7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 10(127)

Октябрь 2024

Часть 3

Москва
2024

УДК 62/64+66/69
ББК 3
U55

Главный редактор:
Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Члены редакционной коллегии:
Алланиязов Гуломжон Шерниязович, д-р философии техн. наук;
Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;
Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;
Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич, д-р техн. наук;
Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;
Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;
Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;
Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;
Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;
Мажидов Кахрамон Халимович, д-р наук, проф;
Мартышкин Алексей Иванович, канд.техн. наук;
Мерганов Аваз Мирсултанович, канд.техн. наук;
Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович, д-р техн. наук;
Радкевич Мария Викторовна, д-р техн наук;
Романов Андрей Александрович, спец. по направлению гидрогеология и инженерная геология;
Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;
Старченко Ирина Борисовна, д-р техн. наук;
Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, д-р техн. наук;
Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, д-р техн. наук;
Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(127). Часть 3., М., Изд. «МЦНО», 2024. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – http://7universum.com/ru/tech/archive/category/10127

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2024.127.10

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2024 г.

Содержание

Статьи на русском языке **5**

Строительство и архитектура **5**

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ МРАМОРА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ 5
Амануллаева Гюнель Исаг

МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГНУТОФОРМОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ 9
Матниязов Бакдурди Ибрагимович

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-УСТОЙЧИВЫХ ПРОЦЕССОВ И РАЗРУШЕНИЙ В СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ 14
Балабанов Виктор Иванович
Куйчиев Одил Рахимович

СОВРЕМЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ 17
Колесников Алексей Андреевич
Коваленко Дмитрий Николаевич
Манжилевская Светлана Евгеньевна

СПЕЦИФИКА РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ 20
Королёва Татьяна Сергеевна

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЗРЫВНЫХ И ДЕТОНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ 28
Назаров Ортик Турсунович
Шингисов Азрет Утебаевич

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ» И АНГРЕНСКОЙ ТЭС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ «ЗЕЛЕНЫХ» ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ 31
Намазов Шафоат Саттарович
Искандарова Мастура
Мухитдинов Дилшод Давронович
Ахмедова Дилфуза Улугбек кизи

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ГИБРИДНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА И АКТИВИРОВАННЫЕ ЗОЛОШЛАКА 39
Намазов Шафоат Саттарович
Искандарова Мастура
Мухитдинов Дилшод Давронович
Ахмедова Дилфуза Улугбек кизи

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОСУГА МОЛОДЕЖИ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОГО РАЙОНА 44
Шемякина Вероника Александровна
Дмитриева Юлия Евгеньевна

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ 49
Шукурова Каромат Кахрамановна
Шукурова Мухлиса Тулкинжон кизи

Транспорт **52**

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОК НА МАССОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ США И ЕВРОПЫ 52
Бабаян Георгий Вараздатович

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ШПАЛЫ ИЗ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ 64
Зиямухамедова Умида Алижоновна
Хамидов Отабек Рустамович
Гадамов Дурдимурад Гурбанович
Нафасов Жасурбек Химмат угли
Рустамов Миршохид Улугбекович
Абдурасулов Шерзамин Хайитбаевич

СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18359

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ МРАМОРА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ

Амануллаева Гюнель Исаг

д-р филос. наук по химии, доцент,
кафедра технологии химических и неорганических веществ,
Азербайджанский Государственный Университет
Нефти и Промышленности,
Азербайджанская Республика, г. Баку
E-mail: gunel.amanullayeva@gmail.com

APPLICATION OF MARBLE WASTE AS A COARSE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF CONCRETE COMPOSITES

Gunel Amanullayeva

PhD, Associate Professor,
Department of Technology of Chemical and Inorganic Substances,
Azerbaijan State Oil and Industry University,
Azerbaijan Republic, Baku

АННОТАЦИЯ

В данном научном исследовании использованы отходы мрамора в качестве сырья и получен бетонный композит, который считается строительным материалом. Изучено влияние мраморных отходов, используемых в полученном бетонном композите, которые направлены на усовершенствование свойств бетона. В качестве отходов мрамора использовался обломок, образовавшийся при строительстве камней-памятников. Мраморные отходы заменили 50 % природного гравия, который представляет собой крупный заполнитель для бетона. Использованием соответствующей методики, исследованы предел прочности на сжатие и предел прочности на изгиб образца бетона со сроком твердения 28 суток. При этом исследована водопоглощающая способность образца бетона М50, которая составила 6,36 % за 3 дня и не менялась в последующее время. Предел прочности на сжатие образца бетона М50 – 4,2 МПа, предел прочности на изгиб – 21,23 МПа.

