Также туристов классифицируют по возрастной категории; в зависимости от вида предъявляемого спроса на туристский продукт. Немецкий специалист Г. Ган выделяет следующие типы туристов: «S тип» – типичный отпускник, предпочитающий пассивный отдых, спокойствие и комфорт; избегает суеты, но приветствует контакты с приятными людьми; «F-тип» – отпускник, предпочитающий поездки на дальние расстояния и флирт. «W-1-тип» – любитель лесных прогулок и походов – отпускник, предпочитающий активный отдых, пешие походы и т. п. «W-2-тип» – скорее спортсмен, чем любитель. «A-тип» – любитель приключений. В-тип – любознательные туристы, среди них разделяют тех, кто любит посещать

достопримечательности, любителей природы и тех, кто изучает культуру, историю и т.п. [1]. Выделяют также типы гастрономических туристов. Типология туристов, анализ их поведения и интересов рассматривается во многих научных исследованиях. Инфраструктура объектов придорожного сервиса Алтайского края ранее изучалась Е.А. Бобровом и А.Г. Редькиным [2].

**Цель данного исследования** – понять под каких туристов приспособлена уже существующая инфраструктура Чуйского тракта со стороны остановочных пунктов, относительно классификации туристов немецкого специалиста Г. Гана. В его исследовании, на наш взгляд, представлена наиболее интересная система критериев, которая опирается на мотивацию туриста. Социальный статус туристов имеет ключевое значение при выборе места отдыха. Туристы, путешествующие в семейной группе, ограничены выбором зоны отдыха по критериям безопасности. Мотивация – это система ценностей туриста, его внутренний взгляд на мир и собственные потребности, она является основой в принятии решения о туристической поездке. Также целью исследования является выявление сильных и слабых сторон инфраструктуры Чуйского тракта для отдыхающих, на основании чего можно будет формировать стратегию по дальнейшему выгодному развитию. Актуальность темы заключается в том, что ранее инфраструктура Чуйского тракта со стороны востребованности и приспособленности различными типами туристов не рассматривалась.

**Экспериментальная часть.** В своем прошлом исследовании «Классификация кемпингов на Чуйском тракте» мы провели анализ 230 остановочных пунктов на Чуйском тракте, в ходе которого было выявлено 8 типов остановочных пунктов. На первый взгляд, инфраструктура Чуйского тракта по классификации Г. Гана рассчитана на туристов В-типа, а также S-типа [3]. В данном исследовании мы рассмотрим это более подробно. В основе исследования лежат эмпирический и теоритические методы, а также натурные исследования, с применением геоинформационных систем и справочников.

Анализируя ситуацию туристического потенциала Чуйского тракта, можно выделить как минимум 7 видов туризма из 16. [4]. Культурно-познавательный туризм, экстремальный, сельский, лечебно-оздоровительный, гастрономический туризм, экологический, религиозный и паломнический. На данный момент больше развит летний туризм, нежели зимний.

**Результаты.** Основываясь на предложенную типологию туристов Г. Гана, аналитические данные по классификации остановочных пунктов и на туристический потенциал Чуйского тракта, проанализируем под какие типы туристов приспособлен Чуйский тракт, и какие меры по развитию и гармонизации туристической инфраструктуры необходимо предпринять [1].

Для «S-типа» Чуйский тракт определенно пользуется популярностью, предлагая ему большое количество вариантов для остановки и проведения спокойного отдыха.

«F-тип» больше об автотуризме, свободе перемещения, возможности в любой момент сменить место отдыха. К сожалению, на данный момент инфраструктура Чуйского тракта не изобильна возможностями остановочных пунктов, подходящих конкретно для автотуристов. Выявлено всего остановочных пунктов под данный тип - 31. Несмотря на то, что Чуйский тракт не предлагает обширный выбор остановочных пунктов для таких туристов, он может предложить различные впечатления, подходящие «F-типу». Соответственно, сам по себе Чуйский тракт привлекателен для «F типа», но необходимо решить проблему с маленьким выбором остановочных пунктов для таких туристов.

