

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 6. Строительство и архитектура

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

23–26 апреля 2024 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 6. Construction and architecture

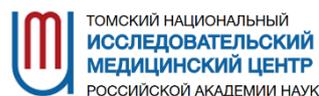
Abstracts

XXI International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 23–26, 2024



Национальный
исследовательский
Томский
государственный
университет



Томск 2024

УДК 501:004 (063)
ББК 72:32.81л0
П27

П27 **Перспективы развития фундаментальных наук** : сборник трудов XXI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (Томск, 23–26 апреля 2024 г.) : в 7 томах. Том 6. Строительство и архитектура / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2024. – 78 с.

ISBN 978-5-4387-1185-8 (т. 6)
ISBN 978-5-4387-1179-7

Сборник содержит труды участников XXI 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 978-5-4387-1185-8 (т. 6)
ISBN 978-5-4387-1179-7

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Application of traditional cultural elements in the modern architectural design of museums in China <i>Wang Jiabin, N.A. Trofimova</i>	4
Temporary buildings in the context of sustainable architecture <i>Zhang Junjia, N.A. Trofimova</i>	7
Общая модель восприятия в архитектуре <i>В.А. Дедов, Е.В. Кокорина</i>	10
Световая атмосфера исторического городского фасада здания <i>А.А. Еременко</i>	13
Архитектурная графика. Роль метода графической реконструкции в сохранении духовного наследия города Томска. Преображенская церковь (1868) <i>А.М. Мирошникова, А.П. Каткова</i>	16
Архитектура татарских мечетей Степного генерал-губернаторства <i>Г.И. Монич</i>	19
Проблемы формирования экопоселений на начальных этапах <i>В.М. Потапова</i>	22
Формирование рекреационной зоны путем использования нарушенных городских земель на примере территории золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 <i>А.В. Пчелинцева</i>	25
Актуальность реновации детских оздоровительных лагерей <i>А.А. Студницкая</i>	28
Спортивно-оздоровительный комплекс ТГУ в рамках концепции «Томск – город-университет» <i>В.Ю. Терешенко</i>	32
Становление и развитие неоклассицизма в городе Екатеринбург (Свердловск) на примерах работ архитектора Голубева Георгия Александровича <i>Ж.Э. Уморина</i>	35
Оценка влияния углеродно-нейтрального строительства на окружающую среду в нефтегазохимической промышленности: преимущества и вызовы <i>Д.А. Белов</i>	38
Проверка прочности и устойчивости существующей дымовой трубы высотой 120 м на сейсмические нагрузки <i>Д.М. Бурасов</i>	41
Высокопрочный инъекционный раствор с добавкой дисперсных частиц углерода <i>А.В. Демина</i>	44
Совершенствование отечественных нормативных документов в части критериев оценки осадок резервуаров: предложения и рекомендации <i>А.А. Колядко</i>	47
Технология сырьевой смеси для изготовления пенобетона <i>И.Н. Кузнецова</i>	50
Влияние микродисперсных добавок на основе вторичного сырья на свойства цементных композиций <i>А.А. Куликова</i>	53
Экспресс диагностика напряженно-деформированного состояния металлоконструкций строительных машин <i>Ю.С. Мусатова, В.С. Калинин, Ю.А. Власов</i>	56
Конструкционно-теплоизоляционный пенобетон с применением комплексной добавки <i>В.А. Насыров, А.Б. Стешенко</i>	59
Напряженное состояние контактной зоны анкеровки композитных связей в бетоне <i>Е.В. Родевич</i>	62
Определение коэффициента влагопроводности мелкого песка при нестационарном влагообмене <i>А.В. Сухоруков, М.Ю. Калинин</i>	66
Геополимерное вяжущее, полученное электрогидроимпульсной активацией <i>Л.М. Фаткулина-Яськова, Н.С. Новиков</i>	69
Применение промышленных побочных продуктов (отходов) в технологиях изготовления бетона <i>И.В. Фибих, Е.В. Попова, А.Б. Стешенко</i>	72
Методы определения морозостойкости асфальтобетона <i>Н.В. Черкасов, Г.Л. Огурцов</i>	75

УДК 727.7

Application of traditional cultural elements in the modern architectural design of museums in China

Wang Jiaxin, N.A. Trofimova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

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

E-mail: 528418348@qq.com

Abstract. *The present article deals with the peculiarities of traditional architecture in China. The main features of traditional Chinese architecture are presented, and the ways of applying elements of traditional culture in designing a modern museum complex in China are analyzed. The article considers the Suzhou Museum as an example of modern Chinese architecture featuring traditional cultural elements in its design.*

Key words: *traditional architecture, museums, Chinese architecture.*

Introduction

With the development of the national economy, people's quality of life has improved substantially. Nowadays, people have higher requirements for architectural design, which should be aesthetic as well as safe and comfortable. Modern buildings serve not only as shelters but also reflect cultural and traditional values. Following this idea, modern Chinese architecture tends to incorporate traditional Chinese architectural elements and principles into the design of modern buildings, thus creating a harmonious blend of the past and present. This approach serves as a reminder of the rich cultural heritage that a building represents.

The present article examines the Suzhou Museum, a modern structure designed using traditional Chinese characteristics while retaining its modern functionality.

Results

The combination of traditional architecture and modern architectural design techniques and technologies allows creating unique architectural spaces, which is an inevitable trend in the development of diversified construction.

Chinese traditional culture can be described by three words: "magnificent", "live" and "rich". "Magnificent" means comfortable feeling from traditional architecture for people. It is expressed in intricate gates, windows and roofs of the buildings. "Live" implies that architecture is the reflection of arts in buildings. "Rich" conveys the idea to give other people precious feelings.

The value of Chinese traditional architectural culture is mainly reflected in three concepts: "practicality", "philosophy", and "ecology".

The primary characteristic of traditional architecture is its practicality. In the past, the main role of a structure was to serve as a shelter for people. Apart from that, they also focused on the aesthetic value of architecture as well as the building's functionality and space.

"Philosophy" implies the state of "harmony between man and nature" that people pursue. This idea involves respecting and appreciating the natural world we live in.

"Ecology" means that traditional architecture involves designing buildings that are in harmony with their local environment, taking into consideration factors such as climate and surroundings, to minimize the ecological impact of the structures [1].

All these principles are successfully applied in modern Chinese architecture. One of the brightest examples is the building of the Suzhou Museum, which owns a vast collection of ancient Chinese artworks. The Suzhou Museum resembles the unique history of the city of Suzhou, China. The museum was designed by architect I.M. Pei, who combined modern architecture with traditional Chinese design and Suzhou's distinctive local style. This approach allowed the architect to incorporate a modern and functional building into the landscape of an ancient city.

Architect L.M. Pei once said: "Architecture should strive to create harmony between human beings, nature, and the built environment".

The design of the museum is the result of creative work that takes into account the main principles of traditional Chinese architecture. The open steel structure replaces the wooden materials of traditional buildings. The roof of the building resembles a traditional Chinese roof and a sloping landscape of the city of Suzhou, but its shape and design are more innovative.

The design of the three-dimensional geometric glass skylight on the roof is interesting and inventive. L.M. Pei was inspired by the skylights of traditional Chinese architecture, which he improved (Fig. 1 left). The skylights are opened in the middle of the roof. In this way, the three-dimensional geometric skylights on the roof and the sloped roof below form an angle, presenting a beautiful three-dimensional modeling effect. It does not only solve the practical problems of lighting in traditional buildings but also enriches and develops the roof modeling styles of Chinese buildings.

The use of stone materials around the roof and the white walls harmonizes the overall design of a building. Traditional small green tiles used in the design of roofs are fragile and leaky and require frequent repairs [2]. However, in the design of the museum building, they were replaced by granite slates, which are resistant to water leakage and are hard enough to withstand the climatic conditions of the region.



Fig. 1. Left – the Suzhou museum-big roof, right – the Suzhou Museum

The whitewashed external walls and grey roofs of the Suzhou Museum also refer to the traditional style of the houses in the province of Jiangsu, where it is situated. The white walls reflect the light in the sunny weather and do not seem dark on a cloudy day. Moreover, the white walls of the museum will give people a comfortable feeling, allowing them to immerse themselves in appreciating the beauty of the museum's treasures, thus bringing themselves into the era [3].

The design of the Suzhou Museum features black as an accent on doors, windows, and tiles. The purpose of such a design is to retain the traditional patterns while highlighting the uniqueness of the modern building. Moreover, the reason why black is used in a small area is because using it in a large area of space will make people feel depressed. This is also a wonderful stroke by I.M. Pei to insert the brightness of grey between white and black. This color is gentle and elegant. It is

mainly used on the lines of building facades, pavements, and other places. It mainly plays the role of blending and transitioning between black and white. The light and elegant feeling created by the contrast between black and white and gray is harmonious and unified with the iconic color tone of Suzhou architecture, making the appearance blend into the thousand-year-old ancient charm of Suzhou [4] (Fig. 2 right).



Fig. 2. Left – the Suzhou Museum exterior walls, right – the Suzhou Museum view

Conclusion

Traditional architecture is a prominent part of China's culture, reflecting the rich history of the country. However, modern architecture strives to save the country's identity and architectural culture. The principles of traditional architecture are successfully applied to modern constructions, thus being a reproduction of traditional culture in modern design. The Suzhou Museum is a bright example of modern Chinese architectural culture that takes into account the ideas of traditional architecture, creating buildings that reflect the culture not only of a particular country but of a certain region of the country.

References

1. Liu Fang. A brief analysis of the application of traditional Chinese architectural cultural elements in modern architecture // *Sichuan Cement*. – 2024. – Vol. 1. – P. 129-130.
2. Ma Xiaodong. Integration of traditional architectural decorative patterns and modern architectural design // *Engineering Earthquake Resistance and Reinforcement Renovation*. – 2023. – Vol. 45 (05). – P. 199.
3. Xue Yan, Wang Li. Inheritance and application of traditional architectural elements in modern architectural design // *Footwear Technology and Design*. – 2023. – Vol. 3 (16). P. 190-192.
4. Mao Yansong, Li Ruijun. The application of traditional Jiangnan residential elements in the design of the new Suzhou Museum // *Chinese Architectural Decoration*. – 2023. – Vol. 22. – P. 92-94.

УДК 725.91

Temporary buildings in the context of sustainable architecture

Zhang Junjia, N.A. Trofimova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

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

mail: 1835189258@qq.com

Abstract. *The article gives an overview of temporary buildings in a modern urban environment. The concept of "temporary structure" is defined. Examples of the most prominent modern temporary constructions are presented and described. Temporary buildings are also considered in the context of sustainable architecture. The overview shows that modern temporary structures meet the needs of sustainable urban development.*

Key words: *temporary structures, sustainable development, architecture.*

Introduction

In the modern, rapidly developing world, the need for non-permanent constructions that can be used for certain purposes is constantly increasing. Temporary buildings are structures that are erected for a certain period of time and used for living, industrial, or emergency purposes [1]. Such constructions have basic structural elements and are usually disassembled within a certain time period. Due to their temporary nature, such structures do not affect the future development of the area [2]. Examples of these buildings include exhibition rooms, model rooms, pavilions, storage rooms, warehouses, emergency pavilions, etc. On the one hand, temporary structures are built to reduce the construction cost for short-term architectural projects, and, on the other hand, they can be used as a medium for architects to express their spiritual values [3].

Results

Due to the rapid development of contemporary architecture, many enormous, expensive permanent buildings have been constructed, producing a significant amount of waste that cannot be recycled. In addition, it caused a significant waste of resources, which made people doubt the need for "permanence" of buildings. Japanese architect Toyo Ito once pointed out that architecture should be fickle and an instant phenomenon.

At this point, the benefits of temporary buildings become apparent. Nowadays, designers aim to design temporary structures not only as functional but also as environmentally friendly objects. After completing their mission, temporary buildings will not cause harm to the environment, which meets the requirements of environmental protection and sustainable urban development [2]. They can be disassembled, relocated, and used for other purposes; thus, such structures are required to be flexible and adaptable, and they should also be erected easily [4].

Let's consider some prominent examples of temporary buildings in the world. While planning a temporary office design for the national district of Xiongan New Area, architect Cui Kai used container technology to meet the needs of quick and temporary construction. All the boxes are modular and adaptable to different spaces and area requirements. Once the building has fulfilled its current functional mission, it can be simply dismantled, reassembled off-site for further use, or even recycled.



Fig. 1. Rooftop restaurant by Pascal Grasso, Laurent Grasso, Paris, 2009

One of the most famous examples of temporary structures is the Nomiya rooftop restaurant designed by architect Pascal Grasso and artist Laurent Grasso in 2009. This is a temporary restaurant built above the roof of the Tokyo Museum in Paris. The restaurant's unique location allows diners to enjoy panoramic views of the Seine River and the Eiffel Tower while dining (Fig.1).

The restaurant is designed as an 18-meter-long detachable container installation, divided into a dining area with glass tables for 12 people and a cooking area covered in perforated metal walls. The use of glass, light steel, and other construction materials allows to reduce construction costs and ensures the overall portability of the building. Sustainable materials used in the design of the restaurant are not harmful to the local area, and the installation does not cause damage to the original building.



Fig. 2. Mirror Pavilion by IF DO Design Office, London, 2017

Another interesting project for a temporary structure was realized in London. In 2017, the London Festival of Architecture and Dulwich Picture Gallery invited architects to design a temporary pavilion to compensate for the lack of space in the 19th-century gallery. The architects faced great challenges while working on the project. Firstly, the project's funding was quite limited, and secondly, they had a difficult task not to interfere with the original historical design of the gallery (Fig.2). However, the design team IF DO found a good solution. They cleverly used mirror elements to break the order of the original landscape through mirror reflection, so that the landscape could be extended in the mirror. The pavilion features a wooden deck with a broad timber-framed roof and three mirror panels; metal mesh on the roof serves as the border of the pavilion, at the same time creating an atmosphere of freedom. The entire construction adheres to the minimalist concept; besides, all of the wall panels are movable, with the exception of the mirrors and the wooden roof.



Fig. 3. Jenny Sabin Studio "Lumen", New York, 2017

In 2017, a breakthrough project called "Lumen" by Jenny Sabin Studio won the prize at the Young Architects Program (Fig. 3). The company designed a temporary pavilion for a music festival in New York.

"Lumen" is a canopy made of recycled luminescent textile that collects solar energy and produces light that changes from blue to purple, creating a relaxed atmosphere. The canopy is made in the form of perforated textile stretched across the yard, as well as long suspended tubes. The canopy also features an automatic spray system that analyzes changes in ambient temperature and sprays water onto visitors when it is hot outside. "Lumen" is a fully recyclable project and represents a new approach to sustainable materials.

Conclusion

Nowadays, temporary structures are used for different purposes. Such constructions are not only easy to erect and dismantle, but they also have a creative role, representing an architect's unique vision. These objects combine functionality and a sustainable approach to design. The use of eco-friendly materials makes it possible to construct buildings that cause no harm to the environment, as well as the design of the area where they are installed.

The short life cycle of temporary buildings, with fewer restrictions on space and materials, will give architects more space to experiment and redefine the vitality and creativity of buildings.

References

1. Dan Y. Analysis and thinking about the existing self-built temporary buildings after disaster // *Beauty and Times (City)*. – 2016. – Vol. 3. – P. 119-120.
2. Rotillo M., Di Giovanni G. Temporary building construction to make cities more sustainable: An innovative "Square Box" proposal // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 372. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652622032358>.
3. Yiqiang X. Analysis on the development of the concept of "temporary building" // *Journal of Architecture*. – 2002. – Vol. 7. – P. 57-59.
4. Dongri W., Dongqin L. Analysis on the development of the concept of "temporary building" // *Heilongjiang Science and Technology Information*. – 2011. – Vol. 3. – P. 223-224.

Общая модель восприятия в архитектуреВ.А. Дедов, Е.В. Кокорина

Научный руководитель: доцент, канд. арх. Е.В. Кокорина

Воронежский государственный технический университет

Россия, г. Воронеж, ул. 20-я Октября, д. 84, 394036

E-mail: dedov.viktor@inbox.ru**General Model of Perception and Apperception in architecture**V.A. Dedov, E.V. Kokorina

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. E.V. Kokorina

Voronezh State Technical University, Russia, Voronezh, 20-ya Oktyabrya, str., 84, 394036

E-mail: dedov.viktor@inbox.ru

Abstract. *This article presents the General Model of Perception and Apperception, which can describe the process of perception of an architectural image by an individual. The report contains an analysis of the prerequisites for the formation of the Model, systematization of ideas about the composition and structure of the Model.*

Key words: *perception, apperception, theory of architecture, social communication.*

Введение

Практика архитектуры сегодня существует в несколько обособленном состоянии по отношению к теории архитектуры, выступающей сферой интересов образовательной пропедевтики и научно-педагогической сферы. Одной из перспектив развития архитектуры является сближение теории и практики. Это может быть достигнуто наиболее эффективно посредством внедрения и использования теории социальной коммуникации, одновременно удовлетворяющей потребностям как теории, так и практики архитектуры. Все выше заявленные факты подтверждают актуальность заявленной в докладе темы. Одной из фундаментальных задач социальной коммуникации в архитектуре сегодня является систематизация и объяснение процессов восприятия, то есть получения информации индивидом от архитектуры.

Целью доклада является формулировка Общей Модели Восприятия в архитектуре. Задачами доклада являются: анализ предпосылок формирования Общей Модели Восприятия, систематизация представлений о составе и структуре Общей Модели Восприятия.

Предпосылки формирования и состав Общей Модели Восприятия

Повышается необходимость в системном подходе к описанию архитектурного образа, который является воспринимаемым индивидом. Повышается необходимость в системном подходе к описанию восприятия индивида, который перцептирует архитектурный образ. Общая Модель Восприятия состоит из двух частей: структуры архитектурного образа (как канала социальной коммуникации) и аппарата восприятия индивида (как получателя информации), отражающими субъект-объектные отношения [1]. Архитектор (как отправитель информации) и сообщение (как отправляемая посредством архитектуры информация), выводящие коммуникацию в субъект-субъектные отношения [1], входят в Расширенную Модель Восприятия в архитектуре, и в данном докладе не рассматриваются.

Структура архитектурного образа

В данном докладе мы применяем философский подход Иммануила Канта в использовании терминов «вещь-в-себе» и «вещь-для-нас». Мы будем применять термин

«вещь-в-себе» в трактовке реальности, существующей самой по себе, когда никто её не познаёт. Мы будем применять термин «вещь-для-нас» в трактовке того, как мы видим реальность и мыслим о ней, формируя её образ в своём сознании.

Архитектура, как физический объект, представляется «вещью-в-себе», непознаваемой до конца. В поле социальной коммуникации формируется архитектурный образ, который считается «вещью-для-нас», отражающей (в зависимости от познания в более или менее полной степени) свойства архитектуры, как «вещи-в-себе». Архитектурный образ при таком подходе становится потенциально познаваемой информационной моделью физической архитектуры. Именно архитектурный образ, как эту познаваемую модель, и воспринимает индивид, формируя в сознании индивидуальное отражение объективного архитектурного образа, отражающего физическую архитектуру.

Янковская Ю.С. выделяет 4 компонента архитектурного образа (образ ориентации, образ узнавания, образ интерпретации, образ интуиции) [2]. При рассмотрении архитектурного образа с точки зрения социальной коммуникации, удалось уточнить представления и выделить 7 взаимосвязанных компонентов (Рис. 1).

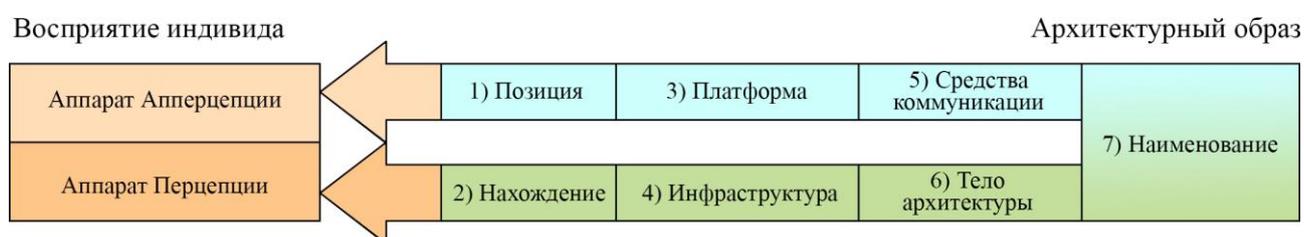


Рис. 1. Общая Модель Восприятия в архитектуре

1) «Позиция» — идеалистическая информация о положении объекта в концептуальном пространстве идей. Это все сведения о концепции и закладываемых смыслах, оперирующих идейными категориями, представляющие смысловое ядро, вокруг которого развивается идея архитектора, посредством Творческого Метода Архитектора.

2) «Нахождение» — материалистическая информация о физическом положении объекта архитектуры в пространстве, оперирующая положением в ткани города, непосредственно взаимодействующего с рельефом и географическими факторами.

3) «Платформа» — идеалистическая информация о функциональных аспектах архитектуры, которые становятся базой для удовлетворения потребностей и решения проблем индивида. Платформа включает в себе причину, по которой архитектура должна была быть возведена, цель её существования посредством программирования под целевую аудиторию.

4) «Инфраструктура» — материалистическая информация о функциональной составляющей архитектуры, вырабатывающая сценарий использования пространства. Архитектура, при правильно спроектированных условиях, сама ведёт индивида по определённому сценарию, порционно предоставляя возможность познавать как само пространство, так и возможные действия с пространством, что формирует глубокую сопричастность реципиента.

5) «Средства коммуникации» — идеалистическая информация о содержании архитектуры, которая распространяется посредством каких-либо средств: графических изображений, схем, диаграмм, интервью авторов, публикаций в изданиях, макетов и т.п., что наиболее явным образом устанавливает связь с индивидом посредством доступных для перцепции средств и форм.

6) «Тело архитектуры» — информация о морфологической форме архитектуры, отражающая феномен формы и заключающая в себе оболочку.

7) «Наименование», заключающее в себе всю вербализуемую информацию об архитектурном образе, наиболее полно раскрываемую семиотическим подходом в теории

архитектуры, рассматривающим информацию об архитектурном образе, как набор знаков. «Наименование» описывает архитектуру, как «совокупность знаков и символов, денотирующих утилитарные функции сооружения и коннотирующих его символический смысл» [3, с. 48], что объединяет материалистическую и идеалистическую информацию.

Структура восприятия индивида

Получение информации индивидом от окружающего мира заключается в синтезе перцепции и апперцепции, где перцепция является непосредственным восприятием объектов окружающего мира, «**восприятием-перцепцией**, которое есть внутреннее состояние монады, воспроизводящее внешние вещи» [4, с. 53]; а апперцепция является восприятием, зависящим от прошлого опыта человека, от содержания его психической деятельности и его индивидуальных особенностей, «**апперцепцией-сознанием**, или рефлексивным познанием этого внутреннего состояния» [4, с. 53]. Аналогично структура восприятия индивида состоит из двух аппаратов: Аппарата Перцепции и Аппарата Апперцепции.

Аппарат Перцепции состоит из органов чувств; что позволяет человеку получать информацию (материалистического характера) от «формы» архитектурного образа. Аппарат Перцепции состоит из зрительного восприятия (зрение), кинестетического восприятия (синтез осязания, кинестетики и слуха), ольфактивного восприятия (обоняние).

Аппарат Апперцепции состоит из когнитивных механизмов индивида, а также влияния на него коллективного бессознательного через архитектурные архетипы; что позволяет психике индивида получать информацию (идеалистического характера) от «содержания» архитектурного образа. Первая часть Аппарата Апперцепции является неустойчивой частью, сформированной эмоциями, ситуативным состоянием психики (воспринимает информацию целиком вместе с «шумом») — отражает фактографический уровень осмысления, «когда констатируется реальность существования того или иного объекта и описываются присущие ему свойства» [5, с. 88]. Вторая часть Аппарата Апперцепции является устойчивой частью, представленной чувствами, мировоззрением, убеждениями, образованием (дифференцирует поступающую информацию и отсекает «шумы») — отражает концептографический уровень осмысления, «когда выявляются существенные взаимосвязи между объектами» [5, с. 88].

Заключение

В докладе представлена Общая Модель Восприятия, которая в наиболее полной форме на сегодняшний момент может описать процесс перцепции архитектурного образа индивидом. В исследовании произведён анализ предпосылок формирования и систематизация представлений о составе и структуре Общей Модели Восприятия. Представленная модель выступает гипотезой отражения восприятия индивидом структуры архитектурного образа в поле социальной коммуникации.

Список литературы

1. Гавра Д.П. Основы теории коммуникации: учебное пособие, Ч. 1. – СПб.: Роза мира, 2005. – 173 с.
2. Янковская Ю.С. Семиотические механизмы архитектуры // Известия Уральского государственного университета. – 2004. – № 32. – С. 81–88.
3. Лагодина Е.В. Архитектура как текст. Семиотический анализ архитектурного пространства // Северо-Кавказский психологический вестник. – 2012. – № 10 (2). – С. 47–49.
4. Измайлов Г.В. Лейбниц и Кант: к вопросу об апперцепции // Форум молодых кантоведов (По материалам Международного конгресса, посвященного 280-летию со дня рождения и 200-летию со дня смерти Иммануила Канта). – М., 2005. – С. 52–58.
5. Соколов В.А. Введение в теорию социальной коммуникации: учебное пособие. – СПб.: СПбГУП, 1996. – 320 с.