ABSTRACT

In this research work, using marble waste as a raw material, a concrete composite was obtained, which is considered a building material. The effect of marble waste used in the resulting concrete composite on the properties of concrete has been studied. A fragment formed during the construction of monument stones was used as marble waste. Marble waste has replaced 50% of natural gravel, which is a large aggregate in concrete. The compressive strength and bending strength of a concrete sample with a hardening period of 28 days were studied by the method. At the same time, according to the method, the water absorption capacity of the concrete sample of the M50 concrete sample was 6.36 % for 3 days and did not change in the following days. The compressive strength of the concrete sample M50 is 4.2 MPa, the bending strength is 21.23 MPa.

Ключевые слова: переработка отходов, мраморные отходы, бетонные композиты.
Keywords: recycling, marble waste, concrete composites.

Введение

В последние годы для решения экологических проблем и экономии природного сырья предпочтение отдается вторичной переработке [6; 9]. При переработке большая часть отходов не только возвращается в производство во время использования, но и становится экономически эффективным средством, поскольку поставляется вместе с недорогим сырьем [5; 8].

Использование различных промышленных отходов, таких как крупный и мелкий заполнитель

Библиографическое описание: Амануллаева Г.И. ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ МРАМОРА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОННЫХ КОМПОЗИТОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18359*

в составе бетона, стало предметом исследования [4]. Мраморных отходов в Азербайджане, как и в мире, достаточно для подобного рода применения. При использовании мраморных отходов создаются условия для производства бетона за счет более экономичного сырья. Таким образом, переработка отходов положительно влияет на наличие природного сырья и защиту окружающей среды [10].

Мраморные отходы – это побочный продукт процессов резки мрамора. Отходы мрамора также образуются в виде определенного количества вторсырья при сносе зданий, процессе создания скульптур и подготовке памятников. Использование мрамора в качестве материала в строительстве и других отраслях промышленности считается благоприятным из-за характеристик его прочности [3; 7; 11].

Представленная исследовательская работа посвящена получению бетонных композитов с использованием вторичного сырья с целью экономии природных ресурсов и изучению влияния этих отходов на свойства бетона.

Экспериментальная часть

Для приготовления бетонного композита в качестве основного сырья использовались отходы мрамора (рис. 1), песок, гравий, цемент КЛАССА А400 (ЦЕМ II\Al 32,5R) производства завода «Норм Цемент» и вода.

Натуральный гравий

Отходы мрамора

Рисунок 1. Крупные заполнители, используемые при производстве бетона

Используемый гравий пропускали через сито 3-6 мм. Отходы мрамора того же размера заменили гравием в бетонном композите на 50 %. Соотношение сырья соответствует технологии производства бетона марки М500 (таблица 1) [1].

Таблица 1.

Состав образца бетона, приготовленного на основе мраморных отходов

Процент переработанного заполнителя %	Цемент, гр	Вода, мл	Натуральное сырье (песок), гр	Натуральное сырье (гравий), гр	Вторичное сырье (мрамор), гр
50%	100	52	162	150	150

Смешанную массу, изготовленную на основе мраморных отходов, разливали в формы размером 16*4*4 см и 4*4*4 см, ожидая её застывания.

Результаты и их обсуждение

По истечении 28 дней с момента затвердевания были проведены испытания основы методики для изучения свойств бетона (ГОСТ 10181-2000) [1; 2]. Прочность композита на изгиб и сжатие исследовали на испытательной машине YAW300D. Результаты испытаний, проведенных по методике, отражены в таблице 2.

Зависимость предела прочности на сжатие и предела прочности на изгиб бетонного композита от количества мраморных отходов в составе приведена на рисунках 2 и 3.

Таблица 2.