«**W-1-тип**» больше интересуется активным отдыхом на природе, для него в приоритете будет отдых в палатках, для остановки ему подойдут остановочные пункты классификации «кемпинг» и «смешанный тип», также актуальны будут парк-отели и эко-отели. Относительно досуга, для «W-1-тип» есть много туристических экскурсий, связанных с его интересами, также он может сам запланировать маршрут для похода.

«**W-2-типу**» будет интересен активно-экстремальный отдых, сюда можно отнести сплавы по горной реке, скалолазание, горнолыжный туризм. Для такого туриста, скорее всего, будет актуально проживание в остановочных пунктах классификации «кемпинг» и «смешанный тип», хотя не исключено, что выбор может пасть на различные стационарные остановочные пункты, место остановки скорее зависит от радиуса доступности относительно его экстремальных развлечений.

«**A-тип**» скорее относится к тем, кто любит не четкий план путешествия, а предпочитает спонтанность, которая в большей мере возможна при путешествии на автомобиле. Для данного типа туриста также будет актуален экстремальный отдых. Но, как и для «F-типа», на данный момент инфраструктура Чуйского тракта не приспособлена полноценно под отдых автотуристов.

Для туристов «**B-типа**» Чуйский тракт предлагает много возможностей для удовлетворения потребностей всех разновидностей «B-типа», благодаря своему культурно-познавательному потенциалу и природе. На Чуйском тракте сосредоточено много различных интересных мест для посещения, связанных с природой, историей и культурой. Для данного типа туристов на Чуйском тракте сосредоточено максимальное количество остановочных пунктов, которые могут быть актуальны для такого туриста.

**Заключение.** В результате проведенных исследований можно сформулировать следующий вывод: Чуйский тракт готов оправдать ожидания и удовлетворить потребности разных типов туристов, необходимо только мобилизовать ситуацию с остановочными пунктами, гармонизировать между собой стационарные и мобильные, для того чтобы каждый тип туристов имел возможность выбрать в разных частях Чуйского тракта удобное место для остановки. На данный момент F и A типам туристов, которых можно классифицировать как автотуристов, предоставлена наименьшая свобода выбора остановочных пунктов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смоленское областное краеведческое общество. Типология туристов: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://smolenskkraeved.ru/> (дата обращения: 07.02.2022).
2. Бобров Е.А., Редькин А.Г. Развитие системы придорожного сервиса как элемента туристско-рекреационного комплекса региона (на примере Алтайского края) // Алтайский государственный университет. – 2014. – С.1-2.
3. Северина К.О., Литвинова О.Г. Классификация кемпингов на Чуйском тракте // Материалы XII Международной научно-практической конференции. – Томск, 2022 – Ч. 1. – С. 381-387.
4. Туризм в России. Виды туризма: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sokolov33.ru/index.php/vid-tirizm> (дата обращения: 07.02.2022).

УДК 725.949

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ВНЕШНЕГО ВИДА КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ СБОРА  
ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОРОДЕ ТОМСКЕ**

А.Р. Троицкая, Э.Р. Эминова, Е.А. Исайкина

Научный руководитель: старший преподаватель Г.И. Монич

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

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

**APPEARANCE UPGRADE FOR WASTE COLLECTION CONTAINER SITES IN TOMSK CITY**

A.R. Troitskaya, E.R. Eminova, E.A. Isaikina

Scientific Supervisor: senior lecturer G.I. Monich

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

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

***Abstract.** Upgrading to universal design for the appearance of waste collection container sites in the city of Tomsk has been developed, with regard to sanitary, ecological, functional and aesthetic criteria. These criteria include: durability, availability, visibility, design and architectural integrity. New design will have a positive impact not only on the quality of the architectural environment, but also on the quality of the Tomsk citizens.*