УДК 628.974.8; 725.9

Световая атмосфера исторического городского фасада здания

А.А. Еременко

Научный руководитель: доцент, к.ф.-м.н. Т.В. Гречкина
Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050
E-mail: gelya_er@tpu.ru

The lighting impact on the sense of the historical facade of the building

A.A. Eremenko

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. T.V. Grechkina
Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050
E-mail: gelya_er@tpu.ru

Abstract. *In this work, the architectural features of the facade of the building, which is an object of cultural heritage of the Yaroslavl region, were studied, a lighting project was carried out to create a light ambiance of the historical facade, as decoration and continuation of the appearance of the task in the evening and night hours of the urban environment.*

Key words: *cultural heritage sites, facade, architectural and artistic lighting, LED lighting.*

Введение

В городах России много уголков и памятных зданий, которые отражают эпоху и время, как память, как сопричастность, как традиции, которые важны для духовного и нравственного развития прежде всего молодого поколения нашей страны. Архитектурные памятники культуры и истории каждого государства считаются неделимой частью культурного наследия мира. Сохранение архитектурных памятников является важной целью каждого народа, оно заключается в проведении работ, направленных на поддержание их целостности и первоначальных художественных образов, к которым можно отнести и работы по созданию световой атмосферы фасадов зданий, их архитектурно-художественной подсветки.

Среди многочисленных регионов России, который богат разнообразными объектами старины, улочками с историческими зданиями, архитектурными изысками и шедеврами зодчих является Ярославская область [1]. Здесь расположено свыше 5 тысяч памятников истории, архитектуры и культуры, большая часть из них принадлежит к объектам культурного наследия страны [1, 2], среди которых и «Дом Белоусова» (рис. 1 а, б). Это здание предстаёт в архитектурном облики, практически неизменном со времён XIX века (рис. 1, б). Согласно Постановлению администрации Ярославской области, в 2004г. здание было постановлено на государственную охрану, как памятник градостроительства и архитектуры.

Целью данной работы является знакомство с историческими данными и архитектурными особенностями здания «Дом Белоусова» конец XIX в., расположенного по адресу: г. Ярославль, ул. Комсомольская, д.8, и проектирование архитектурной подсветки для фасада этого здания.

Историческая и градостроительная справка

Дом Барановых-Белоусова в городе Ярославль на улице Большая Линия (ныне – Комсомольская улица, дом 8) – памятник градостроительной архитектуры конца XIX века (рис. 1, а). Комсомольская улица – улица в историческом центре города Ярославля. Лежит между площадью Волкова и Богоявленской площадью. Движение по улице одностороннее. На Комсомольской улице по чётной стороне располагаются ряд достопримечательных домов и строений, которые формируют сплошную застройку красной линии этой улицы и являются объектами культурного значения.

Границы охранной зоны [3] «Дом Белоусова» – территория строгого режима регулирования застройки с ограничением нового строительства до 4-х этажей. Групповая и охранная зона, занимающая часть квартала, органичного улицами: Свободы, Комсомольской, Б. Октябрьской. Последним дореволюционным владельцем дома был Белоусов А.И., который приобрёл часть домовладения в 1904 году у Карпычева Д.А. и в 1906 году – у Соболевой М.Т. В XX веке здание «Дома Белоусова» использовалось в качестве дома с магазином и кондитерской, в народе его прозвали «Булочной Белоусова». В настоящее время в этом здании располагается торговый центр.



Рис. 1. «Дом Белоусова», конец XIX в., г. Ярославль, ул. Комсомольская, д. 8: внешний вид здания в 1990 г. (а) и в 2016 г. (б), визуализация освещения (в) и расчёт в фиктивных цветах (г) фасада здания в программе DIALux evo

Объемно-пространственная композиция объекта (рис. 1 а, б) представляет собой трехэтажное здание со слабым ризалитом со скруглёнными углами на дворовом фасаде, со сквозным прямоугольным проездом на южной оси, с балконами на боковых осях второго этажа; имеет скатную форму крыши.

Проектная часть

В работе выполнено световое решение по созданию архитектурно-художественной подсветки здания с учётом архитектурных и цветовых особенностей его фасада. Архитектура данного объекта имеет вертикальную симметрию, с множеством элементов и деталей, которые являются охранными объектами. Выбор светового оборудования и его расположение на фасаде predetermined выверенными позициями по трём основным уровням первого, второго и третьего этажей здания, результат визуализации проекта освещения показан на рис.1 (в, г).

Свет от прожекторов первой линейки направлен вниз, для подчёркивания рустованной фактуры и тёмной расцветки пространства между оконными и дверными проёмами

монументального основания здания первого этажа. Второй и третий этажи, предстают более нарядными и изящными с множеством детальных архитектурных элементов. Под окнами на междуэтажных карнизах размещены линейные светильники с широким светораспределением, подсвечивающие филёнки с рельефными узорами. Следует отметить, что междуоконное пространство второго этажа представлено в двух оттенках с преимущественно розоватым цветом, что обеспечивается отличительным для этого участка цветом фасада здания на уровне второго этажа. Тот же тип световых приборов используются в подсветке рустованных лопаток: свет разливается по всей вертикали лопаток и достигает вершины здания – антаблемента.

Результаты

В ходе работы одним из основополагающих критериев подбора оборудования и создания общего композиционного светового решения служит принадлежность здания к охранному объекту исторического и культурного жилищного фонда данного региона. Архитектурно-художественная подсветка [4, 5] выполнена с учётом специфики фасада здания, которая позволяет подчеркнуть его значимые детали и продемонстрировать световое решение для данного объекта в его световом градостроительном облике в тёмное время суток. Предусмотренное стойкое крепление осветительного оборудования со сверлением неглубоких отверстий, не окажет в разработанных решениях негативного воздействия на фасад, что сопровождается сохранностью и бережливостью к данному объекту.

Заключение

Характер светотехнической задачи для объекта культурного наследия безусловно определяется соблюдением норм и правил искусственного освещения, с учётом требований и факторов технического состояния объекта, а также историко-градостроительной тематики строения. Каждый из этих элементов анализа и предлагаемой разработки светового решения свидетельствует о результате кропотливой и выверенной задачи архитектурного освещения. Следует отметить, что здание «Дом Белоусова» – это строение, которое в градостроительной сетке застройки уличного пространства имеет доминирующее положение. Фасад здания просматривается с разных позиций пешеходных зон, в том числе в ракурсе соединения прилегающей торговой улицы, поэтому световой акцент в вечерние и ночные часы крайне важен для общего впечатления для этого городского исторического пространства.

Список литературы

1. Ярославская область // Год культурного наследия народов России: электрон. ресурс. – URL: <https://www.culture.ru/s/god-kulturnogo-naslediya/kulturnyj-turizm/yaroslavskaya-oblast/> (дата обращения: 15.01.2024).
2. Культурное наследия. Ярославская область. Дом Белоусова // Карта России: электрон. ресурс. – URL: <https://kartarf.ru/dostoprimechatelnosti/150742-dom-belousova?ysclid=ltmd86wlib82790137> (дата обращения: 20.01.2024).
3. Граница территории объекта культурного наследия «Дом Белоусова, конец XIX в.» (Ярославская область, г. Ярославль, Комсомольская ул., 8): (№ 660-п): утверждена постановлением правительства Ярославской области от 10.12.2008: – URL: <https://www.yarregion.ru/depts/dcul/DocLib1/0315%20Дом%20Белоусова%20Граница.pdf> (дата обращения: 20.01.2024).
4. Батова А.Г. Принципы проектирования наружного освещения архитектурных объектов // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата архитектуры. – Москва: Изд-во ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт (государственная академия)», 2012. (дата обращения: 05.02.2024).
5. Щепетков Н.И. Световой дизайн города : учебное пособие. – М.: 2006. – 320 с.

**Архитектурная графика. Роль метода графической реконструкции
в сохранении духовного наследия города Томска. Преображенская церковь (1868)**А.М. Мирошникова, А.П. Каткова

Научный руководитель: старший преподаватель М.Б. Тельцов
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, Соляная пл., д.2, 634003

E-mail: alexiyamiroshnikova@gmail.com**Architectural graphics. The role of the method of graphic reconstruction in the preservation of
the spiritual heritage of the city of Tomsk. The Church of the Transfiguration of Christ (1868)**A.M. Miroshnikova, A.P. Katkova

Scientific Supervisor: Senior Lecturer M.B. Teltsov

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

E-mail: alexiyamiroshnikova@gmail.com

***Abstract.** Architectural graphics serve as an effective tool not only for creating new design packages but also for visualizing historically lost objects of architecture. The method of graphic reconstruction (by Y.P. Nagornov, TSUAB) makes it possible to reconstruct the parametric characteristics and volumetric-planning image of the Church of the Transfiguration of Christ in 1868 in the city of Tomsk.*

***Keywords:** architectural graphics, method, church of the Transfiguration of Christ (1868), Tomsk.*

Введение

Архитектурная графика служит эффективным инструментом не только для создания новых проектных пакетов, но и визуализации исторически утраченных объектов зодчества. Метод графической реконструкции (автор Ю.П. Нагорнов, ТГАСУ) даёт возможность воссоздать параметрические характеристики, объёмно-планировочную структуру здания и сформировать чертёжные проекции церкви Преображения Христа (1868) в городе Томске.

Экспериментальная часть

Материалы исторического исследования и метод графической реконструкции

Основой исследования является архивная историческая фотография с юго-западной стороны здания, которая делает возможным построение перспективного изображения и ортогональных проекций объекта (2-х фасадов и плана кровли). Проектный пакет чертежей церкви Святого Преображения Господа Бога и Спаса нашего Иисуса Христа 1868 года в городе Томске формируется в контексте с сохранившимися православными церквями, архивными каталогами и историческими данными.

Томск – купный российский город Западно-Сибирского региона, принадлежит к числу исторических городов, сохранивших до настоящего времени неповторимую архитектурно-планировочную структуру центральных районов, которые сформировались на протяжении XVII – начала XX веков. Этапы развития Томска связаны в основном с изменениями градостроительной функции. Главными градоформирующими факторами в разные периоды были: оборонительный (XVII в.), торгово-ремесленный (XVIII в.), административный (первая половина XX в.), торгово-промышленный и культурно просветительский (вторая половина XIX – начало XX в.). Благодаря сохранившимся особенностям природного ландшафта, исторически сложившейся планировочной структуре и объёмно – пространственной композиции, массивами деревянной городской застройки, он не утратил индивидуального и градостроительного архитектурно-художественного облика,

сформировавшегося в начале XX века. Это послужило основанием для внесения Томска в список исторических городов России с 1990 года.

Характерной особенностью пространственной композиции города является структурная подчинённость одно – двухэтажной застройки доминантам (в начале XX века – это культовые сооружения). Культовые каменные сооружения возникли в последней четверти XVIII века. Эти сооружения привнесли в город стилевое направление культуры России XVIII века – «сибирское барокко» с элементами других стилей, а также местные народные традиции деревянного зодчества. Образы шатровых завершений, появившиеся в архитектуре крепостных башен и деревянных церквей, перешли и в каменные храмы.

Результаты

Церковь Святого Преображения Христа была заложена в 1848 году и строилась до купола на средства томского купца С.В. Ерлыкова, поэтому известна была среди местных жителей под названием Ерлыковской. Строительство закончилось в 1868 году на средства купца Е.И. Королёва, а затем освящена. Преображенская церковь каменная, одноэтажная, трёхпрестольная (главный в честь Преображения Господня), двухпридельная (левый (северный) во имя святителя Ювеналия, патриарха Иерусалимского, правый (южный) в честь Сретения Господня).

Основные объёмы храма располагались последовательно по продольной композиционной оси (восток-запад): храм с апсидой (алтарь) – трёхпрестольный объём с двумя приделами по бокам – притвор с колокольной – паперть.

В 1892 году при храме было открыто церковно-приходское попечительство. В 1920 году храм был национализирован. В Преображенской церкви проводились религиозно-нравственные чтения до запрета в 1928 году. В сентябре 1933 года здание церкви было признано аварийным, в 1935 году постановлением Западно-Сибирского крайисполкома было закрыто, и в 1936 году снесено. В 2002 году на месте разрушенной церкви Святого Преображения Христа началось строительство часовни и сквера в память ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС. 26 октября 2003 года, Преосвященный Ростислав Епископ Томский и Асиновский освятил новоосвоенную часовню, названную Спасо-Преображенской.

Архитектурный стиль церкви Святого Преображения Христа (1868 год) – «Эклектика» с элементами классицизма. В основе объёмно-пространственной композиции храма лежит 3-х ярусная колокольня с четырехгранным пирамидальным шатровым завершением и «восьмерик на четверике», увенчанный шлемовидным деревянным куполом. Преображенская церковь в середине XIX века послужила перспективным и градостроительным ориентиром при закладке Томского императорского университета. Преображенская церковь и домовая Казанская церковь университета формировались на одной композиционной прямой эмоциональной духовной взаимосвязи. Главная аллея университета, украшенная каменными воротами и университетским фонтаном, явилась своеобразным продолжением Ерлыковской улицы. Выходя из церкви Святого Преображения Христа, прихожане видели белокаменный портик университета и строгий вызолоченный крест на здании университетской церкви. Выходя из университета, в продолжение главной аллеи и Ерлыковской улицы градостроительным ориентиром для горожан являлся остроконечный шатёр и вызолоченный крест Преображенской церкви.

С проведением к Томску железнодорожной ветви (1896 год), по новому плану Томска, от вокзальной площади станции Томск-1 проектируется прямая улица к Преображенской площади. По этому плану церковь Святого Преображения Христа становится архитектурным ориентиром – при движении от вокзала к центру города.

Церковь Святого Преображения Господня (1868 год) географически размещалась в историческом районе города Томска Верхней Елани, Возникшем в XIX веке и была расположена на современной территории проспекта Кирова. Сейчас Верхняя и Нижняя

Елань, как целостный исторический район, включен в программу восстановления памятников деревянной архитектуры, в котором выделена зона «Еланская». В границах площади Преображенской стояли деревянные дома усадебного типа в один и два этажа. Для реконструкции чертежей здания и создания проектного пакета утраченного объекта взята архивная историческая фотография Церкви Святого Преображения Господня 1868 года в городе Томске, сделанная с юго-западной стороны, на ней изображен общий вид церкви со стороны входа.

Построение перспективного изображения объекта (метод графической реконструкции (автор Ю.П. Нагорнов, ТГАСУ)), выполняется с целью получения его фронтального изображения – модели фасада и плана кровли, соответствующих данному фотографическому изображению. Результатом построения являются полученные высотные отметки основных объемов церкви, конфигурация плана по наружному контуру, местоположение и габаритные размеры центрального купола и колокольни. Метод графической реконструкции церкви анализируется в контексте с архивными материалами типовых проектов православных храмов. Полученные высотные отметки приводятся к необходимому масштабу проекций изображения Преображенской церкви 1868 года.

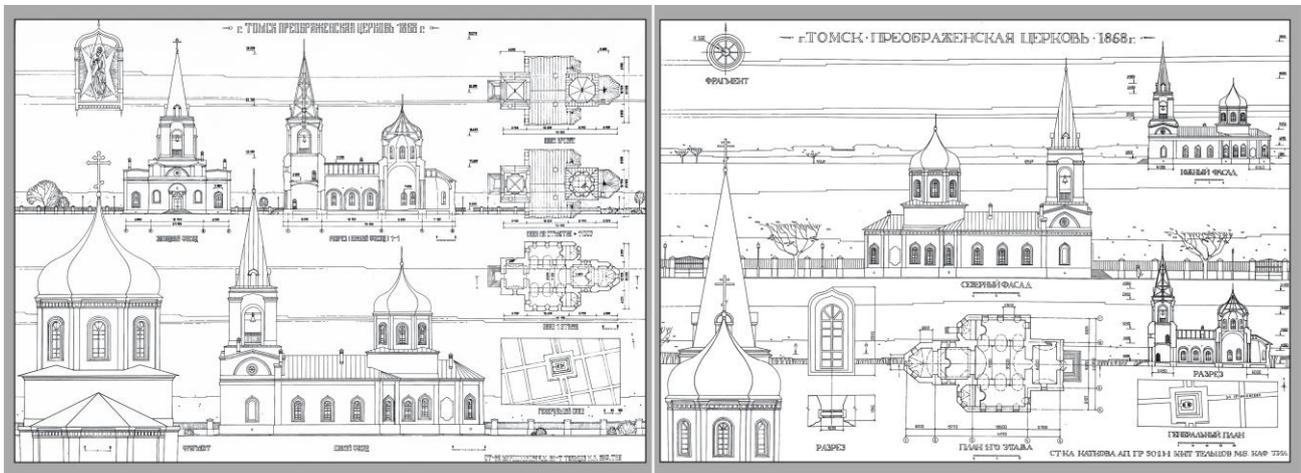


Рис. 1. Графическое изображение. «Архитектурная графика. Памятник архитектуры. Преображенская церковь», авторы проектов А.М. Мирошникова и А.П. Каткова, научный руководитель М.Б. Тельцов

Заключение

Метод графической реконструкции (автор Ю.П. Нагорнов, ТГАСУ) является эффективным инструментарием в изучении исторического и архитектурного наследия города Томска на примере церкви Преображения Христа 1868 года. Исследователи получают возможность оценить градостроительную роль духовной архитектуры, её исторические, параметрические, объёмно-планировочные и эстетические характеристики. Архитектурная графика даёт возможность сохранить и визуализировать красоту утраченного православного наследия. В сфере образования студентов она является базовой ступенью для гармоничного профессионального воспитания архитекторов и формирует бережное отношение новой генерации XXI века к духовному наследию России.

Список литературы

1. Кудряшев К.В. Архитектурная графика: учебник. Серия: Специальность «Архитектура». – Москва: Архитектура, С, 2006. – 312 с.
2. Безруких О.Е. Православные храмы Томска. – Москва: Гала Пресс, 2005. – 23 с.
3. Нагорнов Ю.П. Композиция перспективных изображений: учебник. – Томск: Издательство ТГАСУ, 2016. – 280 с.

УДК 726.77

Архитектура татарских мечетей Степного генерал-губернаторства

Г.И. Монич

Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: monichgalina.tsuab@gmail.com

Architecture of Tatar mosques in the Steppe General Governmen

G.I. Monich

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

E-mail: monichgalina.tsuab@gmail.com

Abstract. *The article states that the architecture of the mosques of the Steppe General Government, during the period under review, developed in the context of Muslim architecture of Siberia, preserving the components of the sacred tradition of liturgical space, as well as the orientation of the building towards the city of Mecca. At the same time, the types of planning structure, volumetric-compositional, stylistic and constructive solutions, as well as the architectural and artistic appearance are changeable and vary depending on the socio-political and economic conditions of life of the Muslim community*

Key words: *Tatar mosque, architecture, Kazakhstan, Siberia*

Введение

Новизна исследования заключается в том, что впервые рассматривается архитектура татарских исторических мечетей Восточной и Северной областей Казахстана в контексте исламской архитектуры Сибири в целом. Цель исследования: выявление архитектурно-планировочных и художественных особенностей зданий мечетей на территории городских поселений Степного генерал-губернаторства. Территориальные границы исследования включают города Акмолинской, Семипалатинской и Семиреченской областей Степного генерал-губернаторства Российской империи. Однако хронологические границы исследования охватывают период второй половины XVIII – начала XX в. согласно времени организации государственного регулирования религиозной жизни мусульман Российской Империи.

Материалы и методы исследования

Татары в Казахстане - потомки различных этносов: казанских, уфимских, сибирских и касимовских татар, а также мишар из бывших Нижегородской и Саратовской губерний. Из-за исторических обстоятельств они осели в Казахстане в разные периоды. В XVIII веке и особенно во второй половине XIX века потоки татар-переселенцев следовали дальше вглубь Зауралья и Сибири, включая северные, восточные и центральные области Казахской степи. Это привело к формированию значительного числа татарского населения в городах Петропавловске, Семипалатинске, Кокчетаве, Акмолинске (ныне Астана), Павлодаре и других. В XIX в. они начали переселяться в Верный (современный Алматы), где создали татарские поселения, районы и кварталы [1]. История появления первых переселенцев-татар на территории Казахстана и последующее расселение отражены в различных изданиях [1-5]. Так, например часть исследователей отмечают, что «в административно-управленческой практике российских пограничных ведомств наиболее востребованными видами деятельности на новоприсоединенных юго-восточных территориях империи являлись в XVIII в. посредническая торговля с “азиатцами”, политическая разведка, переводы с тюркских языков, обучение кочевников грамоте и исламу и т. д., т. е. те важные сферы восточной политики государства, на которых традиционно специализировались служилые выходцы из тюркоязычных народов Среднего Поволжья и Сибири» [3]. Таким образом «к концу XIX в.

татары превратились в одну из наиболее многочисленных этнических групп региона. В 1897 г. в Казахстане проживало 55 984 татарина, составляющих 1,34 % в общей полиэтнической структуре его населения» [3]. Политический фактор сыграл важную роль в формировании социокультурной среды в которой происходило становление и развитие архитектуры мечетей региона (Рис.1).

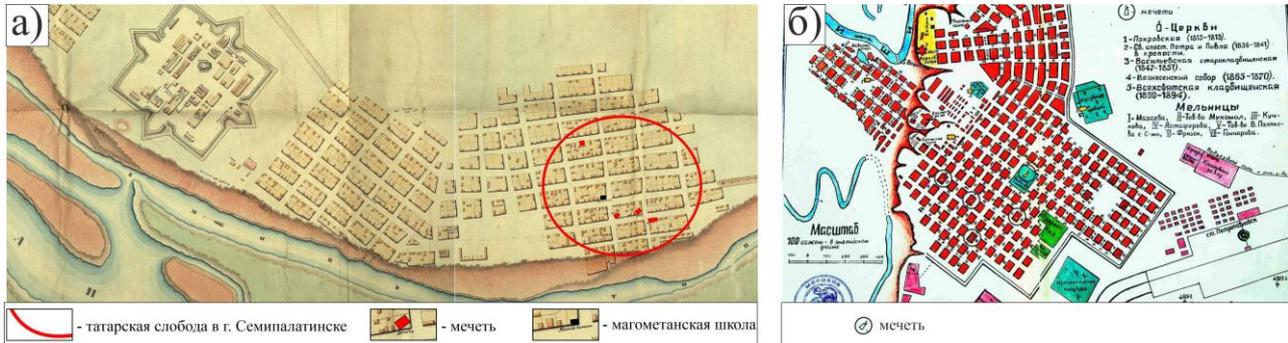


Рис. 1. Фрагменты карт городов с нанесением месторасположения мечетей в структуре застройки:
а) Семипалатинска в 1846 г.; б) Петропавловска в 1916 г.

Методы исследования базируются на системном и комплексном подходе, включая методы анализа и синтеза собранных библиографических материалов, архивных письменных и графических материалов.

Результаты

В аналитический обзор вовлечены как существующие, так и утраченные мечети (Рис. 2). Для городских мечетей Степного генерал-губернаторства характерно доминирование на уровне квартала, здания включены в систему визуальных связей на уровне города; прослеживаются взаимосвязи с природным ландшафтом. Согласно классификации мечетей [6, 7], на исследуемой территории был развит *закрытый тип мечети с расположением минарета по продольной оси здания*. Внутри данной типовой группы мечети можно разделить на четыре композиционных схемы: минарет над входом, примыкающий объём минарета, с двумя минаретами и с угловой постановкой минарета. По функциональному типу относятся к мечетям махалля и джами [6, 7]. Строительство мечетей региона происходило в системе государственного регулирования застройки. Следовательно, строили по типовым и авторским проектам, в основе которых также были заложены принципы объёмно-планировочных решений типового строительства мусульманской культовой архитектуры. Мечети были как каменными, так и деревянными, двухэтажными или одноэтажными с устройством антресольного этажа для женщин (Рис. 2).

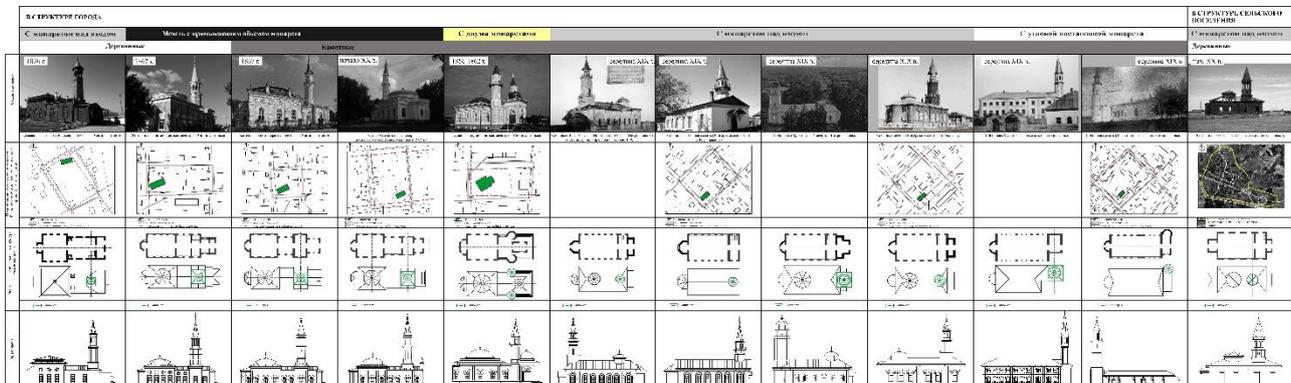


Рис. 2. Классификация татарских мечетей Степного генерал-губернаторства

Заключение

Архитектура мечетей Степного генерал-губернаторства складывалась в общей концепции мусульманского зодчества Сибири под влиянием множества факторов в процессе государственного и муниципального регулирования с сохранением местных архитектурно-строительных традиций и основных отличительных черт культовой исламской архитектуры. Общие черты татарских мечетей заключаются в ориентации на Каабу (г. Мекка), общей схемы объемно-пространственной композиции здания, расположении минарета, в широком использовании дерева и кирпича в качестве основных строительных материалов (Рис. 3). Однако архитектура мечетей исследуемого региона имеет свои особенности, например, типология татарских мечетей Степного края представлена большим разнообразием композиционных схем чем в Тобольской, Томской и Енисейской губерниях. Архитектурно-художественный облик мечетей варьируется в зависимости от социально-политических и экономических условий жизни мусульманской общины.