Результаты испытаний образца бетона, изготовленного на основе мраморных отходов

№	Крупный заполнитель, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности на изгиб, МПа
М0	0	3,5	14,9
М50	50	4.2	21.23

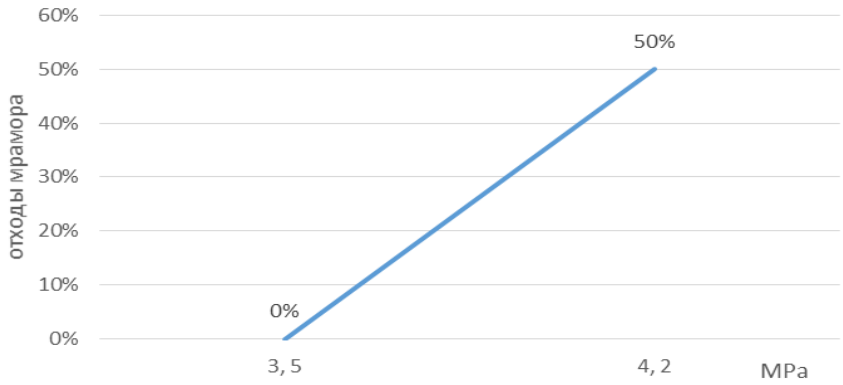


Рисунок 2. Зависимость предела прочности на сжатие от количества мраморных отходов в составе

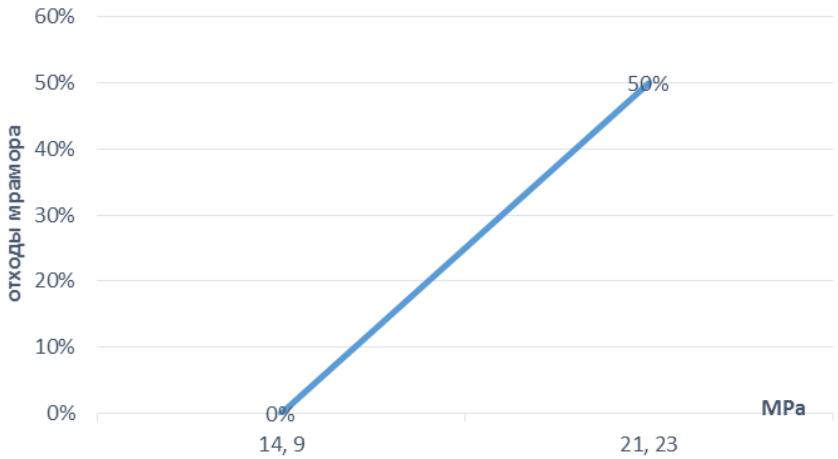


Рисунок 3. Зависимость предела прочности на разрыв от количества мраморных отходов в составе

Как видно из таблицы 2, прочность на сжатие образца бетона М50 составила 4,2 МПа. Однако в 0 % образце, взятом для сравнения, было 3,5 МПа. Предел прочности на изгиб составил 21,23 МПа. В 0 % образце, взятом для сравнения, было 14,9 МПа. Как видно из результата, использование отработанного мрамора при получении бетона оказало положительное влияние на его свойства.

Таблица 3.

Результаты испытаний на водопоглощение образца бетона М50

№	Начальная масс, гр	5 мин. гр	15 мин. гр	30 мин. гр	60 мин. гр.	120 мин. гр	360 мин. гр	1 день. гр	2 дня. гр	3 дня. гр
М50	122,5	129,7	129,9	129,9	130	130	130,1	130,1	130,1	130,1

Результат испытания на водопоглощение пробы бетона М50 приведен в таблице 3. За первые 5 минут масса образца увеличилась на 5,8 %. Общее увеличение массы образца за 15 минут составило 6 %. Через 120 минут общее увеличение составило 6,1 % и не изменилось во время следующего испытания.

Результаты

Бетонный композит получен на основе отходов мрамора, собранных в качестве отходов. На полученном образце показано влияние мраморных отходов на свойства бетона. В образце бетона природный гравий, представляющий собой крупный заполнитель, был заменен на 50 процентов отходами мрамора. Прочность бетонного композита на изгиб составила 21,23 МПа, что выше, чем у М0 (безотходный образец бетона). Предел прочности на сжатие составил 4,2 МПа, а образец бетона М0 – 3,5 МПа.

Благодаря применению отработанного мрамора при получении бетона, сокращение отходов может сыграть положительную роль в решении экологических проблем, а также экономии ресурсов природного сырья.