**Введение.** Томск – город на востоке Западной Сибири на берегу реки Томи, старейшая студенческая столица, крупный научно-образовательный центр. Территориальное развитие Томска, как города-университета, формируется вокруг потребностей человека, который в процессе своей жизнедеятельности производит большое количество мусора. Неудовлетворительное состояние площадок для сбора твёрдых коммунальных отходов (ТКО) – одна из злободневных проблем Томска. По данным реестра площадок ТКО администрации города Томска в городе насчитывается около 4060 контейнерных площадок, в числе которых преобладают необорудованные места установки контейнеров и открытые площадки [1]. Большая часть контейнерных площадок города требует проведения ремонта или переоборудования. Неблагоустроенные контейнерные мусорные площадки пагубно влияют на санитарно-эпидемиологическое состояние городской среды, облик жилых придомовых территорий, общественных пространств и здоровье человека. Поэтому комплексный подход к проектированию внешнего вида и переоборудованию мусорных контейнерных площадок с учётом эстетических, функциональных и санитарно-гигиенических требований является весьма актуальной задачей.

**Целью данного проекта** явилась модернизация внешнего вида существующих контейнерных площадок для сбора ТКО в городе Томске.

Задачи проекта: используя банк данных литературы систематизировать критерии, влияющие на качество мусорных контейнерных площадок; представить архитектурно-художественную идею модернизации внешнего вида мусорных контейнерных площадок для сбора ТКО в г. Томске; описать конструктивные особенности универсальной площадки для сбора ТКО и применяемые строительные материалы для её изготовления.

**Експериментальна частина.** По даним літератури мусорні контейнерні площадки повинні задовольняти вимогам санітарних, екологічних, функціональних і естетических норм. К таким критеріям відносяться: довговічність, доступність, просматриваемість, дизайн і цілісність архітектурного замислу [2]. Дані критерії були учтені нами при розробці архітектурно-художественного рішення контейнерної площадки для збору ТКО. Так же учтён опыт разработки дизайна таких площадок Центром развития городской среды Томской области [3].

Головна ідея нашого проекту, в отличие от Центра развития городской среды ТО, заключається в том, что дизайн мусорных контейнерных площадок нашего города должен быть универсальным, функциональным и сочетающимся с архитектурой Томска разной временной постройки. В качестве примера по модернизации внешнего вида такой площадки мы взяли существующие контейнерные площадки в Октябрьском, Кировском и Томском районах города на улицах Соляная площадь, 2 (ТГАСУ, корпус 2); Косарева (возле дома 33); Бориса Пастернака в Северном парке (возле дома 2). На Площади Соляной преобладает историческая застройка начала XX века, на Косарева – Советская и современная застройки. Северный парк – новый микрорайон Томска, расположенный на левом берегу р. Томи, появившийся на карте города в 2016 году.

Для реализации нашей идеи мы разработали архитектурно-художественное решение контейнерной площадки закрытого типа для сбора ТКО, которая включает в себя стилизованные ограждения с трех сторон и крышу для минимизации попадания атмосферных осадков (рис. 1). Общие размеры контейнерной площадки – Д x Ш x В – 6000 x 1200 x 2500 мм.

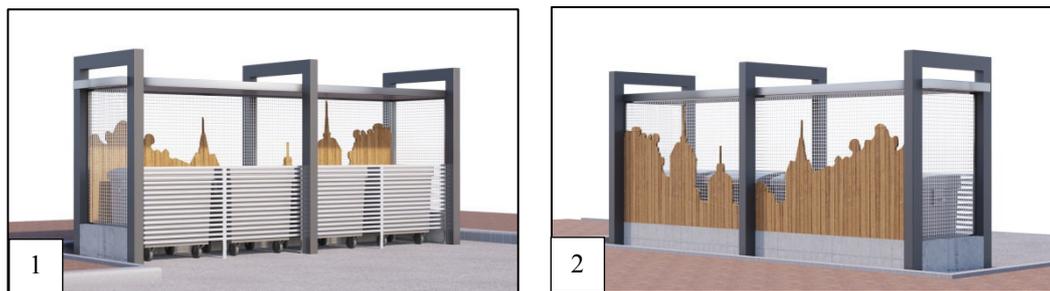


Рис. 1. Универсальная контейнерная площадка закрытого типа для сбора ТКО:

1 – вид сзади; 2 – вид спереди

Контейнерная площадка будет иметь твёрдое водонепроницаемое асфальтовое покрытие с уклоном в сторону проезжей части, удобным для выкатывания контейнеров к мусоровозам, а также для удобства подъезда к контейнерам маломобильных групп населения и для отведения талых и сточных вод. Также будут использоваться существующие подъездные пути с твёрдым покрытием для автотранспорта, что обеспечит доступность к контейнерной площадке.