Рис. 3. Каменные мечети Сибири. Фото первой половины XX в. 1) Соборная Белая мечеть в г. Томске; 2) Одноминаретная Соборная мечеть г. Семипалатинске (г. Семей, Казахстан); 3) Красная соборная мечеть г. Томске; 4) Двухминаретная мечеть в г. Семипалатинске (г. Семей, Казахстан); 5) Соборная мечеть в г. Омске; 6) Соборная мечеть г. Николаевске (г. Костанай, Казахстан); 7) Соборная мечеть в г. Иркутске

Список литературы

1. Маслюженко Д.Н. Процесс исламизации населения Юга Западной Сибири в XIII-XVI в. // Золотоордынское обозрение. – 2019. – С.135
2. Атангаева Б.Ж., Ахметова Р.Д. Татары Семипалатинского Прииртышья в историческом и культурном аспекте (XIX - нач. XX вв.) // Мир Большого Алтая. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 511–535.
3. Файзуллина Г.Ш. Генеалогии как источник по истории формирования "китайской" группы татарской диаспоры Казахстана // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология. – 2006. – Т. 5, № 3-S1. – С. 74–85.
4. Махмутов З.А. Дореволюционные мечети Петропавловска: история возникновения и архитектурный облик // Ислам в современном мире: внутригосударственный и международно-политический аспекты. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 103–111.
5. Койше К.К. Проблемы сохранения культуры казахского населения в полиэтничном провинциальном городе : диссертация . кандидата социологических наук : 22.00.06 [Место защиты: Тюмен. гос. нефтегаз. ун-т]. - Тюмень, 2008. – 173 с. : ил. РГБ ОД, 61:08-22/100
6. Мониц Г.И. Архитектура мечетей томской губернии конца XIX – начала XX веков // Научно-технический журнал Вестник ТГАСУ № 4 – 2015, г. Томск Изд-во: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2015 г. ISBN: 1607-1859
7. Халитов Н.Х. Татарская мечеть и ее архитектура: историко-архитектурное исследование – Казань: Татар. кн. изд-во, 2012. – 224 с.

Проблемы формирования экопоселений на начальных этапахВ.М. Потапова

Научный руководитель: С.М. Ремарчук

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com**The problems faced by ecovillages at the initial stages of formation**V.M. Potapova

Scientific Supervisor: S.M. Remarchuk

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

E-mail: lera.potapova.2001@gmail.com

Abstract. *The article is devoted to the analysis and categorization of the problems faced by eco-settlements in their development practice. The history of the development of three ecological communities is briefly considered - Arkosanti, the ecovillage in Ithaca and the zero-emission residential area BedZED. The problems of sustainable construction and the formation of intentional communities are analyzed, as well as ways to combat the negative effects of difficulties for eco-settlers. The main focus is on the economic, social and technical aspects of the life of such communities.*

Key words: *ecovillage, initial stages of formation, problems, sustainability.*

Введение

В последнее время все больше людей во всем мире начинают задумываться о влиянии деятельности человека на окружающую среду и ищут альтернативные способы жизни и ведения хозяйства. Одним из таких способов являются экопоселения – сообщества людей, стремящихся к гармоничному сосуществованию с природой и устойчивому развитию. Однако, как и любое новое начинание, экопоселения сталкиваются с рядом проблем на начальных этапах своего формирования и развития. В данной статье мы рассмотрим основные проблемы, с которыми сталкиваются экопоселения, а также возможные пути их решения.

Материалы и методы исследования

В рамках данного исследования были использованы различные литературные источники, которые были проанализированы с целью выявления ключевых аспектов и тенденций в области устойчивого развития и развития экопоселений в частности. Этот метод позволил получить комплексное представление о предмете исследования и сформировать обоснованные выводы. Выбор конкретных экологических сообществ связан с наибольшей показательностью той или иной проблемы, а также достаточными научными исследованиями, сделанными в качестве ретроспективного анализа жизни сообщества.

Рассмотрим экологическое поселение «EVI» в Итаке, которое появилось в ответ на ухудшающуюся экологическую ситуацию в Соединенных Штатах с предложением новой модели устойчивого сообщества. В 1995 году началось строительство на участке в 176 акров (720 тыс. кв. м.). Территория разделена на 3 зоны: FROG включает в себя 30 домов, SONG-30, TREE-40. Всего на территории расположено 100 домов, сгруппированных вокруг пешеходного двора с прудом для отдыха офисными помещениями, мастерскими, а также общим домом для встреч. Компактность деревни позволяет оставить до 90 % земли под хозяйственные или открытые уголья.

Проблемы, с которыми столкнулись жители экопоселения в Итаке во время строительства, носят больше характер социально-психологический и характеризуются особенностями закрытых или удаленных от цивилизации сообществ. Энди Кирби в выводах к своему исследованию «Переосмысление социальных и экологических отношений в экопоселении Итака: тематическое исследование» выделяет такие проблемы: адаптация к новому образу жизни, распределение обязанностей, удовлетворение эмоциональных потребностей в сообществе разных по характеру людей.

Спустя три года, опрошенные назвали такой ряд проблем: необходимость отказа от своего индивидуального видения концепции экопоселения, сожаления об экономии на экологическом оборудовании из-за высокой стоимости, ограничений и решений большинства, а также высокая энергозатратность в ведении хозяйства [1].

Пример «EVI» показал, что обучение навыкам эффективного общения, разрешения конфликтов и привлечение специалистов-фасилитаторов являются ключевыми аспектами для создания устойчивого образа жизни и достижения лучших результатов в развитии экологических сообществ.

Одной из проблем, с которой может столкнуться экопоселение, является проблема недостаточной организации процессов реализации проекта и, в частности, перерасхода бюджета, в следствии чего строительство не может быть закончено. Пример города Аркосанти является показательным, так как реализация проекта составляет 5 %. На данный момент Аркосанти достраивается благодаря воодушевлению последователей идей аркологии, которые привлекаются в город благодаря волонтерским программам, мастер-классам и образовательной деятельности города [2].

Из этого следует выделить такой немаловажный фактор, как экономическая реализуемость проекта и заинтересованность в его реализации государственных органов. Последний фактор немаловажен, так как нехватка финансов — это плата Паоло Солери за право на полный контроль над архитектурной и дизайнерской разработкой [3].

Таким образом, на примере Аркосанти выявлены проблемы реализуемости и адаптивности архитектуры.

Проблемы, с которыми столкнулось сообщество «BedZED», расположенное в Великобритании, можно обозначить как проблемы первопроходца, связанные с экспериментальной технической частью работ по экологизации конструкций. Теоретическая основа может быть проверена только в перспективе, проанализирована и заменена на более подходящую систему в случае контрпродуктивности энергоэффективных процессов.

В частности, район BedZED столкнулся сразу с несколькими проблемами на уровнях качества очистки воды, недостаточной мощности ТЭЦ, дефицита фотоэлектрической энергии и транспортной удаленности от городских точек притяжения.

Рассмотрим эти проблемы подробнее. Концепции управления спросом, сбора дождевой воды, управления ливневыми стоками, рециркуляции экологически чистой воды и теплоаккумулирования, объединенные в рамках одной системы, так и не были согласованы, что привело к появлению негабаритных подземных резервуаров, ненужному расходованию очищенных сточных вод, большому доливу водопроводной воды и неопределенности в отношении качества воды, подаваемой для различных целей.

Также наиболее значительной проблемой эко-сообщества является невозможность увеличить мощность комбинированной теплоэлектростанции на биомассе с нулевыми выбросом углерода. ТЭЦ никогда не достигала согласованной мощности в 120 кВт электроэнергии и 250 кВт тепла, выдавая всего 50–90 кВт.

В BedZED на крышах и в окнах второго этажа, выходящих на южную сторону, установлены фотоэлектрические панели площадью 777 м², состоящие из 1138 ламинатов. Общая мощность энергоблока составляет 108 кВт, и, по оценкам BP Solar, они будут

вырабатывать 88 000 кВт*ч электроэнергии в год. По оценкам BP Solar, на его долю приходится 30 % всего потребления на объекте (оценивается в 297 000 кВт*ч²).

Транспортная доступность сообщества на самом деле выше, чем в среднем, что представляет собой реальную проблему для жителей. Выбросы личного автотранспорта минимизируют результаты борьбы с загрязнением окружающей среды и противоречат концепции нулевых выбросов углерода [4].



Рис. 1. Фотографии экопоселений слева направо: EVI, Аркосанти, BedZED

Результаты

В ходе исследования выявлены следующие категории проблем:

1. Проблемы социально-психологического характера;
2. Организационные проблемы;
3. Технические проблемы;
4. Транспортные проблемы.

Заключение

В данной статье были рассмотрены основные проблемы, с которыми сталкиваются экопоселения на начальных этапах своего формирования, а также возможности их решения. Экопоселения являются важным шагом на пути к устойчивому развитию и сохранению окружающей среды. Однако для успешного функционирования таких сообществ необходимо учитывать множество факторов, таких как социальные, экономические и технические аспекты. Крайне важно привлекать специалистов из разных областей науки, совместно искать решения возникающих проблем для обеспечения и поддержания жизнеспособности сообщества.

Результаты данного исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по созданию и развитию экопоселений, а также для оценки эффективности уже существующих сообществ. Кроме того, полученные данные могут быть полезны для разработки образовательных программ и курсов по устойчивому развитию, экологии и социальной ответственности

Список источников

1. Kirby A. Redefining social and environmental relations at the ecovillage at Ithaca: A case study // *Journal of Environmental Psychology*. – 2003. – № 23. – P. 323–332.
2. David Grierson. *Ecopolis, Arcology and Arcosanti: Planning and Design Principles*. – Презентация: электронная // Florence: University of Strathclyde. – 2006. – URL: https://www.academia.edu/30825987/_Ecopolis_Arcology_and_Arcosanti_Planning_and_Design_Principles_Presentation_at_Universit%C3%A0_degli_Studi_di_Firenze_Florence_Italy_David_Grierson_June_2006 (дата обращения: 14.03.2024).
3. Grierson D. Unfinished Business at the Urban Laboratory6: Paolo Soleri, Arcology, and Arcosanti // *Open House International* – 2016. – Vol. 41. – № 4. – P. 63–72.
4. BedZED 7 Years On. The impact of the UK's best-known eco-village and its residents // *BioRegional Development Group*. – 2009. – № 1. – URL: <https://www.bioregional.com/resources/bedzed-7-years-on> (дата обращения: 14.03.2024).

УДК 712.2

**Формирование рекреационной зоны путем использования
нарушенных городских земель на примере территории золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3**
А.В. Пчелинцева

Научный руководитель: доцент, канд. арх., А.Е. Гашенко
Новосибирский государственный университет архитектуры, дизайна и искусств им. А.Д. Крячкова
Россия, г. Новосибирск, Красный проспект, д. 38, 630099
E-mail: alena010797@mail.ru

**Formation of a recreational zone through the use of disturbed urban lands using the example
of the territory of the ash dumps of CHPP-2 and CHPP-3**

A.V. Pchelintseva

Scientific Supervisor: Ass.Prof., Ph.D. A.E. Gashenko
Kryachkov Novosibirsk State University of Architecture, Design and Arts, Russia, Novosibirsk,
Krasny Prospekt str., 38, 630099
E-mail: alena010797@mail.ru

***Abstract.** In my article I discussed the topic: the formation of a recreational zone by using disturbed urban lands using the example of the territory of the ash dumps of CHPP-2 and CHPP-3. Disturbed territories are lands that have lost their original natural and economic value and, as a rule, represent a source of negative impact on the environment. Such lands are subject to reclamation (restoration). The article discusses methods for restoring disturbed areas: reclamation, landscape and architectural landscape, as well as the use of reclamation methods together with the landscape method to form a recreational zone on ash dumps.*

***Keywords:** disturbed areas, recreational area, landscape method, reclamation.*

Введение

В энергетических ресурсах нашей страны важнейшее место занимают угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири. В пределах трех бассейнов – Канско-Ачинского, Иркутского, Минусинского - сосредоточено 48,6 % разведанных запасов углей России [1].

На всех тепловых электрических станциях, сжигающие твердое топливо, в виде угля, имеются золошлаковые отходы. Данный вид отхода удаляется и складировается в жидко виде под названием пульпа.

Золоотвал — это комплекс сооружений, предназначенных для складирования золошлакового материала, состоящего из золы и шлака, образованных после сжигания угля. Золоотвалы занимают огромные городские площади. Использование этих земель сделает данные территории визуально и экономически привлекательными. Важной и активно развивающейся областью градостроительства является создание рекреационных зон, уход от промышленных зон.

Экспериментальная часть

Влияние золоотвала на экологию Новосибирска. Золоотвал Новосибирской ТЭЦ-3 расположен в Ленинском административном районе г. Новосибирска, на расстоянии 1,2 км к северо-западу от производственной площадки подразделения ТЭЦ-3 на левом берегу р. Обь. Золоотвал введен в эксплуатацию в 1973 г. Общая площадь золоотвала – 144,41 га (Рис.1) [2].



Рис. 1. Золотоотвалы ТЭЦ-2и ТЭЦ-3

Почвы в районе расположения золоотвала представлены выщелоченными и деградированными черноземами. Почвенный покров на площадке золоотвала Новосибирской ТЭЦ-3 полностью нарушен [2].

Золоотвал расположен на расстоянии ~0,7–1,0 км от р. Обь. С северо-восточной стороны на расстоянии ~50–200 м от золоотвала протекает протока Малая Затонская. С северной стороны от золоотвала на расстоянии ~160 м расположено оз. Ленково. [2]. Золоотвал расположен в близости к жилым и водным объектам. В сухую, теплую погоду наблюдается пыления золоотвала, что негативно влияет на окружающую среду.

Цель исследования: определить методы и стратегию формирования рекреационной зоны путем использования нарушенных городских земель на примере территории золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3.

Материалы и методы исследования

В процессе изучения проблемы были выделены следующие методы восстановления территорий:

- – рекультивация нарушенных территорий;
- – ландшафтная реконструкция нарушенных территорий;
- – архитектурно-ландшафтная реконструкция нарушенных территорий.

Метод рекультивации – это восстановление нарушенных земель. Рекультивации подлежат все земли, которые утратили свою продуктивность и «деградируют». Это дорогостоящий, технически сложный и долгосрочный процесс.

Различают три этапа рекультивации нарушенных территорий: подготовительный, технический, биологический. Подготовительный этап – это исследование, классификация нарушенных земель, изучение их природных свойств, определение характера их последующего использования, составление технико-экономического обоснования, планов, рабочих проектов. Техническая рекультивация — это подготовка нарушенных территорий для различных видов использования. Работы включают в себя вертикальную планировку, снятие, транспортировку и внесение плодородного слоя почв на восстанавливаемые земли, формирование рельефа, подготовку участков для освоения. Биологический этап заключается в восстановлении нарушенных земель путем выращивания сельскохозяйственных культур или посадки древесных пород.

Ландшафтный метод – метод восстановления, ориентированный на создание ландшафтно-рекреационных объектов. Парки на реабилитированных территориях имеют свою специфику, связанную прежде всего с характером прежнего промышленного использования участка и специфическими требованиями к рекультивации техногенного ландшафта. Выемки часто используются под искусственные водоемы, а насыпи преобразуются для возведения сооружений и приспособляются для новых насаждений. Подготовка нарушенного рельефа под спортивные и зрелищные сооружения (амфитеатры,

спортивные площадки) подчиняется определенным техническим и геологическим требованиям.

Проекты таких территорий предусматривают геопластику – пластическое моделирование рельефа, высадку растений, проведение коммуникаций, создание искусственных озер, бассейнов в котлованах, подпорных стенок, малых архитектурных форм. Цель использования перепрофилированных территорий – отдых, тематические сады (ботанический, скульптур и т.д.) [3].

Результаты

После изучения методов можно предложить несколько сценариев развития данной территории:

- – использовать в сельскохозяйственных целях;
- – использовать в рекреационных целях;
- – создание жилой и общественной зоны;
- – оставить промышленную функцию территории.

Проведя анализ прилегающей территории к территории золоотвалов ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 прослеживается дефицит рекреационной зоны.

Выбрав ландшафтный метод восстановления территории, можно предложить стратегию развития и применить общий метод рекультивации к стратегии развития территории золоотвалов.

Подготовительный этап: определение золоотвала пригодным к биологической рекультивации и другим способам использования, определение состава пород, геологического строения, прогноз динамики гидрогеологических условий), составление технико-экономического обоснования, рабочих проектов, планов: план организации работ, разбивочный план, план озеленения, план благоустройства, план организации рельефа, план инженерных сетей.

На этапе технической рекультивации следует выполнить: расчистку территории, вертикальную планировку снятие, транспортировку и внесение плодородного слоя почв на восстанавливаемые земли, формирование рельефа для будущей рекреационной зоны. Реализация заложенной в проекте геопластики территории,

На биологическом этапе следует выполнить высадку деревьев согласно проекту для будущей рекреационной зоны.

Затем следует разместить малые архитектурные формы, оборудование согласно проекту – тем самым применив ландшафтный метод.

Заключение

Применив метод рекультивации совместно с ландшафтным методом, мы можем получить уникальную рекреационную зону, которая станет привлекательным местом для гостей и жителей города. Перепланировка нарушенных территорий должна быть максимально индивидуальной, так как любое рассматриваемое место обладает своими особенностями.

Список литературы

1. Ермолова В.А. Обоснование промышленной безопасности золоотвалов: выпускная квалификационная работа бакалавра: 18.03.02. – Красноярск : СФУ, 2017. – 66 с.
2. Приказ «Об утверждении заключения экспертной комиссии государственной экологической экспертизы проекта технической документации «Материал золошлаковый, получаемый в результате деятельности Новосибирской ТЭЦ- АО «СИБЭКО» от 9 апреля 2021 № 382/ГЭЭ // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования.
3. Васильев Н. В. Реабилитация антропогенных территорий как способ сохранения индустриального наследия // Баландинские чтения. – 2020. – Том XV. – С. 29–36.

Актуальность реновации детских оздоровительных лагерейА.А. Студницкая

Научный руководитель: доцент, к.арх.н. В.И. Коренев
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: nastya.studnitskaya@mail.ru

Renovation of children's health campsA.A. Studnitskaya

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D. V.I. Korenev
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003
E-mail: nastya.studnitskaya@mail.ru

Abstract. *The article is devoted to an analysis of the current state of children's recreation institutions, as well as the relevance of their renovation in modern conditions.*

Key words: *children's camps, renovation, buildings, restoration.*

Введение

В обществе на сегодняшний день являются актуальными вопросы воспитания поколения, ведь дети – это будущее. Поэтому сегодня значимой задачей является воспитание в будущем поколении нравственной и моральной устойчивости, а также духовных ценностей. Этому должны способствовать новые подходы в процессе обучения и воспитания. Детские каникулы в таком случае должны быть тщательно спланированы ведь они являются частью воспитательного, образовательного и оздоровительного процесса. Целью данного исследования – является проведения анализа существующего состояния сферы детского отдыха.

Экспериментальная часть

Чтобы комплексно оценить состояние и все изменения в системе детских учреждений отдыха необходимо обратиться к истории создания пионерской организации, начиная с 19 мая 1922 года, в СССР широкое распространение получает проектирование и строительство детских оздоровительных лагерей. Все изменилось с распадом Советского союза и для пионерских лагерей настали непростые времена, так как вся система в советский период детского отдыха была завязана на деятельности предприятий и организаций от профсоюзов, оказалась разрушенной. Ряд этих событий повлек за собой передачу большинства детских лагерей в собственность муниципалитетов. Это же в свою очередь привело к упадку материально-технической базы детских лагерей, закрытию или перепрофилированию [1].

На сегодняшний день в нашей стране сложилась классификация детских лагерей по разным признакам (таблица 1) [2].

Таблица 1

Классификация учреждений детского отдыха

Признак	Виды
По целям	коммерческие, некоммерческие
Организационно-правовая форма	некоммерческие организации, коммерческие организации, ведомственные, муниципальные
По локализации	городские, загородные
По условиям пребывания	стационарные, временно-приспособленные
По основному назначению	оздоровительные, специализированные
По типу реализации	детский оздоровительный лагерь (дол), детский оздоровительный лагерь санаторного типа (дсол), детский санаторий, семейный

	санаторий, лагерь дневного пребывания., детский оздоровительный центр (доц), центр детского туризма
По профилю	лечебно-оздоровительные, спортивно-оздоровительные., оборонно-спортивные и гражданско-патриотические, образовательные, тематические, туристические, труда и отдыха, семейные лагеря
По направлению деятельности смены	комплексные, профильные, тематические
По месту проведения	стационарные, палаточные, выездные
По времени пребывания	круглосуточные, дневные, выходного дня
Период действия	круглогодичные, сезонные, выходного дня

Невзирая на многообразие вариантов детского отдыха, ситуацию в нашей стране нельзя назвать простой, так как количество детских учреждений отдыха с каждым годом снижается.

Результаты

В рамках исследования был проведен анализ для определения изменения количества действующих детских оздоровительных лагерей на территории РФ с 2014 по 2023 годы. Согласно полученным данным «Федеральной службы государственной статистики» и данных подготовленных “*BusinessStat*” [3], собранных и представленных в таблице 2, можно сделать вывод что за 9 лет начиная с 2014 года по 2023 год, количество детских лагерей в 2014 году по территории РФ составляло 47 тыс., а в 2023 году это значение упало до 39 тыс. Однако данные показатели включают в себя и лагеря дневного пребывания. Также следует подчеркнуть период с 2020 по 2021 годы, так как пандемия *COVID-19*, усугубила систему детского отдыха из-за вынужденных ограничений, а в 2021 году только некоторые лагеря и базы отдыха смогли выполнить необходимые требования Роспотребнадзора на период продолжения пандемии. В целом динамику снижения можно объяснить окончанием срока эксплуатации объектов и нехваткой ново возводимых объектов.

Таблица 2

Количество учреждений детского отдыха на территории РФ с 2014 - 2023 гг.

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Количество учреждений, (тыс.)	47,7	45,8	45,2	44,3	43,2	42,5	12,2	37,5	43,5	39,8

В настоящее время выделяется ряд проблем, которые сдерживают развитие по организации детского отдыха в РФ: устаревшая материально-техническая база детских оздоровительных лагерей; инфраструктура развивается неравномерно, с точки зрения территориального расположения; отсутствия финансирования; стоимость путевок в детские оздоровительные лагеря; отсутствие или несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы по проектированию; типовые программы проведения смены; низкая квалификация кадров.

Эти проблемы не новы, многие из них подтверждаются СМИ, докладами Роспотребнадзора и выступлениями политическими и общественными деятелями. В 2010 году Б.В. Грызлов высказался о проблеме сохранения детских лагерей отдыха, в мае 2017 году также освещал этот вопрос председатель правительства России Д.А. Медведев. В 2014 году по итогам проведения опроса в Москве, результаты показали, что 91 % респондентов высказали мнение о необходимости улучшения лагерей загородного стационарного типа. Начиная с 2020 года начинает формироваться единый реестр организаций отдыха детей. Для получения права на работу необходимо попасть в реестр и иметь разрешения на работу от всех органов власти, которые осуществляют надзор в области. А с 2021 года вводится программа детского туристического кешбэка, позволяющая вернуть половину стоимости путевки, программа была введена во время пандемии и к 2023 году действовать перестала. Несмотря внедряемые программы по данному вопросу, не затрагивалась проблема с устаревшей материально-

технической базой детских лагерей. Однако в 2023 году И.Э. Файзуллин министр строительства и ЖКХ РФ, высказался о реализации федеральной программы по восстановлению и строительству учреждений детского отдыха до 2030 года, с использованием типовых проектов и быстровозводимых конструкций. Также в 2023 году «Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства российской федерации» разработало СП «Детские оздоровительные лагеря. Правила проектирования», в связи с отсутствием нормативных документов, регламентирующих вопросы проектирования и строительства организаций детских лагерей.

Невзирая на ряд проблем, существующих в этой сфере, из-за увеличения рождаемости, возрастает и потребность у родителей в развитие детей. Спрос у родителей по организации детского летнего отдыха, доказывает проведенный анализ, представленный в таблице 3. В 2014 году количество отдохнувших детей составило 4,8 млн. человек, а к 2023 году это значение уже составило 5,2 млн. человек [3]. В данные показатели также включены и площадки дневного пребывания на базе образовательных учреждений, которые в свою очередь не смогут стать заменой стационарным лагерям.

Таблица 3

Количество отдохнувших в учреждениях детского отдыха с 2014 - 2023 гг.

Годы	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Всего, (млн. чел.)	4,8	4,6	4,7	4,4	5,2	5,2	1,3	4,6	4,9	5,2

На данный момент подобные объекты чаще подвергаются ремонту как текущему, так и капитальному с восстановлением первоначальных технических характеристик объекта. При наличии финансирования и серьезного износа несущей способности конструкций применяется реконструкция, но в последнее время наблюдаются подходы по адаптации здания под современные нужды, без изменения параметров объекта, разрушения их целостности или сноса объекта, при помощи процесса реновации.

Термин «реновация» обозначает «обновление». Реновации – комплексный процесс, поэтому при восстановлении данных территорий он должен затрагивать не только восстановление зданий и сооружений на территории детских оздоровительных лагерей, но и включать в себя изменения по функциональному зонированию территории, ее благоустройству и интерьерному решению. В связи с этим процесс восстановления должен быть направлен на обновления существующего и базироваться на новых подходах к проектированию и благоустройству таких территорий. В те года существующие пространственно-планировочные решения отвечали запросам, но сейчас в существующей устаревшей пространственной структуре без ее модернизации не сформировать пространство, отвечающее современным направлениям развития. Поэтому важно разрабатывать новые подходы к восстановлению территорий детских оздоровительных лагерей.

Заключение

В результате проведенного исследования можно отметить, что в нашей стране сформирована инфраструктура детского отдыха, которая пока несовершенна и имеет ряд проблем, которые постепенно устраняются, но не имеют общего вектора развития для модернизации массовой застройки ДОЛ. Реновация детских лагерей позволит наиболее рационально использовать имеющиеся ресурсы площади территории создавая комфортную среду для отдыха.

Список литературы

1. Стратий П.В., Глаголева Д.А., Серов А.В. История возникновения и проектирования детских лагерей отдыха // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2019. – № 2 (47). – С. 122–134.

2. Оргина Е. В. Структура детского отдыха и основные показатели его развития // Вестник СГУТиКД. – 2011. – №. 2. – С. 16.
3. Фагина С. С. Молодежный туризм как вектор развития туристической отрасли // Материалы VI Международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Изд-во: Уральский государственный экономический университет, 2023. – С. 241-244.

УДК 727.3+725.85

**Спортивно-оздоровительный комплекс ТГУ в рамках концепции
«Томск – город-университет»**В.Ю. Терешенок

Научный руководитель: старший преподаватель, М.В. Артамонов
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003

E-mail: vlad_tereshenok@mail.ru**TSU Sports and Recreation Complex within the framework
of the "Tomsk – City-University" concept**V. Yu. Tereshenok

Scientific Supervisor: Senior lecturer, M.V. Artamonov
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: vlad_tereshenok@mail.ru

Abstract. *The result of designing a sports and recreation complex at Tomsk State University, made taking into account the current norms, rules and requirements, is presented. The project uses modern proposals for the sustainable development of the territory, taking into account the proposals of other companies for the development of the road transport structure and residential buildings. The projected object is filled with a number of functions: spectator, training, sanative, public and administrative. The applied urban planning, spatial planning and construction solutions offer ways to develop this territory.*

Key words: *project, architecture, sports and recreation complex, university.*

Введение

Уникальная ситуация заключается в том, что Томск является историческим поселением, в котором развито шесть университетов, играющих важную роль в жизни и развитии города. Важно отметить, что Томск носит названия «город студентов» или «студенческая столица». Необходимо развивать и предлагать идеи по внедрению объектов при университетах в городе, а не за его пределами или слишком удаленные от линии связи университетов, ведь запас площади территории вузов позволяет это сделать.

Проектируемая территория входит в состав концепции развития большого университета города, поэтому есть потребность в предложениях по формированию данного участка. Проект показывает организацию территории с внедрением необходимых функций, учитывает предложения других компаний по развитию дорожно-транспортной и жилой структуры. Консолидации усилий вузов и НИИ получили поддержку государства на строительство межвузовского кампуса, в состав предложений которого может войти данный проект. Также проект является одним из примеров воплощения концепции «Томск – город-университет», реализуемой в рамках программы «Приоритет 2023».

Целью данного проекта является создание спортивно-оздоровительного комплекса, но ориентированного не только на студентов Томского государственного университета, а с возможностью доступа студентов всех шести вузов и жителей города. Такая философия повысит общественную отдачу в виде человеческого капитала и финансовый рост города.

Экспериментальная часть

Перед началом проектирования был проведен анализ территории, на основе данных которого производилась дальнейшая разработка проекта. Анализ градостроительного атласа города Томска показал, что территория проектирования ограничена с севера ул. Аркадия Иванова, с северо-запада общежитием ТГУ «Маяк», с востока пер. Озерным, на юго-западе

граничит с руслом реки Томь. На проектируемой территории располагается стадион ТГУ. Так же на основе данных, содержащихся в атласе, был выполнен опорный план [1].

При исследовании чертежа функционального зонирования генерального плана Томска, было выявлено, что проектируемая территория располагается в зоне спортивных комплексов и сооружений. Это подтверждает проектирование спортивно-оздоровительного комплекса ТГУ в данном месте.

Также в процессе анализа было выявлено, что проектируемая территория входит в состав план-схемы университетского комплекса ТГУ и является частью концепции градостроительного развития территории кампуса Томского государственного университета.

Для определения спортивных функций проектируемого объекта был произведен анализ спортивных объектов в городе Томске [1, 2], который показал необходимость наличия бассейна, многофункциональных залов и трансформируемой ледовой арены (рис. 1).

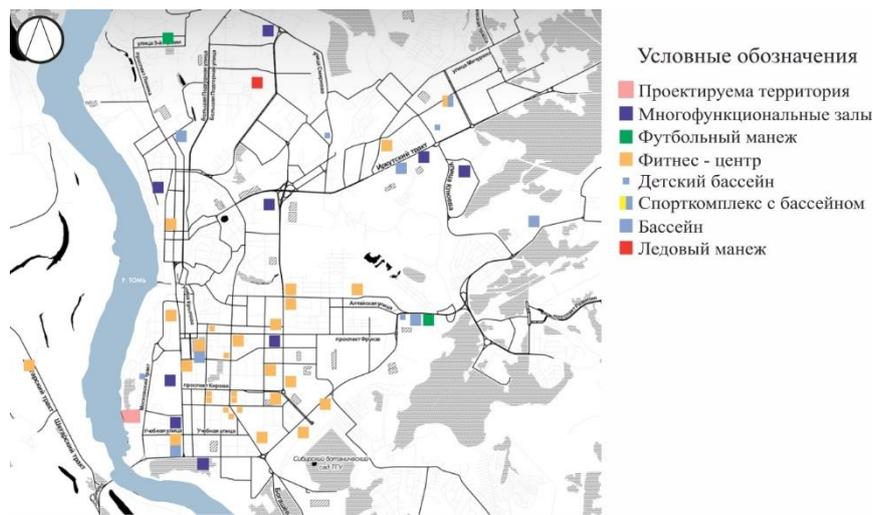


Рис. 1. Анализ спортивных объектов в г. Томске

В ходе работы было проведено исследование рельефа, почвенного покрова и площади территории проектирования. Площадь территории составляет 5,3 га. Рельеф пологий, углы наклона не превышает 2° . Обеспечивается необходимый доступ к проектируемому объекту. Исходя из анализа почвы, было выявлено, что на территории преобладают суглинки.

Результаты

В состав проекта входит: главное здание спортивно-оздоровительного комплекса, административное и обслуживающее здания с открытыми трибунами, стадион, площадь перед главным входом, открытая и крытая автостоянки. Главное здание комплекса включает в себя: зрительную, тренировочную, оздоровительную, общественную и административно-бытовую функции [3–5]. Доминантой всего комплекса является зрительный блок (рис. 2). Для автономной работы функциональных блоков организовано несколько входных узлов, оборудуемых пандусами и подъемниками [6, 7]. Обеспечены необходимые пожарные проезды и доступ пешеходов и транспорта [7].

Архитектурно-художественный образ отображает движение в виде волны, опорой для данной идеи послужила река Томь. Главными фасадами здания являются восточный и западный. Западный фасад направлен на набережную реки, является визитной карточкой всего комплекса, так как виднеется даже с другого берега. Очертание волны в нем задают три ритмично расположенных модульных блока с тренировочной функцией и зрительный блок. Восточный фасад направлен на главную площадь, движение волн задается более сложное, его определяют: главный вход, оздоровительный и зрительный блоки, административное здание с открытыми трибунами (рис. 3).



Рис. 2. Генеральный план спортивно-оздоровительного комплекса ТГУ



Рис. 3. Видовая точка на восточный фасад спортивно-оздоровительного комплекса ТГУ

Заключение

В данной работе проведен анализ территории проектирования и представлен проект спортивно-оздоровительного комплекса ТГУ, который обеспечивает возможность доступа студентов всех шести вузов и жителей города. На примере проекта показано, что в дальнейшем вся инфраструктура Томских вузов может стать более открытой и доступной для всех. Также проект является примером реализации концепции «Томск – город-университет» и подходит для вхождения в состав межвузовского кампуса, как общий межвузовский спортивно-оздоровительный комплекс.

Список литературы

1. Градостроительный атлас города Томска: [сайт]. – URL: <https://map.admtomsk.ru>
2. 3D-карта города Томска // Официальный портал МО «Город Томск». – 2020. [сайт] – URL: admin.tomsk.ru
3. СП 383.1325800.2018. Комплексы физкультурно-оздоровительные. Правила проектирования. – Москва: Стандартинформ, 2018. – 29 с.
4. СП 332.1325800.2017. Спортивные сооружения. Правила проектирования. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 151 с.
5. СП 118.13330.2022. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009. – Москва: ФГБУ «РСТ», 2022. – 61 с.
6. СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. СНиП 35-01-2001. – Москва: Стандартинформ, 2021. – 85 с.
7. СП 1.13130-2020. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 60 с.

УДК 72.03

**Становление и развитие неоклассицизма в городе Екатеринбург (Свердловск)
на примерах работ архитектора Голубева Георгия Александровича**

Ж.Э. Уморина

Научный руководитель: профессор, к.арх.н. М.В. Голобородский
Уральский государственный архитектурно-художественный университет им. Н.С. Алфёрова
Россия, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 23, 620075

E-mail: umorina87@yandex.ru

**The formation and development of neoclassicism in the city of Yekaterinburg (Sverdlovsk)
on the examples of the works of architect Golubev Georgy Alexandrovich**

J.A. Umorina

Scientific Supervisor: Prof., Ph.D., M.V. Goloborodsky
Ural State University of Architecture and Art named after N.S. Alferov, Russia, Ekaterinburg, Karl
Liebknechta st., 23, 620075

E-mail: umorina87@yandex.ru

Abstract. *A study on the topic of style formation in the architecture of the city of Sverdlovsk in the 1930s-50s. The periods of the formation of the neoclassicism style are considered using examples of the works of architect Golubev Georgy Alexandrovich. The stylistic features of the application of this style in the architecture of the Urals are revealed. The importance of preserving these sites for the cultural heritage of the region is highlighted. The analysis of the influence of neoclassical architectural objects on the appearance of urban development is carried out.*

Keywords: *architecture, neoclassicism, Yekaterinburg, Sverdlovsk, Golubev*

Введение

Вопросом стилеобразования в архитектуре города Свердловска в 1930–50 годов занимались многие исследователи: Алфёров Н.С., Бердников Н.Н., Звагельская В.Е., Заикин Г.С., Смирнов Л.Н. и др. Написаны диссертационные исследования близкие к этой теме, такие как «Структура композиционного мышления в творчестве архитектора Г.А. Голубева» Смирнова А.С. и «Неоклассицизм в архитектуре Свердловска: 1930-1950 гг.» Иовлевой Е.В. и др. В этих работах описана стилевая эволюция города Свердловска от модерна и классицизма через конструктивизм к авангарду. Так в своей монографии «Архитектура Екатеринбурга-Свердловска в период постконструктивизма: от конструктивизма через стилистику арт-деко к неоклассике (1934-1938)» Смирнов Л.Н. описывает понятие эклектика как широкое направление в архитектуре, включающее в себя частично развитие стиля арт-деко, который на Урале модифицируется в рациональный арт-деко, включающий неоклассицизм, который в свою очередь может иметь разделение на ампиризм и палладианский стиль [1–3].

В работах архитектора Голубева Георгия Александровича много стилевых направлений. Его считают представителем «Свердловского конструктивизма», т. к. этот стиль был широко применяем в 1930–50 годах, но есть среди работ этого архитектора и такие, которые можно отнести к стилям протоконструктивизм, классицизм, неоклассика.

Голубев Георгий Александрович – член Уральского общества современных архитекторов с 1933 года, член союза Советских Архитекторов с 1935 года. Стал главным архитектором Свердловска с 1936 года и проработал в этой должности до 1942 года. Родился в Таганроге, получал образование в Тифлисе и Петербурге того времени. Его работы есть по всей России, и в Москве, и в Санкт-Петербурге и других городах. Был приглашен в город Свердловск в 1926 году для проектирования медицинских зданий. Так среди его проектов есть такие объекты как: детский туберкулезный санаторий и лесная школа на Агафуровских дачах,

Медгородок на пересечении улиц Ясная-Волгоградская, больница в «Зелёной Роще» на улице Большакова, здание Медицинского Института на улице Репина, здание терапевтического отделения Городской больницы города Свердловска на Виз-Бульваре [4].

Экспериментальная часть

В проекте больницы у «Зелёной Роще» на улице Большакова применялись элементы декора на фасадах и в интерьерах в стиле неоклассицизм. Так арочная система окон на верхних этажах, балконы с колоннами, завершающимися капителями композитного ордера, ограждения с балясинами в классическом стиле. Планировка здания имеет горизонтальные членения и членения на корпуса, что часто использовалось в стиле конструктивизма. Таким образом этот архитектурный объект является результатом синтеза двух стилей в архитектуре. Здание больницы занимало большую площадь и было расположено в центре города рядом с «Зелёной Роще», что благоприятно сказывалось на состоянии здоровья пациентов. Перед фасадом здания располагалась широкая аллея с прогулочной зоной, разделяющая территорию больницы и жилую застройку. Впечатляющие экстерьеры этого архитектурного объекта привлекали кинематографистов и в 2011 году был снят фильм «Титаник у Зелёной Рощи» [5].



Рис. 1. Фасад здания больницы у «Зелёной Роще» на улице Большакова, Свердловск 1940 год



Рис. 2. Интерьеры здания больницы у «Зелёной Роще» на улице Большакова, Свердловск 1940 год и Екатеринбург 2022 год

Результаты

Проекты архитектора Голубева Георгия Александровича по реконструкции здания Горсовета на площади 1905 года и проект реконструкции и рефункционализации здания управления НКВД по Свердловской области на улице Ленина выполнены по схожим принципам (Рис. 3). Сохранения линейной планировки с горизонтальными членениями и дополнение фасадной части и интерьера декором в стиле неоклассики [6].



Рис. 3. Здания Горсовета на площади 1905 года и проект реконструкции и рефункционализации здания управления НКВД по Свердловской области на улице Ленина

Заключение

Архитектура города Свердловска многогранна в стилевых направлениях. Между этапами строго применения одного стиля в архитектуре присутствует переходный этап, отражающий синтез стилей своего времени. Так работы архитектора Голубева Георгия Александровича являют собой эксперимент по совмещению неоклассики и конструктивизма. Эти здания стали памятниками архитектуры и являются важным элементом архитектуры города Екатеринбурга (Свердловска).

Список литературы

1. Алфёров Николай Семенович (1917–1982.). Зодчие старого Урала. Первая половина XIX в. [Текст]. – [Свердловск]: [Кн. изд-во], [1960]. – 215 с.
2. Бердников Николай Никифорович. Город в двух измерениях [Текст]: Очерки журналиста Н.Н. Бердникова о старом Екатеринбурге и соврем. Свердловске, об изменениях, которые произошли в городе за годы Сов. власти / Обществ. редкол.: д-р ист. наук А.Г. Козлов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – Свердловск : Сред.-Урал. кн. изд-во, 1979. – 112 с.
3. Смирнов Л.Н. Архитектура Екатеринбурга-Свердловска в период постконструктивизма: от конструктивизма через стилистику арт-деко к неоклассике (1934-1938) : монография / Л.Н. Смирнов. – Екатеринбург : Изд-во УрГАХУ, 2023. – 124 с.
4. Смирнов А.С. Структура композиционного мышления в творчестве архитектора Г.А. Голубева: дис. ... кандидата архитектуры: 18.00.01. – Екатеринбург: Ур. гос. архитектур.-худож. акад, 2006. – 19 с
5. Свечкин Д. Больница в «Зелёной Роще» - Изображение: электронное // ural.kp.ru: [сайт]. - URL: <https://www.ural.kp.ru/daily/27475/4682612/> (дата обращения 10.04.2024).
6. Токменинова Л. Все работы архитектора Голубева - Изображение: электронное // tatlin.ru: [сайт]. - URL: https://tatlin.ru/shop/architektor_georgij_golubev_osnovnye_proekty_i_postrojki_1907-1949-plakat (дата обращения 10.04.2024).

**Оценка влияния углеродно-нейтрального строительства на окружающую среду
в нефтегазохимической промышленности: преимущества и вызовы**Д.А. Белов

Научный руководитель: доцент, к.т.н. А.А. Колядко

Тюменский индустриальный университет

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

E-mail: bda_2001@mail.ru**Assessing the environmental impact of carbon-neutral construction in the oil and gas
chemical industry: benefits and challenges**D.A. Belov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., PhD. A.A. Kolyadko

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

E-mail: bda_2001@mail.ru

Abstract. *This article examines the environmental impact of carbon-neutral construction in the petrochemical industry. The benefits and challenges the industry faces as it transitions to more environmentally friendly construction methods are analyzed. A methodology for assessing the impact of carbon-neutral construction before and after its implementation is presented, as well as research results demonstrating the impact on various aspects of the environment.*

Key words: *nanotechnology, carbon-neutral construction, petrochemical industry, ecology, energy-efficient materials.*

Введение

Углеродно-нейтральное строительство является одной из важнейших стратегий для сокращения выбросов парниковых газов, что является ключевым фактором для защиты окружающей среды. В нефтегазохимической промышленности, где производство и потребление энергии являются значительными, углеродно-нейтральное строительство может иметь значительное влияние на улучшение экологической ситуации в этом секторе – снижение вредных выбросов и достижения устойчивого развития [1].

Вопрос углеродной-нейтральности затрагивался в исследовательских работах ученых Измайлова М.К., Косова Ю.А., Канунникова А.А., Мязина С.А., Заборова Д.Д., Мастепанова А.М., как вектор развития всех стран на ближайшие 50 лет. Так, в научной статье Лебедева И. М. оценен углеродный след зданий и предложены практические рекомендации по снижению выбросов в процессе строительства и эксплуатации. Ученый видит осуществление данного перехода к углеродной-нейтральности в рамках «зеленых» технологий. А всемирный совет по устойчивому развитию (WBCSD) представил на очередном совете отчет, в котором представлены лучшие практики по углеродно-нейтральному строительству в различных отраслях, включая нефтегазохимическую [2].

Экспериментальная часть

В рамках методологии научной работы выступил анализ научной литературы по вопросам углеродно-нейтрального строительства в нефтегазохимической промышленности, его синтез. Проведена сравнительная оценка традиционных технологий и перспективных в рамках снижения углеродного следа по различным параметрам.

Для проведения анализа влияния углеродно-нейтрального строительства на окружающую среду была использована методология сравнительного анализа параметров загрязнения до и после внедрения новых технологий. Были рассмотрены исследования по выбросам вредных веществ, водопользованию, использованию ресурсов [3].

Результаты

Доля выбросов парниковых газов в различных областях, в том числе и в промышленном секторе представлена на рис. 1.

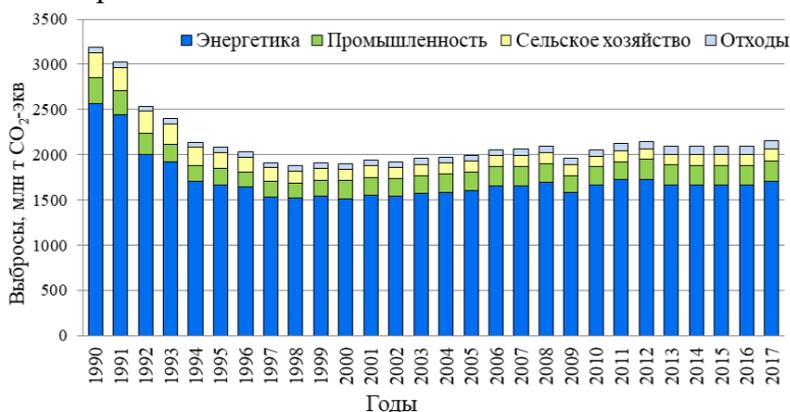


Рис. 1. Доля выбросов парниковых газов по секторам

После проведения оценки возможных путей перехода к углеродной нейтральности сравнения традиционных путей было установлено, что использование биомассы как источника в биоэнергетике имеет большие перспективы, так как наблюдается экологический эффект от применения в химической промышленности (рис. 2) [4].

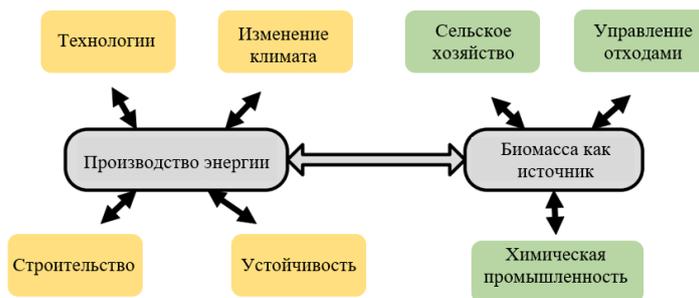


Рис. 2. Традиционная энергия и области применения биоэнергетики

По результатам исследований углеродного следа на промышленных предприятиях была разработана схема углеродного баланса классических источников и биоисточников (рис. 3).

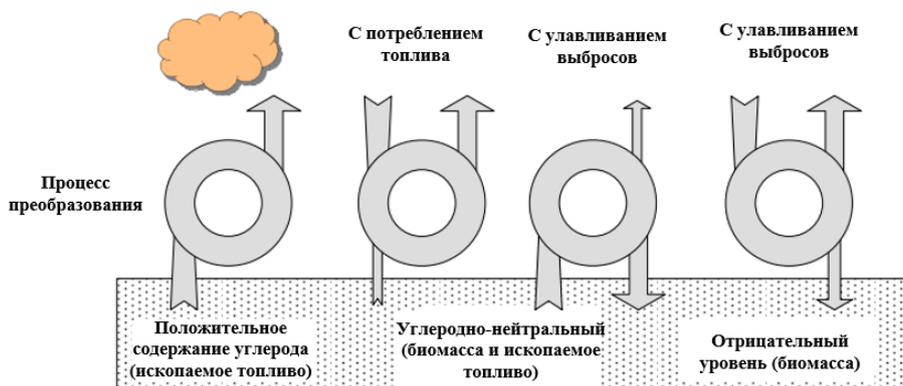


Рис. 3. Схема углеродного баланса классических источников и биоисточников

Сравнительный анализ актуальных технологий, которые могут быть использованы для реализации углеродно-нейтрального строительства в нефтегазохимической промышленности показаны в таблице 1 [5].

Анализ параметров и технологии для перехода к углеродной-нейтральности

Технология	Характеристика	Параметры	Недостатки	Преимущества и возможности
Энергоэффективные материалы и конструкции	Использование материалов с низким углеродным следом и оптимизированных конструкций, переход к индустрии 4.0	Уровень теплопроводности, коэффициент отражения, воздухопроницаемость	Увеличение первоначальных затрат	Снижение потребления энергии и выбросов парниковых газов
Возобновляемые источники энергии	Внедрение солнечных панелей, ветрогенераторов – в рамках бережливого производства	Мощность, площадь установки, тип источника	Увеличение первоначальных затрат, зависимость от погодных условий	Снижение зависимости от ископаемого топлива и выбросов парниковых газов
Умные системы управления	Использование систем управления зданием для оптимизации потребления энергии и других ресурсов	Функциональность, интеграция с другими системами, возможности мониторинга	Увеличение первоначальных затрат, необходимость в квалифицированном персонале	Снижение потребления энергии и эксплуатационных расходов
Системы рекуперации воды	Сбор и повторное использование дождевой воды или сточных вод для различных целей	Объем резервуара, тип системы очистки, качество воды	Увеличение первоначальных затрат, необходимость в очистных сооружениях	Снижение потребления технической воды и сброса сточных вод
Биофильные элементы	Интеграция зеленых крыш, вертикальных зеленых насаждений и других биофильных элементов в дизайн зданий.	Тип насаждений, площадь озеленения, система орошения	Увеличение первоначальных затрат, необходимость в уходе	Улучшение качества воздуха, создание более комфортной среды для людей.

Таким образом, развитие углеродно-нейтрального строительства в нефтегазохимической промышленности имеет большой потенциал для улучшения экологической устойчивости этого сектора. Для преодоления вызовов необходимо разработать механизмы поддержки.

Список литературы

1. Парфирьева Е.Н., Пантелева Ю.В. Перспективы развития мирового нефтегазохимического комплекса // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 12. – С. 177–181.
2. Глинская М.В. Стратегические интересы России в сфере международной энергетической безопасности // Мировая экономика в XXI веке: глобальные вызовы и перспективы развития. – 2018. – С. 20–22.
3. Кузнецов С.В., Миллер А.Е., Давиденко Л.М. Перспективы развития технологической интеграции: региональный аспект // Проблемы прогнозирования. – 2019. – № 1 (172). – С. 23–32.
4. Брагинский О.Б. Стратегия развития мировой нефтегазохимической промышленности // НефтеГазоХимия. – 2015. – № 2. – С. 10–15.
5. Башаров М.М., Лаптев А.Г. Энергосбережение и энергоэффективность на объектах промышленной теплоэнергетики в нефтегазохимическом комплексе // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2014. – № 4. – С. 7–18.