Для долговечности мусорной площадки нами использованы современные экологически чистые природные и полимерные строительные материалы. Так, конструктивной основой площадки являются три П-образные металлические опоры, покрытые порошковым напылением. Нижняя часть ограждения высотой 0,5 м с торцевых сторон и заднего фасада выполнена из пеностекольных блоков. Стилизованный задний фасад мусорной площадки в виде контура домов исторической части города выполнен из дерева и обработан антипиретиками и антисептиками. Промежутки между элементами деревянного профиля и торцевые ограждения обрамлены металлической сеткой. Распашные решётчатые металлические двери

мусорной площадки закрываются на замок; в нижней части имеют отверстия для удобства использования педали, открывающей крышку контейнера. Высота дверей равна высоте мусорных баков. Использование сетки и решетчатых дверей обеспечит просматриваемость, что гарантирует безопасное пользование контейнерами как в дневное, так и в вечернее время. Крыша выполнена из профнастила. Конструктивные элементы площадки могут легко мыться и при необходимости дезинфицироваться коммунальными городскими организациями.

**Результаты.** Полученное архитектурно-художественное решение использовано нами для разработки проекта мусорных контейнерных площадок на улицах Площадь Соляная, Косарева и Бориса Пастернака (рис. 2).



*Рис. 2. Архитектурная визуализация экстерьера универсальной мусорной контейнерной площадки для сбора ТКО: 1 – ул. Площадь Соляная, 2; 2 – ул. Косарева, 33; 3 – ул. Бориса Пастернака, 2*

Оригинальное дизайнерское решение универсальной мусорной площадки, возможно, привлечёт внимание жителей Октябрьского, Советского, Томского и других районов города и побудит их избавляться от мусора в предназначенном для этого месте. Необычное стилизованное формообразующее решение заднего фасада обеспечит целостность архитектурного замысла и вызовет положительные эмоции у Томичей и гостей города.

**Заключение.** Разработан универсальный модернизированный проект внешнего вида контейнерной площадки для сбора ТКО в городе Томске с учётом критериев, обеспечивающих качество малой архитектурной формы. Новое дизайнерское решение положительно скажется не только на качестве архитектурной среды, но и на качестве жизни Томичей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реестр (мест) площадок твердых коммунальных отходов г. Томск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://admin.tomsk.ru/pgs/a3d>. (дата обращения: 10.04.2022).
2. Глазунова В.Ю., Колодин К.И. Архитектурный инструментарий для системного подхода к организации контейнерных площадок для сбора мусора // Современное строительство и архитектура. – 2019. – Т. 13., № 1. – С. 4-8.
3. Специалисты разработали дизайн площадок для сбора мусора в Томске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riatomsk.ru/article/20191111/musor-dizajn-ploschadok-tomsk/> (дата обращения: 10.04.2022).

УДК 72.01

**РАЗВИТИЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ**А.А. Чусовитина

Научный руководитель: старший преподаватель И.Д. Веревкина  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [anastasiachusovitina12@mail.ru](mailto:anastasiachusovitina12@mail.ru)

**DEVELOPMENT OF ORGANIC ARCHITECTURE**A.A. Chusovitina

Scientific Supervisor: Senior Lecturer I.D. Verevkina  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
E-mail: [anastasiachusovitina12@mail.ru](mailto:anastasiachusovitina12@mail.ru)