УДК 624.016

**Проверка прочности и устойчивости существующей дымовой трубы
высотой 120 м на сейсмические нагрузки**

Д.М. Бурасов

Научный руководитель: профессор, к.т.н. А.П. Малиновский
Томский государственный архитектурно-строительный университет

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

E-mail: 182540@mail.ru, kaf_sm@tsuab.ru

**Checking the strength and stability of an existing chimney with
a height of 120 m for seismic loads**

D.M. Burasov

Scientific Supervisor: Prof., PhD. A.P. Malinovsky

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

E-mail: 182540@mail.ru, kaf_sm@tsuab.ru

***Abstract.** Checking the strength and rigidity of the elements of the existing metal frame of the chimney, taking into account the seismic load*

***Keywords:** a chimney, a seismic load*

Введение

В последние годы происходит активное обновление строительных норм и правил, а также сводов правил по проектированию и строительству. Регулярно уточняются методики расчетов, значения нагрузок и воздействий, конструктивные требования к конструкциям и сооружениям.

В 2018 г. в Республике Казахстан был введен новый норматив [1]. В результате уточнения карт общего сейсмического зонирования территории республики, ряд районов и населенных пунктов оказались в сейсмоопасных зонах, которые ранее таковыми не считались. В связи с изменением нормативной базы потребовалась оценка надежности существующих зданий и сооружений для обеспечений сейсмической безопасности.

Расчетная часть

Согласно [2] ряд территорий Восточно-Казахстанской области оказались в зонах, в пределах каждой из которых потенциальная сейсмическая опасность принята постоянной и характеризуется целочисленными баллами по шкале MSK-64 – 7 и 8 баллов.

В одной такой зоне (8 баллов) находится дымовая труба высотой 120 м и диаметром 3,0 м для водогрейной котельной, которая была построена в 80-х годах прошлого века и запроектирована в виде стального несущего каркаса с газоотводящим стволом из стали.

Несущий каркас принят трехгранным с одним переломом граней по высоте и с ромбической решеткой. Основные несущие элементы каркаса приняты трубчатого сечения из электросварных труб. Балки площадок приняты из прокатных профилей.

Газоотводящий ствол запроектирован из стального листа толщиной 8 мм с отм. +15,300 и выше диаметром 3,0 м, ниже отм. +15,300 диаметром 3,4 м. Газоотводящий ствол разделен на шесть монтажных участков, которые подвешиваются на балки опорных площадок на отм. +20,200, +37,200, +55,200, +75,200, +95,200, +115,200. Передача горизонтальных нагрузок от газоотводящего ствола на каркас осуществляется при помощи скользящих опор, расположенных на промежуточных площадках на отм. +28,200, +46,200, +65,200, +85,200, +105,200 и металлическую опору на отм. +4,950. Все участки газоотводящего ствола соединяются между собой при помощи сальниковых компенсаторов. В нижней части газоотводящего ствола предусмотрен бункер для сбора и разгрузки золы.

С двух диаметрально расположенных сторон к нижней части газоотводящего ствола диаметром 3,4 м примыкают четыре газохода по два газохода с каждой стороны, которые расположены друг над другом. Примыкание газоходов к газоотводящему стволу принято сальникового типа.

Опорные узлы несущего каркаса разработаны с отдельной передачей силовых воздействий на фундамент: сжимающая сила передается через опорную плиту, растягивающая сила через анкерные болты, горизонтальные усилия через закладные детали в фундаменте под дымовую трубу.

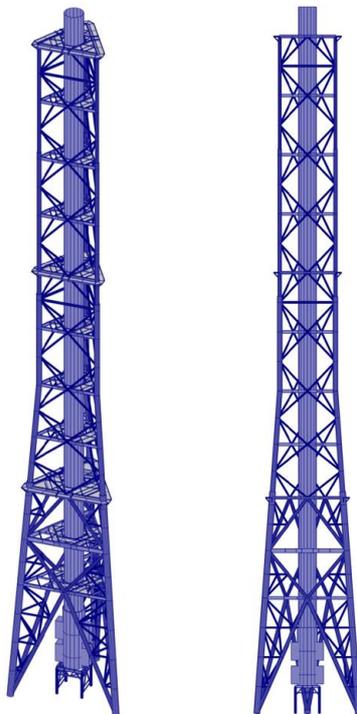


Рис. 1. Общая схема существующего каркаса дымовой трубы

Для оценки прочности и устойчивости вышеупомянутого каркаса был проведен поверочный расчет методом конечных элементов с помощью расчетного комплекса SCAD Office (релиз 21.1.9.11). Данный комплекс был использован потому, что в нем реализована необходимая и актуальная нормативная база по проектированию не только Российской Федерации, но и ряда зарубежных стран, включая Казахстан.

Поверочный расчет каркаса дымовой трубы был выполнен на основные и особые сочетания нагрузок, включающие следующие виды загрузок:

- L1 - собственный вес металлоконструкций каркаса, включая вес лестниц и ограждений;
- L2 - постоянная нагрузка от собственного веса утеплителя;
- L3 - ветровая нагрузка в направлении одной грани каркаса (III ветровой район);
- L4 - ветровая нагрузка в направлении параллельно грани каркаса;
- L5 - сейсмическая нагрузка в одном направлении (8 баллов, пиковое ускорение $0,2g$ м/с²);
- L6 - сейсмическая нагрузка в противоположном направлении.

Результаты

В результате выполненных расчетов методом конечных элементов было выявлено, что дополнительный учет сейсмической нагрузки приводит к увеличению напряжений и внутренних усилий в элементах каркаса дымовой трубы до 10 %. При этом максимальный коэффициент использования заложенных сечений по прочности и устойчивости (критические факторы при проверке: прочность при действии изгибающего момента,

устойчивость плоской формы изгиба, прочность при совместном действии изгибающего момента и продольной силы, устойчивость из плоскости изгиба при внецентренном сжатии) не превысил 94 %.

Также был проведен анализ соответствия объемно-планировочных и конструктивных решений существующей дымовой трубы необходимым требованиям по сейсмобезопасности. Согласно анализа, каркас трубы удовлетворяет критериям регулярности по высоте и в плане, первая и вторая формы собственных колебаний сооружения в плане не являются крутильными относительно вертикальной оси, максимальное и среднее значения горизонтальных смещений каждой опорной площадки по основным тонам собственных колебаний сооружения различаются между собой не более чем на 10 %, обеспечена однородность, симметричность и равномерность распределения масс в плане и по высоте.

Однако, согласно [3], для площадок с сейсмичностью 8 баллов максимально допустимая высота металлических каркасов не должна превышать 54 м, что значительно меньше, чем высота существующей дымовой трубы. Данное требование не позволяет считать существующее сооружение сейсмобезопасным и требует разработку Специальных Технических Условий (СТУ) по дальнейшей эксплуатации.

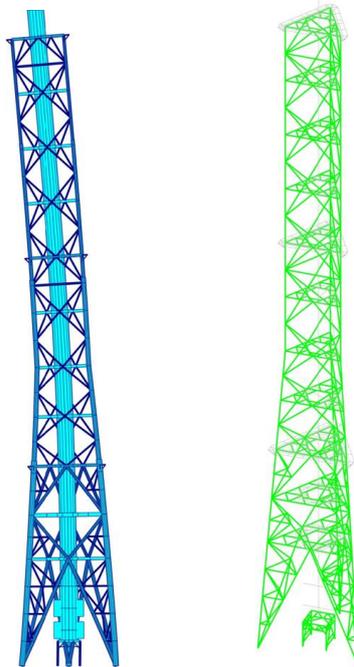


Рис. 2. Первая форма собственных колебаний и результаты поэлементной проверки элементов существующего каркаса

Заключение

В результате проведенных расчетов показано, что заложенные ранее конструктивные решения в каркасе дымовой трубы имеют определенный запас по прочности и устойчивости даже с учетом появления сейсмичности, но не соответствуют конструктивным требованиям при строительстве в сейсмических зонах. Поэтому для дальнейшей эксплуатации существующего сооружения требуется разработка СТУ.

Список литературы

1. СП РК 2.03-30-2017. Строительство в сейсмических зонах. – Астана : МИИР РК, 2017.
2. СНиП РК 5.04-23-2002. Стальные конструкции. – Астана : МИИТ РК, 2002.
3. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1987.

Высокопрочный инъекционный раствор с добавкой дисперсных частиц углеродаА.В. Демина

Научный руководитель: доцент, к.т.н. И.Г. Енджиевская
Сибирский федеральный университет,
Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 82А, 660041
E-mail: Nastia_95@mail.ru

High-strength injection solution with the addition of dispersed carbon particlesA.V. Demina

Scientific Supervisor: Assoc. Prof., Ph.D. I.G. Endzhievskaya
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 82A, 660041
E-mail: Nastia_95@mail.ru

Abstract. *The article presents the results of a study of the physical and mechanical properties of the injection solution and mortar mixture. As an additive, a water-coal suspension with nano- and submicron plate-shaped carbon particles from aluminum production waste was used. It has been established that in the mortar mixture, the additive of a water-coal suspension containing lamellar carbon particles of nano- and submicron dimensions acts as a stabilizing and water-retaining agent. Its use makes it possible to increase pumpability, increase the thickening time and reduce the stratification of the mortar mixture, thereby improving the "rheology". The presence of a coal-water suspension additive in a hardening cement system significantly increases the flexural strength and somewhat changes the kinetics of compressive strength gain during hydration.*

Key words: *high strength injection solution, fluorocarbon containing solution, dispersed carbon particles*

Введение

Инъекционные растворы находят применение в различных областях строительства, в таких как ремонтные, монтажные работы, цементация грунтов, крепление выработок и др. [1]. Высока потребность таких растворов для нужд различных промышленных предприятий, использующих технологическое оборудование, горной промышленности и т.д. Налицо важность восстановления функциональной пригодности этих объектов, в том числе и для возможности эксплуатации по двойному назначению, для чего необходимо проведение комплекса ремонтных мероприятий с применением новых строительных материалов (в том числе и для закрепления грунтов). Инъекционное закрепление грунтов цементирующими составами позволяет значительно улучшить технические характеристики оснований, что будет способствовать комплексному ремонту подземных сооружений. Инъекционные составы формируют в грунте прочные структурные связи, что способствует его упрочнению, уменьшая сжимаемость, водопроницаемость и чувствительность к колебанию параметров окружающей среды [2].

В подобных растворах очень много проблематичных моментов сочетания проектных требований. Высокая прочность приводит к большим расходам цемента и, соответственно, необходимость снижения В/Ц отношения, что приводит к сокращению времени загустевания, тогда как для обеспечения проходимости раствора по скважине необходимо его увеличение. Для набора высокой прочности (особенно при изгибе) необходим песок в крупных фракциях с включением отсевов дробления, а для обеспечения высоких реологических характеристик требуется мелкий песок, у которого высокая водопотребность, снижающая прочность затвердевшего раствора. Также необходимо оценивать оптимальное сочетание свойств закладочной смеси и физико-механических характеристик затвердевшего раствора [1-3].

Цель работы исследование физико-механических характеристик инъекционного раствора М400 с применением добавки углерода нано- и субмикронной размерности, полученной из

фторуглеродсодержащего отхода алюминиевого производства [4], для ремонтных работ через инъекционные скважины диаметром до 50 мм и длиной свыше 2500 мм.

Экспериментальная часть

В исследовании использовали разработанную и исследованную [4] добавку водоугольной суспензии (ВУС), содержащую частицы углерода нано- и субмикронной размерности пластинчатой формы, из фторуглеродсодержащего отхода алюминиевого производства, портландцемент ЦЕМ I 32,5 Н Красноярского цементного завода, заполнитель – кварцево-полевошпатовый песок месторождения пгт. Березовка с модулем крупности 2,53, суперпластификатор «МС-Techniflow 173» производства «МС-Vauchemie». В ходе исследования изготовлены образцы инъекционного раствора в форме балок размером 40×40×160 мм для определения прочности на сжатие и растяжении при изгибе. Содержание добавки ВУС в составе составило 0,01, 0,05 и 0,1 % углеродных частиц от массы цемента. Добавка ВУС – это водная суспензия, содержащая 0,0019 г/см³ сухого вещества, соответственно, расход воды в растворе снижали с учетом ее содержания в ВУС до одинакового В/Ц = 0,55 в исследуемых составах.

Результаты

В таблице 1 представлены результаты физико-механических испытаний растворной смеси и раствора образцов с добавкой ВУС 0,1% в сравнении с контрольным составом.

Таблица 1

Результаты физико-механических испытаний растворной смеси и инъекционного раствора

Определяемый показатель	НД на метод испытаний	Фактические значения (Контрольный образец К1)	Фактические значения (ВУС 0,01 %)	Фактические значения (ВУС 0,05 %)	Фактические значения (ВУС 0,1 %)
Свойства растворной смеси					
Подвижность по конусу растекаемости, см	ГОСТ 34532-2019	18,0 (П2)	18,5 (П2)	21,5 (П2)	18,5 (П2)
Водоотделение, %	ГОСТ 10181-2014	0,21	0,08	0,08	0,08
Угол наклона, ⁰	-	30,0	14,0	14,0	12,0
Время загустевания, мин	ГОСТ 34532-2019	55	60	60	60
Свойства раствора					
Плотность раствора на 2 сутки в естественной влажности, кг/м ³	ГОСТ Р 58767-2019	2120	2115	2124	2126
Плотность раствора на 28 сутки в естественной влажности, кг/м ³	ГОСТ Р 58767-2019	2108	2102	2112	2100
Усадка раствора, мм/м	ГОСТ 20910-2019	0,6	0,5	0,4	0,5

Обнаружено, что добавка ВУС меняет реологические свойства смеси, повышая связность, компенсирует водоотделение, что повышает динамическое сопротивление сдвигу раствора (помогает продвижению по инъекционной трубе) и дает возможность не применять стабилизирующую добавку.

Как видно из таблицы 1 добавка ВУС, содержащая пластинчатые частицы углерода нано- и субмикронного размера, позволяет оптимизировать усадку раствора. Это происходит за счет направленного структурообразования раствора, в частности за счет роста спиц-кристаллов гидросиликатов кальция.

Результаты испытаний прочности представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний прочности

Образец	Возраст, сут.	Среднее значение прочности на сжатие на образцах 40x40x160 мм, МПа	Растяжение при изгибе, МПа
Контрольный	2	27,5	1,75
	28	41,3	5,72
ВУС 0,01 %	2	26,7	1,89
	28	45,0	5,81
ВУС 0,05 %	2	25,2	1,85
	28	44,3	6,16
ВУС 0,1 %	2	25,9	2,65
	28	41,2	7,12

Испытание прочности в ранние сроки – 2 сут. – показало, что в образце с содержанием ВУС 0,1 % прочность при изгибе возрастает на 51,4 % относительно контрольного образца, а в возрасте 28 сут. на 24,0 %, в то же время прочность на сжатие на 28 сутки в образцах с содержанием ВУС 0,01 % и 0,05 % возросла менее значительно - на 9 и 7 % соответственно. Результаты определения прочности показали, что с повышением концентрации добавки ВУС, в процессе активной гидратации в ранние сроки происходит быстрый рост кристаллов, приводящий к внутренним напряжениям и микродефектам в структуре, и, соответственно, к некоторому снижению прочности на сжатие, но при дальнейшей гидратации происходит самозалечивание образованных дефектов и повышение характеристик.

Заключение

Установлено, что в растворной смеси добавка водоугольной суспензии содержащая пластинчатые частицы углерода нано- и субмикронной размерности выступает как стабилизирующая и водоудерживающая. Ее применение позволяет повысить перекачиваемость, увеличить время загустевания и снизить расслаиваемость растворной смеси, тем самым улучшая «реологию». Присутствие добавки водоугольной суспензии в твердеющей цементной системе значительно повышает прочность при изгибе и несколько изменяет кинетику набора прочности на сжатие в процессе гидратации.

Список литературы

1. Панарин И.И., Федюк Р.С., Выходцев И.А., Вавренюк С.В., Ключев А.В. Инъекционные растворы на композиционных цементах для закрепления грунтов // Строительные материалы и изделия. – 2023. – Т. 6, № 4. – С. 15–29.
2. Харченко И.Я., Панченко А.И., Пискунов А.А., Харченко А.И., Мирзоян М.М. Минеральные инъекционные смеси для строительства и эксплуатации подземных сооружений в условиях плотной городской застройки // Жилищное строительство. – 2020. – № 10. – С. 53–60.
3. Муртазаев С.А.Ю., Абуханов А.З., Исламов А.А. Метод улучшения оснований зданий и сооружений // Вестник Атырауского института нефти и газа. – 2010. – № 4. – С 267–270.
4. Демина А.В. Влияние добавки нано- и субмикронных частиц углерода на свойства цементного камня // Вестник ГГНТУ. Технические науки. – 2024. – Т. XX, № 1 (35). – С. 87–97.

УДК 622.692.23

**Совершенствование отечественных нормативных документов в части критериев
оценки осадок резервуаров: предложения и рекомендации**

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

**Improvement of national regulatory documents regarding criteria for assessing tank
settlement: suggestions and recommendations**

A.A. Kolyadko

Surgut 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 substantiates the need to change the requirements of Russian regulatory documents regarding the appointment of maximum settlements of tank bottoms. The relevance of the process of harmonization of the national regulatory framework with international standards is indicated. The developed recommendations on updating the requirements for the criteria for assessing the settlement of domestic tanks are presented.*

***Key words:** tank for storage oil, settlement, regulatory document.*

Введение

Существующие в России нормативные документы, регулирующие процессы проектирования, сооружения, ремонта и реконструкции резервуаров, требуют корректировки в части критериев оценки неравномерных осадок оснований. Новые исследования, проведенные учеными в этой области, указывают на необходимость обновления этих требований [1]. Кроме того, важно обратить внимание на гармонизацию российских нормативов с зарубежными документами. Мировые стандарты и рекомендации по определению предельных осадок оснований резервуаров содержат полезный опыт и передовые практики, которые следует учесть при обновлении национальных нормативов. Гармонизация также обеспечит согласованность в требованиях, что упростит взаимодействие с международными партнерами и обеспечит единые стандарты качества и безопасности. Процесс гармонизации позволит обеспечить более высокие стандарты безопасности, защиты окружающей среды и эффективного управления ресурсами нефтяной промышленности в России.

Экспериментальная часть

В рамках проведенного исследования были проанализированы как российские, так и зарубежные нормативные документы, касающиеся назначения предельных осадок оснований резервуаров для хранения нефти. Критерии оценки предельных осадок, представленные в актуальных российских нормативных документах [2, 3], разработаны для днищ резервуаров с толщиной 9 мм:

$$0,0154 \cdot d \geq S ,$$

где d – диаметр окружности, вписанной в зону осадки, мм; S – предельное значение осадки, мм. Однако, следует отметить, что до сих пор эксплуатируется значительное количество резервуаров с днищами толщиной 6 мм, это связано с использованием защитных лакокрасочных покрытий в прошлом. В связи с этим, требования к предельным осадкам, установленные в отечественных нормативных документах, требуют уточнения в зависимости от толщины листов днища. В европейских нормативах (British Standard 2654, Eurocode EN 14015) указано,

что максимальная величина осадки определяется проектной организацией. Такой подход позволяет обеспечить гибкость и адаптивность в определении предельной величины осадки, учитывая специфику каждого проекта и минимизируя риски возникновения проблем в будущем. Проектная организация, принимая на себя эту ответственность, обеспечивает высокий уровень профессионализма и качества выполнения работ по проектированию и строительству резервуаров. В Американском стандарте предусмотрены различные критерии оценки осадки днища, которые зависят от того, влияет ли осадка на работу стенки резервуара или нет. Если да, то максимально возможное значение осадки днища определяется на основе результатов проведения дополнительного анализа напряженно-деформированного состояния резервуара, если же нет, то с помощью формулы:

$$S = 0,185 \cdot d.$$

Такой подход демонстрирует важность комплексного анализа в обеспечении безопасности. Проведенный анализ и полученные ранее результаты [4] показывают, что для российских нормативных документов существует потребность в изменении подхода к назначению предельной осадки резервуаров, чтобы установить более реалистичные требования, отражающие реальные условия эксплуатации таких сооружений. Для этого ранее в работе [4] автором была разработана конечно-элементная модель резервуара РВС-20000 (рис. 1) и проведен численный эксперимент в программе ANSYS, в ходе которого были получены зависимости возникающих в конструкции резервуара напряжений от величины осадки и типоразмера днища.

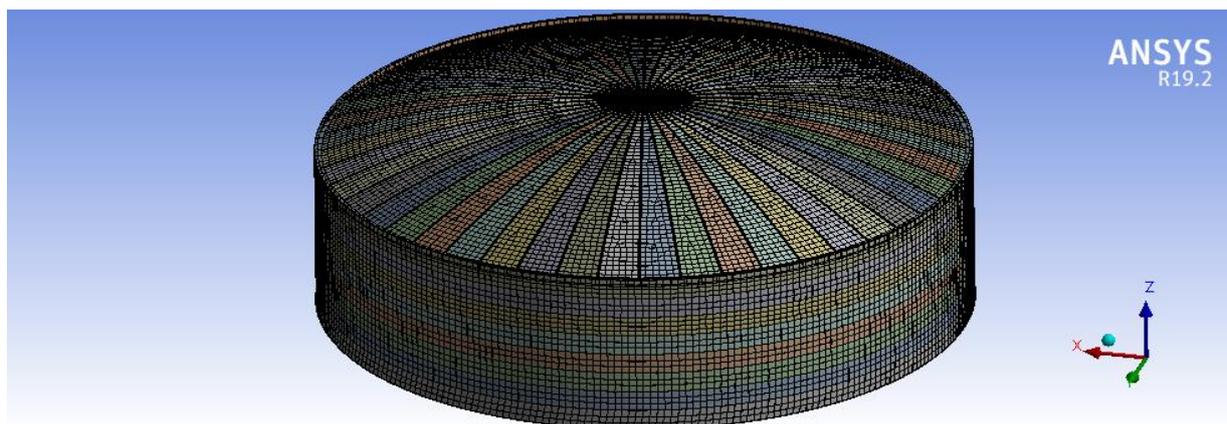


Рис. 1. Конечно-элементная модель резервуара

Результаты

Результаты этого эксперимента послужили основой для разработки предложений по обновлению требований национальных нормативных документов в части критериев оценки осадок для существующих типоразмеров днищ. Разработанные рекомендации учитывают расположение зоны осадки относительно границы зоны действия краевого эффекта от стенки резервуара, что позволяет учесть большое количество случаев развития осадки, встречающихся на практике. Для удобства применения и наглядности рекомендации были представлены в виде табл. 1.

Заключение

Обновление требований нормативной документации РФ с учетом разработанных рекомендаций позволит сделать важный шаг в направлении гармонизации национальной нормативной базы с зарубежными стандартами. Эти рекомендации учитывают международный опыт, передовые практики и последние исследования в области проектирования и эксплуатации резервуаров, что способствует формированию комплексного и адаптивного подхода к определению допустимых осадок резервуаров.

Таблица 1

Требования к допустимым осадкам днищ резервуаров, разработанные в ходе исследования

Выражение для определения максимально возможного значения осадки центральной части днища в случае его толщины 6 мм	
$0,01325 \cdot d \geq S$, если $Y \geq \frac{d}{2} + 3,0399 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right)$	
$\left(0,083 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 - 1,44 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + 6,73 \cdot \frac{d}{2} + 37,95\right) \cdot e^{\left(0,0008 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 - 0,019 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + 0,158 \cdot \frac{d}{2} - 0,18\right) \cdot \left(Y - \frac{d}{2}\right)} \geq S$, если $Y < \frac{d}{2} + 3,0399 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right)$	
Выражение для определения максимально возможного значения осадки центральной части днища в случае его толщины 9 мм	
$0,0154 \cdot d \geq S$, если $Y \geq \frac{d}{2} + 3,0086 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right)$	
$\left(0,083 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 - 1,66 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + 6,97 \cdot \frac{d}{2} + 38,01\right) \cdot e^{\left(0,001 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^3 - 0,02 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 + 0,17 \cdot \frac{d}{2} - 0,19\right) \cdot \left(Y - \frac{d}{2}\right)} \geq S$, если $Y < \frac{d}{2} + 3,0086 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right)$,	
Границы зоны действия краевого эффекта от стенки	
Толщина днища 6 мм	Толщина днища 9 мм
$Y \leq \frac{d}{2} + 3,0323 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right) + 1,8956$	$Y \leq \frac{d}{2} + 3,0085 \cdot \ln\left(\frac{d}{2}\right) + 1,5117$
Примечание: d – диаметр окружности, вписанной в зону осадки, м; Y – расстояние от внутренней поверхности стенки резервуара до центра окружности, вписанной в зону осадки, м; S – предельное значение осадки днища, м.	

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

Список литературы

1. Чепур П.В. Напряженно-деформированное состояние резервуара при развитии неравномерных осадок его основания: Автореф. Дис. ... канд. техн. наук. – Москва, 2015. – 27 с.
2. ГОСТ 31385-2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 96 с.
3. Правила ремонта и реконструкции резервуаров для хранения нефти объемом 1000–50000 куб. м. : РД-23.020.00-КТН-283.09. Ввод. в действие с 25.10.09. – Москва : ОАО «АК «Транснефть», 2009. – 115 с.
4. Колядко А.А. Анализ влияния краевого эффекта от стенки на напряженно-деформированное состояние резервуара при неравномерной осадке // Сборник трудов XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск : Изд-во ТПУ, 2023. – С. 42-44.