***Abstract.** The connection between people and nature is inseparable. No matter how a person strives for progress, he still returns to natural. Nature is the source from which people have been drawing inspiration for centuries, creating ever new architectural styles. But today, the environment in its diversity has a tremendous and direct impact on people who spend most of their lives in the urban environment. The physical and mental state of urban residents is more affected due to the fact that the surrounding urban environment does not meet the visual effects required for a person. In addition, polluted air, insufficient sunlight and increased noise levels due to man-made environmental impacts adversely affect the health of the urban population. In this regard, there is a need to find more environmentally friendly design methods. This article talks about such a direction as organic architecture. Here, the basic principles of design using materials and building structures that are environmentally friendly for humans are considered. And in the course of the resurch, the basic principles of organic architecture were formed.*

**Введение.** Окружающая среда в своем многообразии оказывает колоссальное и непосредственное воздействие на человека. Это воздействие особенно остро проявляется у людей, которые большую часть жизни проводят в городской среде, так как они наиболее вовлечены в процессы урбанизации [1]. Физическое и психическое состояние городских жителей подвергается большему воздействию в связи с тем, что окружающая городская среда не соответствует требуемым для человека визуальным эффектам: городские пейзажи – это прямые линии, серые цвета, одинаковые улицы, серые полосы дорог. Кроме того, загрязненный воздух, недостаточное количество солнечного света и повышенный уровень шума из-за техногенного воздействия на окружающую среду негативно сказываются на здоровье городского населения. В связи с этим возникает необходимость создания рекреационных зон. Но так как современная архитектура не всегда может себе этого позволить. Поэтому архитекторы все больше обращаются к экологичным способам проектирования [2]. Следовательно, актуальность темы, посвящена анализу развития современных направлений в органической архитектуре.

**Экспериментальная часть.** Изначально термин архитектура означал искусство возведения зданий. В наше время архитектура является отражением возможностей человечества и достижений в области

технологий. В последнее время наиболее распространенными материалами являются бетон, стекло и металл. Разрабатываются новые проекты зданий. Все чаще фасады зданий украшают металлическими конструктивными элементами, грубые формы используются в архитектуре не только торговых и общественных центров города, но и в архитектуре рекреационных зон [3]. Наполнение природного пространства архитектурой со значительными конструктивными элементами приводит к разрушению образа природы как единого организма. Человеческое господство вызывает разрушение памятников природы. Архитектура рекреационных зон призвана служить не организацией процессов расселения, а проводником из мира человечества в мир природы, источников жизненной энергии. Доминирование природы важно для удовлетворения потребности в умственном и энергетическом отдыхе.

Новая органическая архитектура предполагает создание домов, являющихся естественным продолжением природы, не противоречащих ей [4]. В своем дальнейшем развитии органическая архитектура стремится к созданию экологических домов – энергоэффективных и комфортных зданий с автономными системами жизнеобеспечения. В конструкции такого дома предусмотрен комплекс инженерных сооружений. В строительстве используются экологически безопасные для человека материалы и строительные конструкции. В идеале дом будущего – это автономная самодостаточная система, органично вписывающаяся в природный ландшафт и существующая в гармонии с природой. Органический стиль равнозначен по содержанию понятию эко-архитектуры и имеет прямое отношение к экологии.

Органический подход к проектированию, который, в отличие от механического, позволяет объектам развиваться изнутри, постоянно развиваться и совершенствоваться, постепенно трансформируется в целые системы, в которых любой компонент самодостаточен.

Огромный спектр таких объектов включает в себя так называемую «ландморфинговую» архитектуру, в которой архитектурное формообразование тактильно связано с землей, архитектуру, основанную на нелинейной, неортогональной геометрии, динамическую архитектуру, связанную с трансформацией внешней формы, оболочки и внутреннее пространство, экологическая архитектура и др. [5]. Архитекторы, которые применяют органический подход, используя концепцию объекта как организма, сегодня включают такие имена, как Тойо Ито, Шухей Эндо, Эмилио Амбаз, Майкл Соркин, Массимилиано Фуксас, Питер Эйзенман, Заха Хадид.

Такие архитектурные объекты невозможно объяснить с позиций функционального, рационального и механистического подходов. Их формообразование и пространственная организация основаны на идее создания предмета, способного к развитию и часто представляющего собой результат промежуточного этапа процесса проектирования. Такие объекты не имеют жесткой структуры, основанной на ортогональной системе координат. Очевидно, что с развитием представлений человека о мире усложняются и углубляются его знания об устройстве мира, что влияет на трансформацию органического подхода к архитектуре в контексте изменений в научном знании.

**Результаты.** За все время, сформировалось несколько принципов экологического архитектурного проектирования:

1. Экологически чистые строительные материалы.
2. Альтернативные энергосберегающие источники энергии.

К ним относят тепловые насосы, солнечные коллекторы, а также котлы энергетически выгодного и качественного сжигания сырья.

3. Комфортная и здоровая для человека система отопления (охлаждения).

4. Экономия энергии благодаря «теплым» стенам.

5. Внутренняя отделка зданий и домов глиняной штукатуркой, деревом, линолеумом из натуральных природных материалов. Такая отделка обеспечивает достаточную влажность в помещении (около 50 процентов), что необходимо для здоровья дыхательных путей человека.

6. Создание приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей постоянный приток чистого воздуха.

7. Архитектура, созданная путем соединения наземных покрытий с архитектурными элементами.

**Заключение.** Органический подход присутствовал в деятельности проектировщиков на всем протяжении развития архитектуры. Характер эволюции органического подхода обусловлен развитием научных знаний о методах проектирования и строительства в архитектуре, а также научными открытиями в других дисциплинах: биологии, химии, физике, генной инженерии, информационных технологиях и др.

Специфика органического подхода к проектированию определяется принципами и методами формообразования, которые интерпретируются с помощью индивидуальных дизайнерских приемов в каждом из современных направлений новой органической архитектуры. Живописно-композиционный арсенал новейшей архитектуры представлен направлениями: ландшафтная архитектура, «зеленая» архитектура, экологическая архитектура, биоархитектура, основанная на принципах и методах органического подхода.

В современной органической архитектуре реализуется концепция органической целостности, определяющая способность архитектурного объекта к устойчивому развитию на основе трансформации пространственной структуры, конструктивной системы и оболочки для обеспечения потенциального развития и приспособления к изменяющимся внешним и внутренним условиям. Органическая архитектура позволяет гармонизировать многообразие современного мира, предлагает гибкие стратегии и тактики, обеспечивающие гармоничный баланс между «первой» и «второй» природой.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холодова Л.П., Янкова Я., Титов С.С. Глобальная креативность: синтез архитектуры с другими научными дисциплинами [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <[http://archvuz.ru/numbers/2004\\_1/ta01](http://archvuz.ru/numbers/2004_1/ta01)>.
2. Лебедев, Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др. Архитектурная бионика / Под ред. Ю.С. Лебедева. – М.: Стройиздат, 1990. – С.269.
3. Ефимов А.В. Дизайн архитектурной среды : учебник для вузов. – М.: Архитектура, 2004. – 504 с.
4. Маклакова Т.Г. Архитектура двадцатого века // Учебное пособие для вузов.- М.: Изд-во АСВ, 2001 г. – 200 с.
5. Райт Ф. Л., Будущее архитектуры / Перевод с английского: А.Ф. Гольдштейн, Под ред. А.И. Гегелло. – М.: Госстройиздат., 1960 г. – 248 с.

72.036

**ПРИНЦИПЫ УСТОЙЧИВОЙ АРХИТЕКТУРЫ В СОВРЕМЕННОЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ  
ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Э.Р. Эминова

Научный руководитель: старший преподаватель Г.И. Монич  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003  
E-mail: [alsmcr@gmail.com](mailto:alsmcr@gmail.com)

**PRINCIPLES OF SUSTAINABLE ARCHITECTURE IN MODERN RESIDENTIAL DEVELOPMENT  
OF CITIES IN WESTERN SIBERIA**

E.R. Eminova

Scientific Supervisor: senior lecturer G.I. Monich  
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya Sq., 2, 634003  
E-mail: [alsmcr@gmail.com](mailto:alsmcr@gmail.com)