Технология сырьевой смеси для изготовления пенобетонаИ.Н. Кузнецова

Югорский государственный университет
Россия, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16, 628012
E-mail: inkuznetsova-gsh@mail.ru

Technology of mixtures for the production of foamconcreteI.N. Kuznetsova

Yugra State University, Russia, Khanty-Mansiysk, Chekhova str., 16, 628012
E-mail: inkuznetsova-gsh@mail.ru

***Abstract.** This article discusses the technology of the raw material mixture for the production of foamconcrete, environmentally friendly non-flammable cellular concrete of non-autoclave hardening, by regulating targeted structure formation, increased strength and low thermal conductivity with reduced cement consumption using local technogenic raw materials.*

***Key words:** raw material mixture technology, foam concrete, cellular concrete, foaming agent, quartz waste.*

Введение

Капитальное строительство в России в рамках национального проекта по жилищному строительству и в рамках стратегии социально-экономического развития Ханты-Мансийского автономного округа - Югры («формирование промышленности строительных материалов как лидера экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры и основы развития строительного комплекса»; «развитие и формирование строительной науки и образования (среда, дружественная детям; от песочных замков к городам будущего; брендинг территорий)») требуют увеличения выпуска эффективных высококачественных строительных материалов, применение которых является экономически целесообразным и позволяет сократить энергетические затраты и расход сырьевых ресурсов при использовании местного техногенного сырья Ханты-Мансийского автономного округа – Югра.

Производство эффективного по теплофизическим параметрам пенобетона является проблемным в виду сложности обеспечения стабильности ячеистой структуры и высокой пористости, так как увеличение прочности при постоянной плотности может быть обеспечено только за счет повышения прочности матрицы поризованного материала. Создание новых готовых изделий на основе отходов различных производств может привести не только к ресурсосберегающему, но и к значительному экономическому эффекту.

В данной статье рассматривается технология сырьевой смеси для изготовления пенобетона, экологически чистого негорючего ячеистого бетона неавтоклавного твердения, путем регулирования целенаправленного структурообразования, повышенной прочностью и низким коэффициентом теплопроводности при снижении расхода цемента при использовании местного техногенного сырья [1–4].

Экспериментальная часть

Сырьевая смесь для изготовления пенобетона приготовлена в двух вариантах, в первом варианте, с использованием пенообразователя синтетического углеводородного «ПБ-Люкс Супер» по ТУ 2481-004-59586231 и во втором варианте с использованием пенообразователя белкового «Biofoam» по ТУ 2481-001-0177019999, использовали воду водопроводную по ГОСТ 23732 «Вода для бетонов и строительных растворов», в качестве наполнителя использовали отходы кварца от производства особо чистого кварцевого концентрата (вторичные отходы: отходы магнитной сепарации крупки) активированные сухой

механической активацией в мельнице непрерывного действия роторного типа: размер частиц, 15–20 мкм; удельная поверхность, 157–195 м²/кг; насыпная плотность, 1,55–1,75 г/см³.

Технология сырьевой смеси для изготовления представлена в табл. 1.

Таблица 1

Технология сырьевой смеси для изготовления пенобетона

№ п/п	Наименование	Содержание компонентов состава сырьевой смеси пенобетона, мас. %:
1	Приготовление сырьевой смеси сухом состоянии	
	в бетоносмесителе перемешивают в течение 2-3 минут: портландцемент и наполнитель в сухом состоянии	портландцемент – 50; наполнитель – 20
2	Сырьевая смесь пенобетона	
	вода	19,8
	перемешивание сырьевой смеси и воды: 4-5 мин до полной поризации растворной сырьевой смеси	
3	Приготовление пены в пеногенераторе	
	вода	10
	пенообразователь	0,2
	ПБ-Люкс Супер по ТУ 2481-004-59586231	Biofoam по ТУ 2481-001-0177019999
	в пеногенераторе взбивают пену с водой до получения пены с необходимыми характеристиками	
4	Перемешивание с растворной сырьевой смесью: 2-3 минуты, до получения однородной сырьевой смеси с образованием пористой структуры	
5	Готовая сырьевая смесь твердеет в нормальных условиях. Испытание в возрасте 28 суток.	

Нарушение режима приготовления сырьевой смеси приводит к разрушению структуры и ее осадке.

Результаты

Испытания готовых образцов пенобетона проводились по ГОСТ 12852.0 «Бетон ячеистый. Общие требования к методам испытаний», по ГОСТ 10180 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам», для определения коэффициента теплопроводности по ГОСТ 7076 «Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме», для определения физико-технических показателей по ГОСТ 25485 «Бетоны ячеистые. Технические условия».

Физико-механические показатели образцов пенобетона представлены в табл. 2.

Таблица 2

Физико-механические показатели образцов пенобетона

Показатель	Пенообразователь	
	«ПБ-Люкс Супер» по ТУ 2481-004-59586231	«Biofoam» по ТУ 2481-001-0177019999
Средняя плотность, кг/м ³	400	400
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,065-0,068	0,068-0,07
Предел прочности при сжатии, МПа	1,20-1,22	1,20-1,21
Усадка при высыхании, мм/м	1,2	1,2

Заключение

В результате проведенных исследований, анализ экспериментальных данных показал, что пенобетон, обладает повышенной прочностью при сжатии и низким коэффициентом теплопроводности при снижении расхода цемента.

Позволяет снизить расход цемента, повысить прочность при сжатии, снизить коэффициент теплопроводности пенобетона, а именно, теплоизоляционного пенобетона неавтоклавного твердения с использованием отходов кварца.

Список литературы

1. Kuznetsova I. (2021) The influence of quartz waste addition on the porosity of cement stone. Published under license by IOP Publishing Ltd. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1989. J. Phys.: Conf. Ser. 1989 012042.
2. Косач А.Ф., Кузнецова И.Н., Ращупкина М.А., Педун Г.А. Цементный камень на кварцезолоцементном вяжущем // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 83–88.
3. Кузнецова И.Н. Повышение эксплуатационных характеристик пенобетона на основе минерального вяжущего с наполнителем из отходов кварца / И. Н. Кузнецова // Перспективы развития фундаментальных наук: Сборник научных трудов XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 7 томах, Томск, 25–28 апреля 2023 года / Под редакцией И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. Том 6. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2023. – С. 51–53.
4. Косач А.Ф., Кузнецова И.Н., Евдокимова Н.А., Курбанова Р.Б. Особенности процесса структурообразования прочного цементного камня // Перспективные задачи инженерной науки: Сборник статей XIV Международного научного форума, Москва, 17 мая 2023 года. – Москва: ООО «Инженерный центр «Импульс», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2023. – С. 237–240.

УДК 691.542

**Влияние микродисперсных добавок на основе вторичного сырья
на свойства цементных композиций**

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

**The influence of microdisperse additives based on recycled materials
on the properties of cement compositions**

A.A. Kulikova

Scientific Supervisor: Prof., Dr., N.O. Kopanitsa
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya str., 2, 634003

E-mail: lika.panda.19@gmail.com

Abstract. *The paper presents the results of studies of the influence of microdispersed quartz flour, which is a secondary product during ilmenite mining. Quartz flour introduced into the cement binder as an additive provides an increase in strength compared to the control sample by up to 6,8 %, while allowing for a reduction in binder consumption. The method of electron microscopic analysis confirmed the formation of additional centers of crystallization of new formations in the modified cement stone, due to which the compaction and strengthening of the structure occurs.*

Key words: *binder, cement stone, microdisperse additives, quartz flour, recycled materials.*

Введение

В качестве минерального микронаполнителя в бетоны и растворы, в основном, используют известняк, доломит, кварц и отсеvy дробления различных горных пород [1-4]. При выборе микронаполнителя важную роль играют такие свойства, как стабильный гранулометрический состав, незначительное количество или отсутствие вредных примесей, близкая к сферической форма частиц, низкое водопотребление и устойчивость к агрессивным средам.

Молотый кварц является одним из наиболее перспективных микронаполнителей для бетонов и строительных растворов благодаря низкой водопотребности и высокой устойчивости к агрессивным средам [5].

Кварцевую муку получают путем измельчения кварцевого песка. Зерна кварцевого песка в своей основе имеют кристаллическую решетку из кварца SiO_2 , которая геометрически, химически и электронно неоднородна.

Учитывая, что измельчение кварцевого песка способствует образованию электроакцепторных центров, гранулометрический состав и добавка кварцевого порошка могут влиять на физико-механические свойства цементных композиций [6].

Исследования в данной работе проводились с целью изучения влияния добавки кварцевой муки (вторичный продукт АО «ТГОК «Ильменит») на физико-механические и физико-химические свойства цементного камня.

Материалы и методы исследования

Вяжущее – портландцемент ЦЕМ I 42,5Б (удельная поверхность – 3000 $\text{см}^2/\text{г}$). Микродисперсная добавка – кварцевая мука (КМ), произведённая путем помола песков Туганского месторождения. Свойства молотого кварца представлены в таблице 1.

Свойства кварцевой муки

Показатель	Значение
Плотность, кг/м ³	1001,8
Истинная плотность, кг/м ³	2604,2
Удельная поверхность, см ² /г	4747
Средний размер частиц, мкм	4,9

Исследования проведены на образцах-кубиках размером 20×20×20 мм, из цементного теста нормальной густоты, которые твердели в воздушно-влажных условиях (Т = 18–20 °С, W = 90–100 %) и испытывались на прочность. Составы исследуемых образцов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Составы исследуемых образцов

Состав	Цемент, %	КМ, %	Нормальная густота, %	Рсж, МПа	
				7 суток	28 суток
Контрольный	100	–	27	63,7	69
1 Ц–КМ2,5	97,50	2,5	27	67,58 (+1%)	74,13 (+7,4%)
2 Ц–КМ 5	95,00	5,0	27,25	70,76 (+5,8%)	73,73 (+6,8%)
3 Ц–КМ 7,5	92,50	7,5	27,5	52,77 (-21%)	63,2 (-8,4%)

Обсуждение результатов

Добавка кварцевой муки обеспечивает стабильный прирост прочности, начиная с 7 суток у составов 1 и 2, у которых количество цемента заменялось на количество введенной добавки. Оптимальным можно считать состав 2, так как прирост прочности составляет 5,84 % в 7 суток твердения, и 6,8 % – в 28 суток, по сравнению с контрольным, водопотребность увеличивается незначительно (1 %), при этом сокращается расход вяжущего на 5 %.

Для подтверждения полученных результатов влияния добавки на формирование структуры цементного камня проведен электронно-микроскопический анализ образцов (рис. 1).

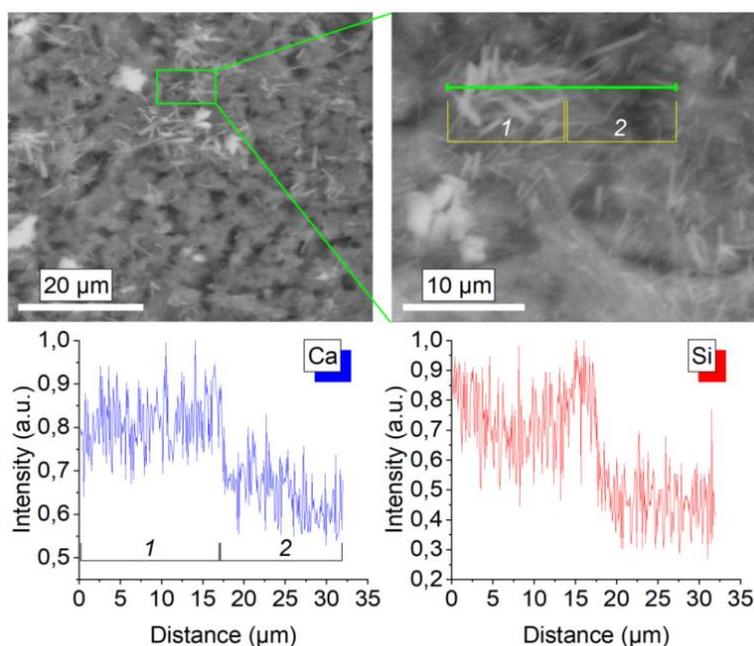


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок цементного камня

Анализ данных на снимке модифицированного цементного камня позволяет определить характер новообразований. На микрофотографиях идентифицируются сростки из хорошо закристаллизованных длиноволокнистых гидросиликатов, образующихся на границе раздела фаз порообразующей перегородки и пространства поры. Эти кристаллизационные контакты образуют своеобразный каркас, состоящий из волокнистых (игольчатых) кристаллов, «прошивающих» поровое пространство, что способствует его упрочнению и повышению предела прочности при сжатии. В выделенной зоне 1 новообразования характеризуются интенсивным присутствием кальция и кремния, с постепенным снижением в сторону выделенной зоны 2, где данные игольчатые новообразования отсутствуют. Из чего можно сделать вывод, что добавка кварцевой муки, состоящая из SiO_2 , вступает в реакцию с продуктами гидратации цемента и образует дополнительные центры кристаллизации новообразований, тем самым уплотняя и упрочняя структуру цементного камня.

Заключение

Из проведенных исследований можно сделать вывод, что кварцевая мука (вторичный продукт АО «ТГОК «Ильменит») может применяться в качестве добавки в цементное вяжущее, не ухудшая его основные характеристики (прочность, водопотребность). Введение кварцевой муки в количестве 5 % от массы цемента ведет к уплотнению и упрочнению структуры цементного камня, что обеспечивает прирост прочности на 7 и 28 сутки твердения (5,84 % и 6,8 % соответственно), при этом позволяя сокращать расход вяжущего.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2022-0001.

Физико-химические исследования (электронно-микроскопический анализ) выполнены на оборудовании Томского регионального центра коллективного пользования Национального исследовательского Томского государственного университета.

Список литературы

1. Ambroise J., Rols S., Pera J. Self-leveling concrete – design and properties // Concrete Science and Engineering. – 1999. – Vol. 1. – P. 140–147.
2. Копаница Н.О., Демьяненко О.В., Куликова А.А. Комплексные добавки на основе вторичных ресурсов для модификации цементных композиций // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334, № 1. – С.136–144. DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/1/4045>
3. Skarendahl A., Petersson O. State of the art report of RILEM technical committee 174-SCC, self-compacting concrete. – Paris, RILEM Publications S.A.R.L, 2000. – 154 p.
4. Кудяков А.И., Смирнов А.Г., Петров Г.Г., Душенин Н.П. Проектирование и использование заполнителя с оптимальной межзерновой пустотностью в бетоне // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1987. – № 7. – С. 135–138.
5. Пустовгар А.П., Иванова И.С., Еленова А.А., Абрамова А.Ю., Адамцевич А.О. Влияние кварцевой муки на технологические свойства самоуплотняющихся бетонных смесей // Вестник МГСУ. – 2018. – Т. 13, Вып. 6 (117). – С. 717–728. DOI: 10.22227/1997-0935.2018.6.717-728
6. Минаков С.В., Рахимбаев Ш.М. Влияние комплексных органо-минеральных добавок на свойства цементного камня // Вестник ДонНАСА: Мат. конф. «Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства». – 2010. – № 3 (83). – С. 43–45.

УДК 621.386

**Экспресс диагностика напряженно-деформированного состояния металлоконструкций
строительных машин**Ю.С. Мусатова, В.С. Калиниченко, Ю.А. ВласовНаучный руководитель: старший преподаватель В.С. Калиниченко
Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: droboty.ylia@mail.ru**Express diagnostics of the stress-strain state of metal structures of construction machines**Yu.S. Musatova, V.S. Kalinichenko, Yu.A. Vlasov

Scientific Supervisor: senior lecturer V.S. Kalinichenko

Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solyanaya, str., 2, 634050

E-mail: droboty.ylia@mail.ru

Abstract. *A method of non-destructive testing for express diagnostics of the stress-strain state of metal structures of hoisting and transport machines is presented, examined using the example of a prototype pantograph-type lift. A methodology for experimental research has been developed, including strain gauge and thermal methods of non-destructive testing. A full-scale experiment of a prototype pantograph-type lift is shown.*

Key words: *express diagnostics, stress-strain state, fail-safe control, deformation heat generation mechanism.*

Введение

В современном мире металлоконструкции подъёмно-транспортных машин играют важную роль в развитии и обслуживании городской и промышленной инфраструктуры, а обеспечение безопасности производимых работ является необходимым условием. Однако, как и любая другая отрасль, имеется ряд проблем, связанных с эксплуатацией и обслуживанием оборудования. Одной из таких проблем является контроль напряжённо-деформированного состояния металлоконструкций строительных и дорожных машин. Проведение исследований статических, квазистатических и динамических деформаций (напряжений) при высоких и низких температурах разработаны эффективные методы натурной тензометрии для исследований эксплуатационной нагруженности машин и конструкций [1].

Метод теплового неразрушающего контроля на основе механизма деформационного теплообразования на сегодняшний день имеет значительные перспективы внедрения при испытании металлоконструкций подъёмно-транспортных машин ПТМ [2–5]. Основным требованием, предъявляемым к металлоконструкциям ПТМ, является сохранение несущей способности, при этом прогибы и деформации в общем случае не нормируются, а, следовательно, в целях экономии при проектировании можно использовать все ресурсы пластической работы материала. По сути, конструкция должна обладать свойством живучести при воздействии на нее кратковременных динамических нагрузок. Применение методов теории живучести технических систем и статических и динамических оценок функционирования технических объектов позволяет точнее определить остаточный ресурс металлоконструкций ПТМ, после воздействий нормативных и сверхнормативных динамических нагрузок [6, 7]. Цель данной работы заключается в разработке неразрушающего метода экспресс диагностики напряженно-деформированного состояния ПТМ, рассмотренного на примере испытаний подъемников пантографного типа при проведении приёмо-сдаточных и периодических испытаний (рис. 1 и 2).



Рис. 1. Испытания подъемников пантографного типа



Рис. 2. Испытания подъемников пантографного типа

Материалы и методы исследования

Опытный образец подъемника пантографного типа подвергается статическому или динамическому испытанию в нормативных и сверхнормативных режимах работы. Измеряемые величины деформаций (напряжений) для первичных преобразователей предварительно рассчитываются на основе физико-математического моделирования с заданием геометрических размеров конечного элемента, с учётом геометрических размеров первичных преобразователей и рабочих диапазонов контролируемых величин. Устанавливаются первичные преобразователи по результатам математического моделирования в точки проверки выходных рабочих параметров испытываемой ПТМ или подъемника пантографного типа [8].

При проведении экспресс диагностики напряженно-деформированного состояния металлоконструкций подъемников, за основу принят тепловизионный метод неразрушающего контроля на основе механизма деформационного теплообразования [9]. Выборочные термограммы испытаний представлены на рисунках (рис. 3 и 4).

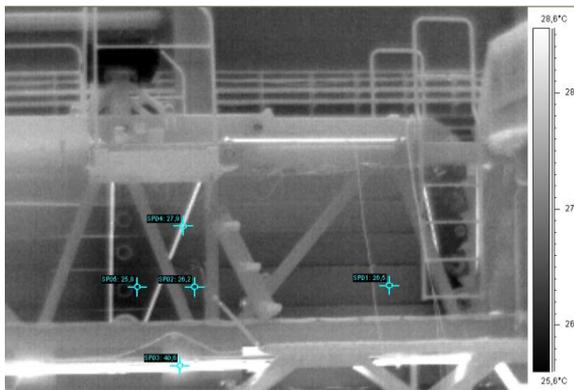


Рис. 3. Термограмма испытаний

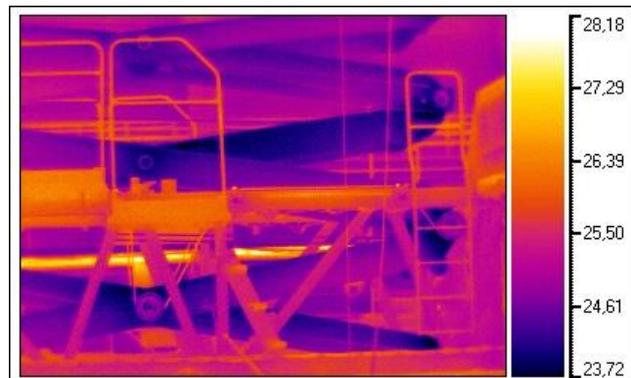


Рис. 4. Термограмма испытаний

Цена деления или единица младшего разряда для каждой измерительной системы определяется по формуле (1):

$$1\text{мр}_i = \frac{\varepsilon}{\Delta C}, \quad (1)$$

где ε – относительное значение деформации в конструкции; ΔC – показания системы при определении единицы младшего разряда.

Результаты

Единицу младшего разряда теплового неразрушающего метода контроля на основе механизма деформационного теплообразования получили на основе сопоставления с данными тензометрии. Изменение деформации преобразуется в выделение тепла в диапазоне температурного поля, заданного пределами тепловизионного измерительного оборудования.

Заключение

Разработан неразрушающий метод экспресс диагностики напряженно-деформированного состояния ПТМ, который обеспечивается применением дистанционного метода измерения механических напряжений и деформаций средствами инфракрасной термографии.

Список литературы

1. Махутов Н.А. и др. Прочность, ресурс, живучесть и безопасность машин / отв. ред. Н.А. Махутов. – 2-е изд., стереотип. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2019. – 576 с.
2. Вавилов, В.П. Инфракрасная термография и тепловой контроль. – М.: ИД Спектр, 2009. – 544 с.
3. Вавилов, В.П. Тепловой неразрушающий контроль материалов и изделий (обзор) // Дефектоскопия. – 2017. – № 10. – С. 34–57.
4. Мойсейчик, Е.А. Исследование и разработка метода теплового неразрушающего контроля стальных конструкций на основе механизма деформационного теплообразования: дис. ... д-ра. техн. наук: 05.11.13: защищена 18.08.2019 / Мойсейчик Евгений Алексеевич. – М., 2019. – 277 с. – Библиогр.: с. 215–262.
5. Moysychik, E.A., and Vavilov V.P. Analyzing patterns of heat generated by the tensile loading of steel rods containing discontinuity-like defects // International J. of Damage Mechanics. – 2018. – Vol. 27, № 6. – P. 950–960.
6. Makhutov, N.A., Gadenin, M.M., Lepikhin, A.M., and Shokin Y.I. Justifying calculations of the security of promising machines and man-machine systems on the risk criteria of accidents and disasters // J. of Machinery Manufacture and Reliability. – 2018. – Vol. 47, № 5. – P. 442–450.
7. Калиниченко, В.С., Мусатова Ю.С., Власов Ю.А. Тепловой метод контроля нормативных и сверхнормативных параметров работы машин и агрегатов // Современные проблемы машиностроения: сборник статей XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Томск: Изд-во НИ ТПУ, 2024. – С. 517–518.
8. Калиниченко, В.С. Власов Ю.А. Физико-математическое моделирование несущих элементов подъемников пантографного типа для контроля напряженно-деформированного состояния // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 6 (34). – С. 8–13.
9. Калиниченко, В.С. Власов Ю.А. Метод контроля напряженно-деформированного состояния несущих элементов подъемников пантографного типа // Южно-Сибирский научный вестник. – 2020. – № 6 (34). – С. 3–7.

УДК 691.327.33

Конструкционно-теплоизоляционный пенобетон с применением комплексной добавкиВ.А. Насыров, А.Б. Стешенко

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.И. Кудяков
Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Россия, г. Томск, пл. Соляная, 2, 634003
E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Structural-thermal-insulating foam concrete using a complex additiveV.A. Nasyrov, A.B. Steshenko

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.I. Kudyakov
Tomsk State University of Architecture and Building, Russia, Tomsk, Solenaya str., 2, 634003
E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The results of a study of the effect of complex additive on the properties of foam concrete are given in this article. The following complex of modifying additives were used: superplasticizer S-3, basalt fibers and aluminosilicate microspheres. The use of a complex of aluminosilicate microspheres together with basalt fibers and a plasticizer makes it possible to maintain the average density and double the strength of foam concrete.*

Key words: *monolithic foam concrete, superplasticizer, aluminosilicate microspheres, compressive strength, average density.*

Введение

Согласно данным Росстат, за последнее десятилетие в динамике объёма производства пенобетона в России (табл. 1), наблюдается устойчивый рост, обусловленный растущим спросом на энергоэффективные и экологичные строительные материалы.

Таблица 1

Производство пенобетона в России

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Объём производства, млн м ³	8,5	9,2	9,7	10,3	11,0	11,6	12,3	11,8	12,5	13,2

Одним из ключевых преимуществ пенобетона является его низкая теплопроводность. Это позволяет снизить затраты на отопление и кондиционирование помещений. Исследования, проведенные в НИИ Строительной физики РААСН, показали, что коэффициент теплопроводности монолитного пенобетона плотностью 600 кг/м³ составляет всего 0,12 Вт/(м·С), что в 3 раза ниже, чем у керамического кирпича [1]. Монолитный пенобетон обладает достаточной прочностью для возведения несущих стен малоэтажных зданий, значения прочности на сжатие может достигать 12,5 МПа. Срок службы этого материала, по данным исследований, может достигать 60–70 лет, при условии использования микродисперсных добавок [2]. Монолитный пенобетон укладывается непосредственно в опалубку на строительной площадке, что позволяет быстро возводить здания сложной конфигурации с минимальным количеством швов - мостиков холода.

Несмотря на перечисленные преимущества, применение монолитного пенобетона сопряжено с рядом проблем:

1) Усадочные деформации и трещинообразование. При твердении пенобетона происходит усадка, которая может привести к образованию трещин в массиве материала. В исследовании А.А. Вишневого и др. показано, что усадочные деформации монолитного

пенобетона могут достигать 2–3 мм/м, что требует армирования конструкций и устройства деформационных швов [3];

2) Необходимость точного соблюдения технологии. При приготовлении пенобетонной смеси на стройплощадке сложно обеспечить стабильность ее состава и однородность свойств в объеме конструкции. Коэффициент вариации прочности монолитного пенобетона может достигать 20–25 %, что необходимо учитывать при проектировании и оценке несущей способности конструкций;

3) Ограниченная этажность. Из-за относительно невысокой прочности пенобетона его применение ограничено малоэтажным строительством, 1–3 этажа. Для зданий большей этажности требуется комбинировать пенобетон с другими материалами такими как керамзитобетон, кирпич или применять специальные конструктивные решения;

4) Высокое водопоглощение. Из-за пористой структуры пенобетон склонен впитывать влагу, что ухудшает его теплоизоляционные свойства и морозостойкость. Для защиты от влаги необходимо использовать гидрофобизаторы и устраивать вентилируемые фасады.

Для решения указанных проблем учеными разных стран ведутся исследования по оптимизации состава и технологии монолитного пенобетона:

– использование комплексных добавок на основе микрокремнезема и поликарбоксилатных пластификаторов, которые позволяют повысить прочность пенобетона и снизить усадку;

– применение микроармирующих волокон для повышения прочности на растяжение при изгибе и снижения ширины раскрытия усадочных трещин;

– введение в смесь перлитового песка взамен кварцевого для снижения плотности и повышения теплоизоляционных характеристик.

Несмотря на имеющиеся результаты исследований, вопрос оптимального выбора и дозировки модифицирующих добавок для получения пенобетона с улучшенными эксплуатационными характеристиками остается открытым. Кроме того, недостаточно изученным является комплексное влияние нескольких видов добавок на свойства пенобетона, а также их совместимость с различными пенообразователями и технологическими параметрами производства.

Целью данного исследования является разработка состава и технологии производства модифицированного монолитного пенобетона с улучшенными физико-механическими характеристиками за счет использования комплекса модифицирующих добавок.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований были использованы следующие сырьевые материалы:

- портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Б;
- кварцевый песок Кандинского месторождения в качестве мелкого заполнителя с модулем крупности 2,73. В приготовлении пенобетонной смеси использовалась фракция песка 0,63–0,16 мм, т.к. песок фракции более 0,63 мм нарушает целостность структуры пенобетонной смеси;

- для затворения вяжущего использовалась обычная водопроводная вода;
- пенообразователь синтетический Blaizer PB, кратность пены 4 % раствора пенообразователя равна 7, устойчивость пены не менее 250 секунд.

- модифицирующие добавки:

а) суперпластификатор 0,3% от массы цемента Полипласт СП-3;

б) микроармирующие волокна – базальтовые, в количестве 0,1 % от массы цемента. Характеристики волокон представлены в исследовании [3];

в) в качестве активно-минеральной добавки в количестве 10 % от массы цемента используется тонирующая алюмосиликатная микросфера золошлаковых отходов Северской ТЭЦ;

Приготовление пенобетонной смеси проводилось одностадийным способом на лабораторном пенобетоносмесителе. Исследования по средней плотности и прочности на сжатие пенобетона проводились в соответствии с национальными стандартами.

Базовой состав пенобетона был спроектированы в соответствии с СН 277-80 (табл. 2).

Таблица 2

Состав пенобетона на 1 м³

Состав	Цемент, кг	Песок, кг	Вода, л	ПО, л
Базовый	300	150	225	6

Результаты

Результаты испытаний образцов пенобетона в 28-ми суточном возрасте представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний пенобетона с добавлением комплексной добавки

Наименование состава	Среднее значение прочности на сжатие, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	Марка по средней плотности
Базовый	1,21	564	D600
СП-3 + Микросфера 10% + Базальтовые волокна	2,37	578	D600

Заключение

Применение комплекса из алюмосиликатной микросферы совместно с базальтовыми волокнами и пластификатором позволяет сохранить среднюю плотность, повысить прочность пенобетона в два раза. Микросферы выступают в роли пористой активно-минеральной добавки, взаимодействуя с цементной матрицей. Образуется кластер “вяжущее-наполнитель” за счет высокой поверхностной энергии частиц наполнителя, уплотняющего структуру межпорового пространства пенобетона. Базальтовые волокна, с учетом их диаметра равномерно распределяются в межпоровом пространстве, тем самым армируют пенобетонную матрицу. Применение данного комплекса добавок позволяет получать легкие и долговечные пенобетоны с хорошими эксплуатационными характеристиками при одновременном снижении расхода цемента и утилизации промышленных отходов.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2022-0001.

Список литературы

1. Стешенко А.Б., Кудяков А.И., Копаница Н.О. Конструкционно-теплоизоляционный пенобетон, изготовленный с использованием бурового шлама // Цемент и его применение, 2022. – № 6. – С. 69–71.
2. Кудяков А.И., Стешенко А.Б., Симакова А.С. Цементные пенобетонные смеси с глиоксалевого модифицирующей добавкой // Вестник ВСГУТУ. – 2023. – № 2 (89). – С. 89–96.
3. Стешенко А.Б., Кудяков А.И., Конушева В.В. Рентгенофазовые исследования цементного камня с микроармирующими минеральными волокнами // Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Перспективные материалы в технике и строительстве: ПМТС 2015». – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2015. – С. 502–505.

УДК 624.042.12

Напряженное состояние контактной зоны анкеровки композитных связей в бетонеЕ.В. Родевич

Научный руководитель: доцент, к.т.н., В.В. Родевич
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
(СПбГАСУ), Россия, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
E-mail: rvv-tomsk@mail.ru

Stress state of the contact zone of anchoring composite ties in concreteE.V. Rodevich

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D., V.V. Rodevich
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (SPbGASU),
Russia, St. Petersburg, 2nd Krasnoarmeyskaya str., 4.
E-mail: rvv-tomsk@mail.ru

Abstract. *The use of multilayer structural walls in buildings is currently justified and promising. Solving complex problems of increasing the energy efficiency of buildings and structures requires the use of technical solutions aimed at creating homogeneous heat-conducting systems with a minimum number of heat-conducting inclusions. The computational justification of the joint work of non-metallic composite materials with heat-efficient concretes is an urgent task.*

Keywords: *Flexible connection, multilayer wall, stress state, anchoring force.*

Введение

Современные тенденции в строительстве направлены на повышение энергоэффективности, повышение технологичности производств и снижение стоимости материалов и конструкций для строительства. Панельное домостроение сегодня продолжает удерживать лидерские позиции по объему и минимальной стоимости строительства в России. Несмотря на уже довольно длительное применение композитных материалов в панельном строительстве, сегодня остается открытым вопрос расчетного обоснования с гарантированной анкерующей способности гибких связей. Целью работы является разработка предложений по расчетному обоснованию напряженно-деформированного состояния контактной зоны анкеровки композитных связей в бетоне.

Материалы и методы исследования

Гибкие связи, предназначенные для использования в трехслойных панелях, изготавливаются в виде стержней из стекло- и базальтокомпозита. В связи с ограниченной толщиной слоев в многослойных конструкциях на концевых участках гибких связей чаще всего устраивают уширения диаметром $1,3...1,5d$, где d – номинальное значение диаметра гибких связей. Общая схема анкеровки гибкой связи в бетоне приведена на рис. 1. Расчетная схема в данном случае – стержень, жестко заземленный по всей длине анкеровки. В соответствии с данной расчетной схемой при постепенном росте внешней осевой выдергивающей нагрузки эпюра внутренних усилий в стержнях также имеет соответствующую форму (рис. 2). При таком режиме работы, в гибкой связи и в окружающем бетоне возникает ряд напряжений:

- растягивающие напряжения в гибкой связи от действия осевой продольной нагрузки;
- касательные и нормальные напряжения контактной зоны, которые, в свою очередь можно разделить на две подгруппы: механическое сопротивление смятию бетона от геометрической неровности поверхности гибкой связи (обусловленной наличием периодического профиля и наличия уширения на концевом участке гибкой связи) и поверхностные напряжения трения поверхностей бетона о бетон в зоне активного

взаимодействия. Трение композита о бетон можно рассматривать при весьма гладкой поверхности арматуры, так как при взаимном движении тел частицы бетона задерживаются на поверхности арматуры и происходит трение бетона о бетон, а не бетона о металл или о композит [1]. Искривление эпюры $N_{внутр.}$ происходит в сечении с начала уширения композитного стержня. На данном этапе включение в работу уширения на концевом участке композитного стержня вызывает сложное напряженно-деформированное состояние зоны контакта, в котором можно предложить следующие стадии напряженно-деформированного состояния:

- стадия I – в работе участвует участок композитного стержня без увеличения ширины концевой части, где анализ прочности проводится по касательным напряжениям. Далее с увеличением внешней нагрузки происходит включение в работу уширения, перераспределение внутренних усилий и формирование стадии II;

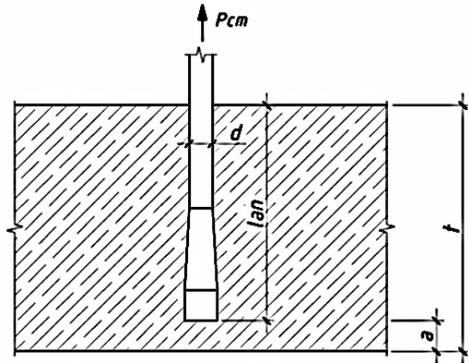


Рис. 1. Схема анкеровки гибкой связи в бетон:
 d – диаметр гибкой связи; $L1$ – длина конического участка анкерного уширения;
 $L2$ – длина анкерного уширения; lan – глубина анкеровки гибкой связи в бетон; a – защитный слой; t – толщина бетонного слоя

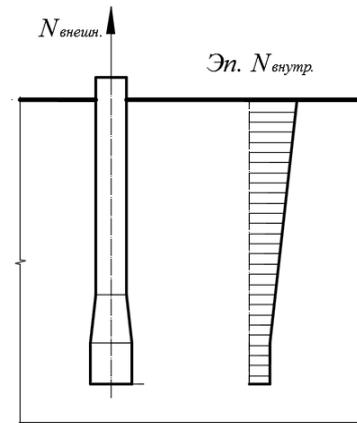


Рис. 2. Расчетная схема внутренних усилий $N_{внутр.}$ в композитном стержне при увеличении внешней силы $N_{внешн.}$

- стадия II – стадия упругопластического сцепления (разуплотнение бетона), с включением в работу концевой части композитного стержня. Данная стадия отличается тем, что в результате образовавшихся в конце стадии I микротрещин происходит частичное выключение из работы части боковой поверхности гибкой связи, находящейся в бетоне. Происходит увеличение касательных напряжений на боковой поверхности стержня в зоне уширения. Анализ прочности в стадии II предлагается проводить по соотношению возникающих касательных напряжений через предел прочности бетона на смятие и определению несущей способности анкера в бетоне.

В общем случае, рассматривая обособленно различные факторы, влияющие на несущую способность анкера, максимальное усилие вырыва композитного стержня из бетонного образца можно представить в виде выражения:

$$N_{anch.} = N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_n, \quad (1)$$

где $N_{anch.}$ – несущая способность композитного стержня, заанкеренного в бетон, кН; N_1 – усилие, соответствующее максимальному осевому выдергивающему усилию в стержне при нарушении прочности сцепления боковой поверхности композитного стержня с бетоном (предел стадии I); N_2 – усилие, соответствующее максимальному осевому выдергивающему усилию в стержне до начала разрушения части бетона от уширения концевой части композитного стержня; $N_3 \dots N_n$ – усилия, возникающие в композитном стержне при других возможных факторах закрепления в бетоне (наличии ярко выраженного периодического профиля, загибов и т.д.).

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние (НДС) в стадии I. Считаем допустимым стадию I рассматривать также, как предельную стадию при выдергивании стержней без уширения [2]. На данной стадии НДС в работе участвует только гладкая часть композитного стержня и, соответственно, предельное состояние достигается при достижении продольного усилия в стержне значения, соответствующего предельным силам трения ($N_{mp.}$) в зоне контакта боковой поверхности композитного стержня с бетоном. Силы выдергивания стержня воспринимаются начальной жесткостью сцепления арматуры с бетоном: через контактный слой стержень передает на бетон касательные напряжения (напряжения сцепления) и поперечные нормальные напряжения σ_r .

На первой стадии рассматривается часть стержня постоянного сечения (до начала увеличения сечения за счет уширения на конечном участке), где по всей длине заделки наблюдается упругая работа, при которой по мере удаления от загруженного торца бетонной призмы напряжения в стержне снижаются. Максимальное значение напряжения сцепления находится вблизи загруженного конца арматуры, а по длине заделки уменьшается. Общий вид распределения напряжений в стадии I НДС приведен на рис. 3.

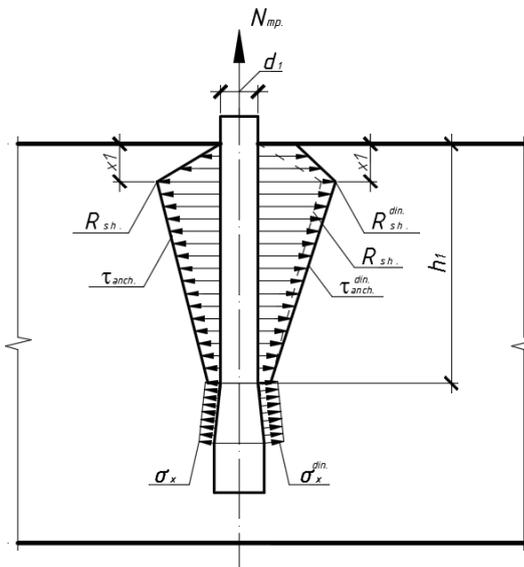


Рис. 3. Расчетная схема напряжений в бетоне в стадии I

Результаты

Условие нахождения композитного стержня в стадии I НДС:

$$0 \leq \tau_{anch}^{lim} < R_{sh}, \text{ где } \tau_{anch}^{lim} = N_{mp.} / A_{нов}. \quad (2)$$

Предел прочности по касательным напряжениям определяется исходя из класса прочности бетона и напряжений в бетоне, нормальных к продольной оси композитного стержня σ_y .

$$R_{sh.} = 2,2 \cdot (1 + 5 \cdot \sigma_y / R_b) \cdot R_{bt} \quad (3)$$

Принимая для расчета постулат, что до разрушения контактной зоны происходит совместное деформирование композитного стержня и бетона контактного слоя, т.е. при $\varepsilon = g$, где ε – относительные деформации бетона в зоне контакта, g – деформации композитного стержня в зоне контакта, касательные напряжения можно представить $\tau_{anch}^{lim} = g \cdot G$, где G – модуль сдвига бетона. При достижении касательных напряжений предела прочности бетона при поперечном сдвиге $\tau \rightarrow R_{sh.}$, предельное усилие нарушения сцепления на стадии I напряженно-деформированного состояния определяется по формуле:

$$N_1 = \tau_{\max} \cdot l_{anch} \cdot u_{anch} \cdot \omega_1, \quad (4)$$

где l_{anch} – глубина анкеровки гладкой части стержня, u_{anch} – периметр стержня в зоне гладкой части (до увеличения ширины концевой участка); ω_1 – коэффициент, учитывающий полноту эпюры касательных напряжений, принимаемый $\omega_1 = 0,6 \dots 0,8$.

Заключение

1. На основании анализа результатов экспериментальных исследований предложены стадии НДС для двух случаев взаимодействия композитных стержней с бетоном: с уширением на концевом участке и без уширения.

2. В случае композитных стержней без уширения предлагается нормировать по упругопластической модели деформирования по предельным касательным напряжениям.

3. Учет стадий напряженно-деформированного состояния позволит оптимизировать проектирование конструкций с применением композитных стержней, обосновать выбор геометрических параметров применяемых стержней с учетом статического воздействия на конструкции.

Список литературы

1. Назаренко П.П. Контактное взаимодействие арматуры в бетоне в элементах железобетонных конструкций. Автореф. дисс...докт. тех. наук. М., 1998. – с. 34.

2. Родевич В.В., Леонтьев К.М. Экспериментально-теоретические исследования композитных гибких связей [Текст]. // Материалы XII международной научно-практической конференции. Инвестиции. Градостроительство. Недвижимость. ТГАСУ – 2022. – № 49. – С. 493–500.

УДК 625.7

**Определение коэффициента влагопроводности мелкого песка
при нестационарном влагообмене****А.В. Сухоруков, М.Ю. Калинин**

Научный руководитель: к.т.н. А.В. Сухоруков

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: av_suhar@mail.ru**Determination of the coefficient of hydraulic conductivity of fine sand
with non-stationary moisture exchange****A.V. Sukhorukov, M.Yu. Kalikin**

Scientific Supervisor: PhD, A.V. Sukhorukov

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

E-mail: av_suhar@mail.ru

Abstract. *The report presents the results of determining the hydraulic conductivity coefficient of fine sand. The dependence of the change in the coefficient of hydraulic conductivity of fine sand on its humidity has been constructed.*

Key words: *highway, pavement, subgrade soils.*

Введение

Создание локальной автодорожной сети в нефтедобывающих районах в середине 1960–1970-х гг. началось с открытия нефтяных и газовых месторождений севера Западной Сибири, ставших на сегодняшний день основным источником энергоресурсов (в Западной Сибири добывают $\frac{3}{4}$ всех производимых в России энергоресурсов) [1, 2]. В этот период одним из первых и наиболее крупных стало открытие Русского нефтегазоконденсатного месторождения, расположенного на территории Ямало-Ненецкого автономного (до 1977 г. национального) округа (ЯНАО).

По официальным оценкам, извлекаемые запасы Русского месторождения составляют 410 млн т. Тем не менее, месторождение по-прежнему остается неразработанным. Его освоение осложнено целым рядом факторов, связанных с высокой вязкостью нефти, сложным геологическим разрезом, непростыми условиями разработки и недостатком развитой инфраструктуры, в том числе сети автомобильных дорог. В свою очередь развитие сети автомобильных дорог осложнено с одной стороны суровыми климатическими условиями региона, а с другой высокой заболоченностью и заозёрностью территории ЯНАО.

Столь суровые климатические условия в сочетании со сложными грунтово-мерзлотными условиями действующих и перспективных нефтепромыслов требуют систематизации и обобщения опыта эксплуатации дорог с учётом особенностей их проектирования, строительства и содержания.

Отмеченное позволяет считать, что изучение связей и закономерностей, обуславливающих системную взаимосвязь между компонентами природно-технической системы «автомобильная дорога – природная среда» во вновь осваиваемых экономически перспективных районах Западной Сибири, достаточно актуально с позиции решения проблемы развития новых и обеспечения надёжного функционирования существующих автомобильных дорог.

Экспериментальная часть

Влажность грунтов рабочего слоя земляного полотна автомобильных оказывает существенное влияние на изменение их прочностных и деформационных характеристик и,

соответственно, на прочность всей дорожной конструкции. Ввиду этого, надёжность автомобильных дорог в целом зависит от того, насколько корректно определена эта характеристика на стадии проектирования.

Значения расчётной влажности грунта земляного полотна могут быть назначены следующими способами [2]:

- по результатам натурных наблюдений на действующей сети автомобильных дорог;
- по результатам инженерных изысканий;
- с применением методов математического моделирования.

Последний способ применяют при проектировании автомобильных дорог в интенсивно осваиваемых районах страны при слабо развитой дорожной инфраструктуре, к которым и относятся территории севера Западной Сибири. Для этой территории апробирован метод профессора И.А. Золотаря [2], в котором $K_{вл}$ является одним из параметров прогнозной модели.

Ранее, в работах [2-5] авторами достаточно подробно были изложены суть и методика определения $K_{вл}$ нестационарным методом, на примере суглинка тяжёлого пылеватого, а также представлены результаты этого исследования.

Однако анализ грунтовых условий ЯНАО показал, что земляное полотно автомобильных дорог в этом регионе преимущественно строят из песков, поскольку они имеют наибольшее распространение на этой территории. В связи с этим отбор грунта для проведения экспериментальных исследований был выполнен в пределах рабочего слоя земляного полотна автомобильной дороги, расположенной вблизи Русского нефтегазоконденсатного месторождения. В лабораторных условиях было установлено, что отобранный грунт по классификации соответствует песку мелкому и имеет значения максимальной плотности равное $1,774 \text{ г/см}^3$ при оптимальной влажности $12,1 \%$. Плотность частиц грунта ρ_s составляет $2,64 \text{ г/см}^3$.

Результаты

По определённым в ходе испытания значениям времени и количества впитавшейся воды вычисляли $K_{вл}$ по зависимости [2, 3]:

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

где d – диаметр грунтового образца, равный 7 см ; t – время увлажнения образца грунта, час.; q – количество воды, впитавшейся в образец грунта, г; W_n – начальная влажность грунта, д. ед.; $W_{пв}$ – полная влагоёмкость грунта, д. ед., вычисленная по формуле:

$$W_{пв} = \frac{1}{\rho_d} - \frac{1}{\rho_s},$$

где ρ_d – плотность скелета грунта, г/см^3 .

За расчётный коэффициент влагопроводности грунта $K_{вл}^p$ принимали среднее экспериментальное значение серии испытаний одного образца грунта, которое не будет превзойдено с доверительностью $0,95$, что соответствует уровню значимости $0,05$ при одностороннем (в большую сторону) ограничении доверительного интервала, установленное по формуле:

$$K_{вл}^p = K_{вл}^{cp} + \frac{t_\alpha \sigma}{\sqrt{n}},$$

где $K_{вл}^{cp}$ – среднее значение $K_{вл}$ по серии испытаний; n – количество испытаний, по которым определяется $K_{вл}^{cp}$; σ – среднеквадратическое отклонение результатов определения $K_{вл}$, вычисляемое по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_{вл} - K_{вл}^{cp})^2}{n-1}}.$$

t_α – коэффициент Стьюдента, для уровня значимости $0,05$.

По результатам определения величин $K_{вд}^p$ построена зависимость, представленная на рисунке 1.

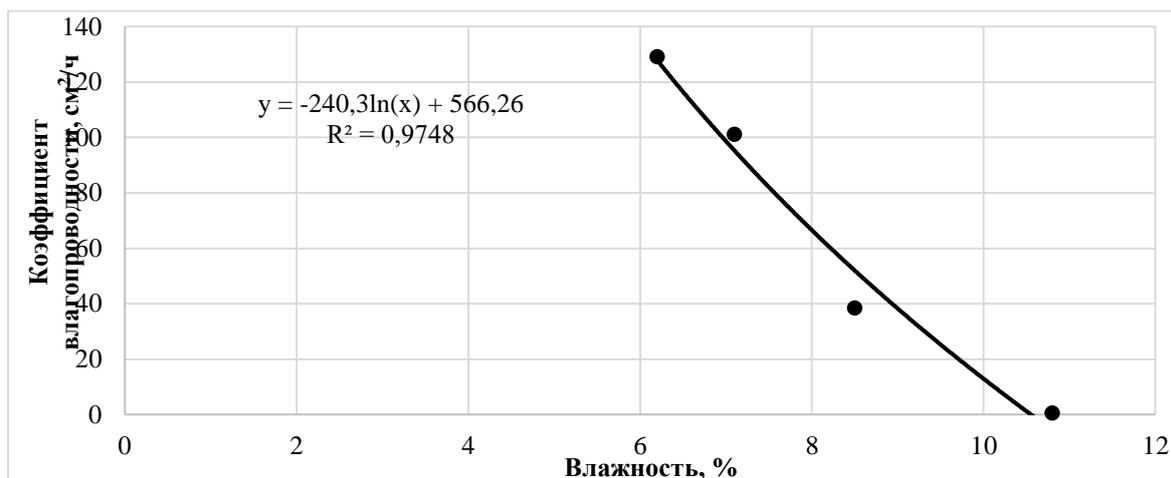


Рис. 1. Зависимость коэффициента влагопроводности песка мелкого от его влажности (при плотности 1,74 г/см³)

Заключение

В результате проведённых исследований установлена зависимость коэффициента влагопроводности песка мелкого от его влажности. Так, при плотности образца грунта 1,74 г/см³ и влажности 10,8 % величина коэффициента влагопроводности составила 0,67 см²/ч. При снижении влажности коэффициент влагопроводности увеличивается.

Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2022-0003.

Список литературы

1. Веселов С.И. Создание локальной автодорожной сети в нефтедобывающих районах севера Западной Сибири в середине 1960–1970 г. // Манускрипт. – 2017. – № 3-1 (77). – С. 44–48.
2. Сухоруков А.В. Обоснование региональных расчётных значений характеристик глинистых грунтов для проектирования дорожных одежд в условиях Западной Сибири: специальность 05.23.11: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск: Сиб. гос. ун-т путей сообщ., 2017. – 166 с.
3. Сухоруков, А.В., Калинин М.Ю. Определение коэффициента влагопроводности глинистых грунтов нестационарным методом // Материалы III Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2016. – С. 189–192.
4. Сухоруков, А.В., Калинин М.Ю. Экспериментальные исследования коэффициента влагопроводности глинистых грунтов // Сборник трудов XIII Международной конференции студентов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук» [Электронный ресурс]: / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во НИТПУ, 2016. – С. 58–60. Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2016_vol_6.pdf.
5. Сухоруков А.В., Калинин М.Ю., Бадина М.В. Исследование влагопроводности глинистых грунтов // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: материалы X Международной науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых – Электронные текстовые и графические данные. – Волгоград: ВолгГАСУ, 2016. – С. 121–123.