***Abstract.** The purpose of this article is to analyze residential areas in the cities of Western Siberia and search for elements and principles in them that fit the definition of sustainable architecture.*

**Введение.** На сегодняшний день трудно переоценить важность и роль экологии в жизни общества. Бурное развитие научно-технического прогресса, технологий привело к опасному воздействию на среду обитания человека. С недавнего времени, в том числе и применительно к архитектуре, часто употребляется термин «устойчивость». Однозначного определения этого термина в научной литературе не существует. Г.В. Есаулов характеризует устойчивую архитектуру как «экологически ориентированную архитектуру высоких технологий» [1]. В иностранных статьях этот термин толкуется как «описание энергетического и экологически сознательного подхода к проектированию застроенной среды» [2]. Таким образом, Обобщая многие определения, можно сказать, что в архитектуре устойчивость направлена на устранение и предотвращение негативных экологических и социальных последствий зданий за счет использования методов проектирования, материалов, энергии и пространств, которые не наносят ущерба окружающей среде.

**Экспериментальная часть.** Знаменитая триада Витрувия гласит – польза, прочность, красота. Все эти принципы отлично коррелируются и с принципами устойчивой архитектуры. К пользе можно отнести функциональные аспекты (энергоэффективность и эффективность использования ресурсов, использование возобновляемых источников энергии; эффективное использование пространства как самого здания, так и участка). К прочности – технические (экологически чистые строительные материалы, использование материалов с минимальным воздействием на окружающую среду). К красоте, конечно же, эстетические (ориентация на сохранение исходного ландшафта, внедрение природы как формообразующего фактора). К недостаткам устойчивой архитектуры некоторые специалисты относят дороговизну и трудозатратность. Но избежать проектирования по устойчивым стандартам невозможно: в скором времени абсолютно все страны выберут тенденцию снижения влияния на окружающую среду, что станет базой для проектных работ.

**Целью данной статьи** является анализ жилых районов в городах Западной Сибири и поиск в них элементов и принципов, подходящих под определение устойчивой архитектуры.

Использование принципов устойчивой архитектуры при проектировании жилых районов в городах Западной Сибири. Несмотря на недавно появившуюся популярность этого течения, элементы такого подхода начали появляться в проектах еще в конце XIX - начале XX в. Архитекторы, которые «осваивали» Сибирь в то время, столкнулись с новой окружающей средой, которая отличалась от привычной им территории средней полосы России. Главным отличием тогда считались сильные морозы и устойчивый снежный покров, который держится продолжительное время. Андрей Дмитриевич Крячков впервые поднял вопрос о взаимодействии природно-климатических особенностей с архитектурой. Его исследования позволили более точно выявить особенности климата, влиявшие на строительные материалы, элементы и здания в целом. Так же, согласно подходу Кряčkова, надежность здания зависела и от объемно-пространственного решения, поэтому он выступал против крыш-террас, балконов-галерей и других элементов, способствующих накоплению снега и увлажнению конструкций здания. Таким образом, А. Д. Крячков внес значительный вклад в развитие устойчивой архитектуры в Сибири. Его работы обосновали принцип формообразования на закономерностях взаимодействия архитектуры с окружающей средой, а также важность грамотного подбора материалов для строительства, что позволило ему создать экономичную и долговечную в эксплуатации «сибирскую архитектуру» [3].