УДК 691.53

Геополимерное вяжущее, полученное электрогидроимпульсной активацией

Л.М. Фаткулина-Яськова, Н.С. Новиков

Научный руководитель: доцент, к.т.н. И.Г. Енджиевская
Сибирский федеральный университет,
Россия, г. Красноярск, пр. Свободный, 79/10, 660041
E-mail: lyudmila-fatkulina@yandex.ru

Geopolymer binder obtained by electrohydroimpulse activation

L.M. Fatkulina-Yaskova, N.S. Novikov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D., I.G. Endzhievskaya
Siberian Federal University, Russia, Krasnoyarsk, Svobodny str., 79/10, 660041
E-mail: lyudmila-fatkulina@yandex.ru

Abstract. *The physicochemical processes occurring during the mechanical activation of components of a geopolymer binder mixture based on fly ash were studied.*

Key words: *concrete, electrohydroimpulse activation, fly ash*

Введение

Важной задачей в современных условиях перехода к энергоэффективным технологиям является разработка геополимерных вяжущих с использованием попутных продуктов или отходов промышленности. Процессы гидролиза и гидратации подобных систем можно активировать использованием электрогидроимпульсной активации (ЭГИ активация, механоактивация) с целью получения материалов с новыми физико-механическими свойствами. ЭГИ активация заключается в использовании энергии, которая возникает в плазменном канале при электрическом разряде при протекании через него импульса тока, способствующая улучшению качества активированного материала.

Основой методологии исследования является системный подход к изучению, заключающийся в планировании экспериментов по оценке эффективности влияния процессов механоактивации при получении геополимерного вяжущего, разработке составов.

Экспериментальная часть

Исследования Юткина Л.А. [1] легли в основу работ ряда авторов, в том числе Савенкова А.И. [2]. Электрогидроимпульсное воздействие на компоненты бетонной смеси способствует протеканию процесса гидратации в системе в новом качестве, в результате чего новый материал способен обладать улучшенными физико-механическими свойствами.

При высоковольтном искровом разряде (ВВИР) в жидкости возникает зона высокого давления. В пространстве между электродами происходит разрушение до дисперсных частиц, в остальных зонах происходит процесс налёпа металлов. В этот момент жидкость приобретает свойство твердого тела и возникает мощное выталкивающее действие. После прекращения воздействия происходит мгновенное смыкание возникшей полости.

ВВИР в жидкости создает зону ударной волны, которая является мощным генератором дефектов структуры и провоцирует возникновение диффузионных процессов. На примере бетонной смеси происходит следующий процесс: мощный расходящийся и сходящийся в зоне разряда поток жидкости и акустические поля совместно с тепловыми и световыми потоками изменяют молекулярную структуру жидкости и пастообразной фазы смеси, ионизируют молекулы жидкости и растворённые в ней соли и коллоидные вещества, в результате чего возникают валентно насыщенные свободные радикалы, обладающие высокой химической активностью и реакционной способностью.

ЭГИ активация компонентов бетонной смеси заключается в использовании энергии, которая возникает в плазменном канале при электрическом разряде при протекании через него импульса тока, способствующая улучшению качества активированного материала.

В исследованиях [3, 4] авторы отмечают, что при обработке растворных и бетонных смесей искровыми разрядами должно происходить разрушение рыхлых коагуляционных структур и диспергирование цементных частиц.

Проведенный анализ исследований делает актуальным применение ЭГИ активации с целью получения геополимерных вяжущих с использованием отходов промышленности, таких как золы уноса, особенно высококальциевые. Активирование их электрогидроимпульсной обработкой, когда происходит измельчение частиц в режиме разрядов, приводит к накоплению структурных дефектов и разрушению стекловидной оболочки оксида кальция, препятствующей его гидратации в начальные сроки и далее к энергичному гидролизу. Для получения геополимерного связующего весьма актуальной является оценка элементного и фазового состава зол, а также предварительных физико-механических испытаний.

Целью настоящей работы является изучение физико-химических процессов, протекающих при механоактивации компонентов смеси геополимерного вяжущего на основе зол уноса.

Результаты

В проведенном исследовании выполнен элементный анализ следующих зол уноса: высококальциевой Березовской ГРЭС (с 4 поля), которая работает на буром угле, и кислой золы Омской СП «ТЭЦ-4». При оценке золошлаковых отходов как сырья для строительных материалов важной характеристикой их химического состава является соотношение основных и кислотных оксидов - модуль основности, который оценивается по следующей зависимости:

$$M_o = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}$$

При $M_o > 1$ золошлаки относятся к основным, при $M_o < 1$ – к кислым. В таблице 1 представлен химический состав зол уноса.

Таблица 1

Химический анализ зол уноса

Золы	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	SiO ₂	SO ₃	TiO ₂	SrO	MnO
Березовская 4 поле	10,61	25,43	12,21	15,59	12,13	14,35	6,62	0,52	0,57	0,20
Омская	24,68	2,88	4,50	0,40	-	56,64	0,07	-	-	-

Выполнен рентгенофазовый анализ Березовской золы с поля 4 (БП4) (рисунок 1а) и золы Омской ТЭЦ (ЗО) (рисунок 1б), таблица 2, соответственно.

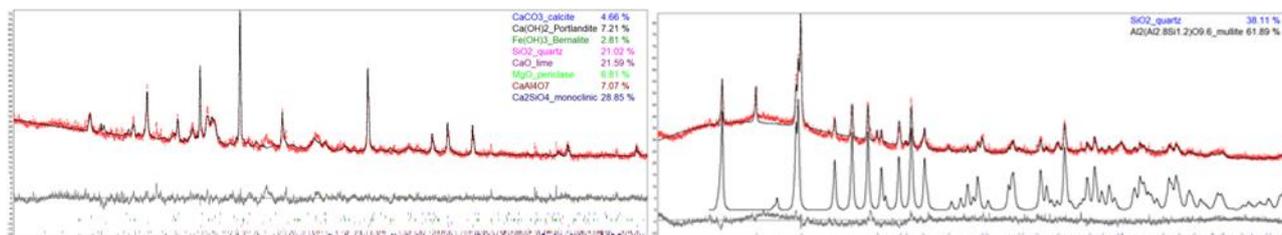


Рис. 1. Рентгенограмма: а) БП4; б) ЗО

Дифрактограммы сняты при комнатной температуре на приборе Bruker D8 с линейным детектором VANTEC на $CuK\alpha$ излучении в диапазоне углов 8–90°, с шагом 0,014° со временем накопления по 1 с на шаг. Уточнение проводилось методом Ритвельда в программе TOPAS 3.

Идентификация фаз производилась по структурным карточкам международной дифракционной базы данных COD Database.

Таблица 2

Состав образцов БП4 и ЗО

Минерал	Формула	Содержание, % масс.
Березовская зола с поля 4		
Кварц	SiO ₂	21,024–7,482
Негашёная известь	CaO	21,586–2,103
Периклаз	MgO	6,810–0,74
Гроссит	Ca ₂ Al ₄ O ₇ (Ca ₂)	7,066–0,892
Кальцит	CaCO ₃	4,657–0,517
Белит (моноклинный)	Ca ₂ SiO ₄ (C ₂ S)	28,846–3,125
Берналит	Fe(OH) ₃	2,806–0,315
портландит	Ca(OH) ₂	7,206–0,740
Зола Омской ТЭЦ		
Кварц	SiO ₂	38,108–0,665
Муллит	Al ₂ (Al _{2,8} Si _{1,2})O _{9,6}	61,892–0,665

Рассчитан состав геополимерного связующего с модулем основности 0,6. В состав геополимерного вяжущего вошли золы уноса Березовской ГРЭС и Омской ТЭЦ в соотношении 0,63/0,37, соответственно. Для снижения водоцементного отношения и получения теплоизоляционного материала использовали хризотил асбест (до 10 %). Получены предварительные результаты теплоизоляционного материала с использованием геополимерного вяжущего, обработанные высоковольтными искровыми разрядами числом 20 и 50. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Физико-механические характеристики материала, полученного ЭГИ активацией

Количество разряда	Плотность		Изгиб, МПа	Сжатие, МПа
	Вл	Сух.		
20	1415	960	3,8	6,5
50	1445	965	5,6	6,2

Заключение

Проведенные исследования дают предпосылки для дальнейшего изучения влияния ЭГИ активации на процессы гидратации и твердения геополимерного вяжущего на основе зол уноса.

Список литературы

1. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект // Уч. издание. – Ленинград: Госмашгиз, 1955. – 53 с.
2. Савенков А.И. Бетона, активированные высоковольтной импульсной обработкой: дис. канд. техн. наук : 05.23.05 : защищена 26.11.2000: утверждена 26.11.2000. – Улан-Удэ, 2000. – 152 с.
3. Шенгур Г.В. Исследование применения ЭГЭ для активации цемента // Применение ЭГЭ в технологических процессах производства. – Киев: НИИ информации, 1970. – 150 с.
4. Афанасьев А.А. Спектры колебаний ударных режимов уплотнения и выбор рациональных форм импульса // Известия вузов. Серия строительство и архитектура. – Москва: Журнал Известия вузов. Строительство, 1979. – С. 171-175.

УДК 691.32

**Применение промышленных побочных продуктов (отходов)
в технологиях изготовления бетона****И.В. Фибих, Е.В. Попова, А.Б. Стешенко**

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

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com**Application of industrial by-products (waste) in concrete production technologies****I.V. Fibikh, E.V. Popova, A.B. Steshenko**

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

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

E-mail: steshenko.alexey@gmail.com

Abstract. *The results of a study of the effect of industrial by-products on the properties of foam concrete are given in this article. The purpose of the study: analysis of the possibility of using industrial waste products in the technology of manufacturing heavy concrete. It was established that the using the hydraulic removal ash, recycled plastic and crumb rubber into the concrete mixture makes it possible to obtain heavy concrete of strength class B25.*

Key words: *monolithic foam concrete, superplasticizer, aluminosilicate microsphere, compressive strength, average density.*

Введение

Одним из эффективных технологических приемов совершенствования свойств тяжелого бетона является введение модифицирующих добавок [1], таких как:

- активноминеральные добавки (зола, микросфера, микрокремнезем и т.д.);
- микроармирующие добавки (полипропиленовые волокна, базальтовые волокна, крошка различных полимерных материалов);
- пластифицирующие добавки;
- ускорители или замедлители твердения.

При получении эффективных, с точки зрения ресурсосбережения, бетонов предполагается обеспечение в них «активного механического каркаса» из зерен заполнителя с заполнением межзерновых пустот композицией (растворной частью). Достигается это выбором вяжущего и добавок, обеспечивающих требуемые прочностные характеристики цементного камня, а также модификацией исходных компонентов.

Учитывая огромные объемы накопленных промышленных отходов целесообразным, видится их применение в качестве модифицирующих добавок в технологиях производства строительных материалов.

В России около 1 миллиона тонн автомобильных покрышек становятся отходами, и несмотря на то, что 40-50 % из них утилизируется, около 500 тысяч тонн ежегодно отправляются на свалку. Одним из выходов из данной ситуации является использование автомобильных покрышек в изготовлении бетона, а именно резиновой крошки.

Пластик — это материал, который состоит из синтетических или полусинтетических полимеров. Рост производства и использования пластмассы сопровождается ростом соответствующих отходов. По данным Минпромторга, в России каждый год образуется около 3,6-5 млн тонн пластиковых отходов, а переработке подвергается, по разным оценкам, 7-20 % морфологических отходов при различии степени переработки по разным видам пластика.

Зола — несгорающий остаток, образующийся из минеральных примесей топлива при полном его сгорании. В России ежегодно образуется около 3 млн. тонн золы, но не более

10 % от общего количества, используются для дальнейшей переработки в стройиндустрии, дорожном строительстве и других отраслях промышленности.

Цель данной работы: анализ возможности применения продуктов промышленных отходов в технологии изготовления тяжелого бетона

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований были использованы следующие сырьевые материалы:

- портландцемент ЦЕМ I 42,5Б Ачинского цементного завода;
- гравий Кандинского месторождения (фракция 5-10 мм);
- кварцевый песок Кандинского месторождения в качестве мелкого заполнителя с модулем крупности 2,7;

— для затворения вяжущего использовалась обычная водопроводная вода;

— промышленные отходы:

а) резиновая крошка, фракция 1-3 мм (компания «Экошина» г. Томск). Резиновую крошку предварительно обрабатывали полимолочной кислотой для улучшения её адгезии к компонентам бетонной смеси;

б) вторичный полипропилен в виде крошки фракции 1-3 мм;

в) зола гидроудаления Северской ТЭЦ [2];

Испытание образцов бетонной смеси и бетона проводилось согласно общепринятым методикам, нормируемых стандартов. Проверка расчетного состава бетона производилась опытным путем, для чего изготавливается пробный замес в лаборатории объемом 7 литров. После приготовления бетонной смеси, определялась ее подвижность на стандартном конусе.

Из бетонной смеси были сделаны контрольные образцы и образцы с побочными продуктами промышленных отходов 10x10x10 см. Изготовленные образцы накрывались влажной тканью и помещались в помещение с температурой воздуха 20 ± 2 °С в течение суток, после чего их освобождали из форм и помещали в камеру нормального твердения, где хранили до испытания при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха не менее 90 %. Далее образцы по достижению 7-ми и 28-ми суток твердения были испытаны на гидравлическом прессе.

Результаты

Базовой состав бетона был спроектированы по методики абсолютных объемов. Добавки вводились в состав бетонной смеси в количестве 5 % от массы цемента.

Исследования проводились на бетонной смеси с подвижностью 19,5 см (марка удобоукладываемости П4), водоцементное отношение 0,51. Корректировка расхода воды производилась по достижению подвижности бетонной смеси 19,5 см П4.

В табл. 1 приведен рабочий состав бетонной смеси на 1 м³.

Таблица 1

Состав тяжелого бетона на 1 м³

Состав	Цемент, кг	Песок, кг	Гравий, кг	Вода, л
Контрольный	380	415	1425	195

По полученных результатам исследований, установленным в табл. 2, что образцы бетона контрольного состава обладают наибольшим значение прочности на сжатие. Применение побочных продуктов промышленных отходов в технологии изготовления тяжелого бетона приводят к снижению прочности на сжатие на 5,6–22,4 %. Наибольшее снижение прочности на сжатие наблюдается при использовании золы гидроудаления [3].

Результаты испытаний бетона с применением побочных продуктов промышленных отходов

Вид бетона	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа, 7 суток	Среднее значение прочности на сжатие, МПа	Прочность на сжатие, МПа, 28 суток	Среднее значение прочности на сжатие, МПа	Средняя плотность, кг/м ³
Контрольный	2466	27,8 28,7 29,6	28,7	37,0 35,2 35,1	35,7	2456
С резиновой крошкой	2368	24,7 24,6 24,3	24,5	34,2 37,0 30,9	34,0	2359
С переработанном полипропиленом	2441	26,1 27,1 29,4	27,5	32,8 36,0 32,4	33,7	2381
С золой гидроудаления	2410	21,1 22,4 19,9	21,1	28,6 27,8 26,6	27,7	2407

Заключение

По результатам проведенного исследования установлено, что существует огромное количество накопленных промышленных отходов. На примере золы гидроудаления, переработанного пластика и резиновой крошки установлено, что введение в состав данных компонентов позволяет получить тяжёлый бетон класса прочности В25. Также установлено, что применение данных компонентов в количестве 5 % от массы цемента незначительно снижает прочность на сжатие бетона по сравнению с контрольным бездобавочным составом бетона. Наименьшая потеря прочности наблюдается при введении резиновой крошки (4,8 %), а наибольшая потеря прочности при введении золы (22,4 %).

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2022-0001.

Список литературы

1. Кудяков А.И., Стешенко А.Б., Душенин Н.П., Рябцева Н.Е. Теплоизоляционный цементный пенобетон неавтоклавно твердения с золой гидроудаления // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2021. – Т. 23. № 5. – С. 105-117.
2. Стешенко А.Б., Кудяков А.И., Иноземцев А.С., Иноземцев С.С. Управление структурообразованием поризованных цементных композиций при изготовлении теплоэффективных ограждающих конструкций повышенного качества // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2023. – Т. 15. № 5. – С. 408-417.
3. Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Семеновых М.А., Копаница Н.О., Демьяненко О.В., Куликова А.А., Стешенко А.Б. Вторичные продукты в производстве строительных материалов. – Томск : Изд-во ТГАСУ, 2023. – 152 с.

УДК 623-73

Методы определения морозостойкости асфальтобетона

Н.В. Черкасов, Г.Л. Огурцов

Научный руководитель: доцент, к.в.н., Д.Л. Симонов
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая 29, 195251
E-mail: cherkasov_2000@list.ru

Methods for determining the frost resistance of asphalt concrete

N.V. Cherkasov, G.L. Ogurtsov

Scientific Supervisor: Ass. Prof., Ph.D., D.L. Simonov
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Russia, Saint Petersburg,
Politekhnicheskaya str., 29, 1952511
E-mail: cherkasov_2000@list.ru

Abstract. *The factor of the influence of low temperatures on the condition of road surfaces is considered in the context of comparing the regulatory literature with the solutions proposed by the scientific community. A more flexible approach to testing is proposed.*

Key words: *asphalt concrete, frost resistance, compressive strength, highways*

Введение

Автомобильные дороги в России, являются востребованной и перспективной отраслью в связи с большими расстояниями и объемами перевозок [1]. Доля протяженности автомобильных дорог общего пользования федерального значения, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям на 2022г по различным федеральным округам составляет от 23 % до 76 %, что не соответствует планам реализации национального проекта «Безопасные и качественные дороги» даже по состоянию на 2020 г. с показателем в 44,9 % [2]. Одним из таких деструктивных факторов является влияние низких температур на поверхностный слой автомобильной дороги, что особенно актуально в районах с континентальным климатом, таких как Санкт-Петербург [3].

Основной целью исследования является рассмотреть основные методы исследования характеристик процессов морозостойкости и определить факторы, влияющие на эти характеристики.

Процессы межсезонного разрушения асфальтобетона (выкрашивание, шелушение) изучены значительно меньше, чем низкотемпературное трещинообразование [4, 5]. В период осеннего влагонакопления работа двухфазной системы–асфальтобетона (каменный заполнитель и битумное вяжущее) затрудняется ввиду более активного, в сравнении с летним периодом, влияния влаги, что приводит к образованию трехфазной системы со значительной степенью влияния воды как заполнителя пористой структуры нежесткой дорожной одежды.

В период многократного перехода температуры воздуха через ноль, система обретает четырехфазную структуру с включениями льда [5-7]. Лед в структуре асфальтобетона вызывает рост микронапряжений, что в совокупности с комплексом других деструктивных факторов может приводить к ухудшению несущей способности конструкции дорожной одежды, что в свою очередь, может пагубно сказаться на потребительских качествах автомобильной дороги в целом.

С понижением температуры ниже критической величины битумное вяжущее переходит из вязко упругого в упругое, а затем и в хрупкое состояние, возрастают внутренние напряжения в самой конструкции дорожной одежды, меняется плотность, состояние на границе раздела фаз с поверхностью каменных материалов.

Для учета влияния низких температур на слой покрытия дорожной одежды в нормативной литературе в России вводится понятие ΔR – потеря прочности при сжатии в случае с ГОСТ 12801-98 [8], в Беларуси введен $K_{мпз}$ – коэффициент морозостойкости для СТБ 1115-2004 [9]. ГОСТ и СТБ [8, 9] среди прочего, устанавливают порядок действий для подготовки и проведения испытаний асфальтобетона на воздействие низких температур. Сравним особенности регламентов.

Потерю прочности при сжатии в [8] и [9] регламентируют к расчету различным образом. В [8] определяется погрешность для потери прочности при сжатии ($K_{мс}$)

$$K_{мпз} = \frac{R_{мпз}}{R},$$

где $K_{мпз}$ – коэффициент морозостойкости, R – среднее арифметическое значение предела прочности при сжатии образцов при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$; $R_{мпз}$ – среднее арифметическое значение предела прочности при сжатии при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ образцов после 50 циклов замораживания-оттаивания. Стоит отметить, что $R_{мпз}$ определяется при довольно высокой температуре, что может повлиять на его значение из-за эффекта заполнения микротрещин (образовавшихся после 50 циклов замораживания-оттаивания–ЦЗО) битумным вяжущем подогретым до $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, о чем пишут авторы [5].

А в [9] определяется относительная прочность (ΔR):

$$\Delta R = \frac{R_{сж}^e - R_{сж}^m}{R_{сж}^e} * 100,$$

где ΔR – потеря прочности при сжатии, %; $R_{сж}^B$ – среднее арифметическое значение предела прочности при сжатии при температуре $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ водонасыщенных образцов, МПа; $R_{сж}^M$ – среднее арифметическое значение предела прочности при сжатии при температуре $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ образцов после установленного числа циклов замораживания–оттаивания, МПа. В данном случае СТБ [9] позволяет установить необходимое количество ЦЗО для $R_{сж}^M$, что дает возможность точнее учесть особенности геокомплекса района эксплуатации автомобильной дороги. Такая возможность актуальна например в условиях Санкт-Петербурга, где с высокой частотой осадков может сочетаться знакопеременная температура воздуха в течении суток. Такие условия дают основания для установления повышенного количества циклов испытаний в данной местности.

Нормативные документы [9, 8] регламентируют порядок действий при установлении $K_{мс}$ и ΔR соответственно, однако отличаются по условиям испытаний. Так, [8] устанавливает среду водонасыщения для асфальтобетонных образцов как воду при температуре $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. В то же время, [9] устанавливает среду в виде 5 %-го водного раствора поваренной соли при температуре в диапазоне $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$. Наличие поваренной соли обязует для корректности результатов обеспечить постоянную циркуляцию раствора в среде, в противном случае соль осядет на дне сосуда и может непредсказуемо повлиять на результаты исследования. Однако, данный аспект не регламентируется в [8].

Отечественный документ [8] регламентирует время заморозки образцов в диапазоне от 4-х часов после установления в морозильной камере при температуре минус $18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Тогда как [9] считает достаточным 2,5 ч при тех же условиях.

В [8] предоставляет возможность установления необходимого количества циклов замораживания-оттаивания (ЦЗО) в диапазоне (5, 10, 15, 25, 50). Тогда как [9] строго регламентирует число ЦЗО в количестве 50. Отличаются и температурные режимы определения прочности при сжатии для установления $K_{мс}$: в [8] устанавливается его в пределах $(20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$, в то время как [9] строго регламентирует $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Однако не все авторы согласны с требованиями, предъявляемыми нормативной литературой по данному вопросу. Так, в [5] обозначена проблема получения отличающихся результатов при испытаниях на морозостойкость по различным

нормативным документам [9, 8]. В [5] показано, что определять $K_{мс}$ при температурах выше $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ не целесообразно так как он имеет свойство восстанавливаться при высоких температурах (о чем упоминалось выше). Именно такой термический режим устанавливает [9]. Таким образом, образовывается вероятность получения не корректных значений $K_{мс}$, что может отразиться на общем модуле упругости на поверхности слоев при проведении расчетов конструкции дорожной одежды. Еще одним фактором, влияющим на значение коэффициента, является длительность времени нагружения и сочетание температуры со временем испытания: при повышенной температуре испытания [5] показывают наименьшие коэффициенты морозостойкости – ($K_{мс}$) и наоборот – при низкой температуре и коротком времени получают более высокие значения $K_{мс}$. Высказано предположение о том, что сочетание время-температура необходимо устанавливать согласно климатическим особенностям района, в котором будет работать асфальтобетон. Предположение о восстановлении $K_{мс}$ после испытания на морозостойкость подтверждаются экспериментально [5]. $K_{мс}$ восстанавливается на 27 % при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а при $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ до 40 %. Таким образом, дефекты, вызванные циклами замораживания-оттаивания в некоторой степени, могут быть нейтрализованы под релаксирующим воздействием высокой температуры.

Заключение

Необходимо развивать альтернативные подходы к изучению влияния низких температур на поверхностный слой асфальтобетона так как в нормативной литературе не предусмотрен учет локальных особенностей геокомплекса, что, в свою очередь, не позволяет адаптировать испытание под местные условия эксплуатации автомобильной дороги.

Список литературы

1. Минтранс. Доклад о реализации транспортной стратегии до 2030 года. Отчетный период: 2021 год. [Электронный ресурс] // <https://mintrans.gov.ru/file/479860> (дата обращения: 15.09.2023).
2. Транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог общего пользования федерального значения // Официальный интернет-сайт Федерального дорожного агентства (rosavtodor.gov.ru) [дата обращения: 02.03.24]
3. СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – М. : Минстрой РФ, 2020. – 154 с.
4. Колесник Д.А., Мантопкин С.А. Оценка устойчивости асфальтобетонов к воздействию влаги и поперечному замораживанию-оттаиванию // Вестник ХНАДУ. – 2017. – Вып. 79. – С. 128–132.
5. Золотарев В.А., Ильин Я.В. Влияние циклического замораживания-оттаивания на модуль упругости асфальтобетона // Дороги и мосты сборник [статей]. – М. : РосдорНИИ, 2017. – Вып. 37/1. – С. 236–250.
6. Козлов В.А., Котов А.И. Теоретическое обоснование износа дорожной одежды пористой структуры при динамическом нагружении и транспортным потоком // Регион: системы, экономика, управление. – 2017. – №3 (38). – С. 150–155.
7. Сафонов Р.А. Типичные дефекты верхнего дорожного покрытия в России // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 75–84.
8. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 54 с.
9. СТБ 1115-2004 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний.

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 6. Строительство и архитектура

Сборник научных трудов
XXI 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