В настоящее время в городах Сибири активно ведется строительство зданий: жилые комплексы, общественные и спортивные сооружения, школы, детские сады и т. д. Хотя и не массово, но «устойчивая архитектура» постепенно внедряется в отечественную практику. В качестве первого примера можно взять принцип об экономичности возводимых объектов. Эффективным подходом в решении этого вопроса является использование материалов, производство которых находится вблизи строительной площадки. Это не только минимизирует денежные затраты на доставку материалов, но еще и ограничивает воздействие транспорта на загрязнение окружающей среды. Так, например, достаточно популярной у застройщиков и проектировщиков в Кемерове, Томске, Новосибирске и в других близлежащих к производству в г. Юрга, является продукция компании «Технониколь». Любое проектирование начинается с исследования участка, на котором будет идти строительство. Эффективное и продуманное расположение здания на участке, а также его организация, является одним из основных аспектов проектирования в целом, так и проектирования по устойчивым принципам. Благодаря правильному решению можно сократить затраты на отопление, кондиционирование, а также на электроэнергию. Как и было написано выше, важным принципом устойчивой архитектуры является ориентация на сохранение ландшафта участка, внедрение его форм в формообразование благоустройства и самой архитектуры. Этот принцип наглядно реализован ГК «Стрижи» в ЖК «Эволюция» в г. Новосибирске. Ледник, сосновый бор и озеро создали на этом участке неповторимый рельеф, который удачно вписан в жизнь горожан. Озеро стало сердцем композиции, а в перепады высот встроены зоны отдыха. В отделке домов использованы природные и естественные оттенки кирпича, которые буквально «камуфлируют» дома в природу [4].

**Результаты.** Из-за резко-континентального климата России архитекторы очень тщательно подходят к вопросу об энергоэффективности зданий, а особенно в Сибири, ведь система отопления, кондиционирования и вентиляции является одним из крупнейших источников энергии в здании. При

этом, энергоэффективность является одним из основных направлений устойчивой архитектуры. Важным и экономичным элементом эффективной системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха является хорошо изолированное здание. Более эффективное здание требует меньшей тепловыделяющей или рассеивающей мощности. Кроме этого, энергоэффективность может быть повышена и другими способами. Именно сочетанием этих способов архитекторы пользуются в своей практике. Все это позволяет сократить потерю тепла, что в свою очередь сокращает расходы на отопление, а также влияние на окружающую среду от производства этой энергии. В качестве примера можно отнести ЖК «Salt Park» и микрорайон «Северный парк» в г. Томске. Большая часть зданий в этих ЖК построены из кирпича. Этот материал обладает высокой прочностью, устойчив к любым климатическим условиям, производится из экологически чистого сырья, а также отлично поглощает шум. Кроме этого, кирпич отлично удерживает тепло и зимой не дает ему покинуть здание, а летом удерживает прохладу. В г. Кемерово, в парк-квартале «Южный» используются окна с двухкамерным стеклопакетом и теплоотражающим покрытием для того, чтобы избежать лишние тепловые потери из-за большой площади остекления [5].

**Заключение.** Опираясь на все вышеперечисленное, можно сказать, что многие принципы устойчивой архитектуры применяются в повседневной практике многих архитекторов и успешно реализуются в проектах. Однако, на фоне общих масштабов строительства, вряд ли можно говорить о массовости применения зеленых технологий. Есть много причин, препятствующих этому: подход к строительству в целом, климат, недостаток информирования о важности внедрения устойчивой архитектуры. Совсем не развито использование переработанных материалов, применение альтернативных источников энергии, пассивных технологий, возобновляемых ресурсов. Многому еще предстоит научиться, но понимание того, что устойчивость ближе, доступнее и выгоднее, чем кажется, может стать хорошим первым шагом к внедрению такой архитектуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есаулов Г.В. Устойчивая архитектура – от принципов к стратегии развития // Вестник ТГАСУ – 2014 – №6 – С. 9-23.
2. Sustainable Architecture and Simulation Modelling [Ken Beattie Publications] // Dublin Institute of Technology. – Dublin, 2001.
3. Киншт А. В., Духанов С. С. Экологические основы устойчивой архитектуры А.Д. Крячкова // Вестник ТГАСУ – 2018 – №1 – С. 1-10.
4. Особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gk-strizhi.ru/objects/evolution/peculiarity/> (дата обращения: 01.03.2022)
5. Концепция проекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://южный-кемерово.рф/about/> (дата обращения: 01.03.2022)

Научное издание

# **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

## **Том 6. Строительство и архитектура**

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

Компьютерная верстка *С.А. Поробова*

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ  
Размещено на корпоративном портале ТПУ  
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



## **Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