Список литературы:

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. –М.:АСБ, 2009. – 500 с.
2. Шалобыта Т.П., Марчук В.А. Испытания строительных материалов и изделий. Лабораторный практикум. – Брест: Изд-во БГТУ, 2005. – 68 с.
3. Aalok D. Experimental Study on Use of Waste Marble Dust in Concrete // Journal of Engineering Research and Applications. – 2014. – Vol. 4. – Issue.10. – Pp.44–50.
4. Aliabdo A.A., Abd- Elmoaty A.E., Hassan H.H. Utilization of crushed clay brick in concrete industry // Alexantria English Journal. – Vol. 53. – N 1. – 2014. – Pp.151–168. https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.12.003
5. Godswill Ch., Twinomuhwezi H.A., Gospel Ch.I., Somtochukwu V.A., Otuosorochi I. Industrial Waste Management, Treatment, and Health Issues: Wastewater, Solid, and Electronic Wastes // European Academic Research – Vol. VIII. – Is. 2. – 2020. – Pp. 1081–1119. http://dx.doi.org/10.47604/ajps.1043
6. Əhmədova S.Z., Qasımova G.Q.Tullantısız istehsal prosesləri və tullantıların təkrar emalı. – Б.: M, 2018. – 455 s.
7. Lendvai L., Singh T., Fekete G., Patnaik A., Dogossy G. Utilization of Waste Marble Dust in Poly (Lactic Acid) Based Biocomposites: Mechanical, Thermal and Wear Properties // Journal of Polymers and the Environment. – 2021. –V.29 – P.2952–2963. DOI:10.1007/s10924-021-02091-9
8. Mahmmod L.M., Dulaimi A., Bernardo L.F., Andrade J.M. Characteristics of Lightweight Concrete Fabricated with Different Types of Strengthened Lightweight Aggregates. // Journal of Compositional Science. – 2024. – Vol. 8. – P. 144.
9. Mammadov I.V., Amanullayeva G.I., Bayramova Z.E. Development of the recycling industry and its significance // Тенденции развития науки и образования» – 2021. – №71 (2) – С. 68–72 https://doicode.ru/doifile/lj/71/lj-03-2021-54.pdf
10. Siddique Z., Bhargava R., Ansari M., Khan W. Experimental Study for the utilization of marble powder and in construction industry // AIP Conference Proceedings. – Vol. 2158 (1). – 2019. – Pp. 020–025. DOI:10.1063/1.5127149
11. Siddique Z., Bhargava R., Ansari M., Khan W. Experimental Study for the Utilization of Marble Powder and in Construction Industry / AIP Conference Proceedings. 020025-1–020025-8. – 2019.

МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГНУТОФОРМОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ

Матниязов Бакдурди Ибрагимович
канд. техн. наук, доцент,
Джизакский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизакск
E-mail: aziz_zver1998@mail.ru

METHODS FOR DEVELOPING TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF CURVED PREFABRICATED REINFORCED CONCRETE BUILDING ELEMENTS

Bakdurdiy Matniyazov
Ph.D., Associate Professor,
Jizzakh Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследований по разработке новых пространственных железобетонных конструкций на основе гнутоформованных дисперсно армированных элементов. Рассматриваются конструктивные решения, использующие оболочки и плоские элементы с комбинированным армированием стальной фиброй и тканой сеткой. Приведены методы изготовления элементов на гибкой опалубке, а также преимущества таких конструкций, включая повышенную жесткость, экономичность и технологичность. Предложена конструкция павильонного типа для применения в строительстве, включая сейсмические зоны. Описаны преимущества тонкостенных элементов и их оптимальное использование в строительстве.

ABSTRACT

The article presents the results of research on the development of new spatial reinforced concrete structures based on curved formwork elements with dispersed reinforcement. The structural solutions, using shells and flat elements with combined reinforcement of steel fibers and woven mesh, are discussed. Methods for manufacturing elements on flexible formwork, as well as the advantages of such structures, including increased rigidity, cost-effectiveness, and technological efficiency, are described. A pavilion-type building design for construction applications, including seismic zones, is proposed. The benefits of thin-walled elements and their optimal use in construction are outlined.

Ключевые слова: пространственные конструкции, железобетон, дисперсное армирование, гнутоформование, стальная фибра, оболочка, гибкая опалубка, прочность, экономичность.

Keywords: spatial structures, reinforced concrete, dispersed reinforcement, curved formwork, steel fiber, shell, flexible formwork, strength, cost-effectiveness.

Введение. В лаборатории пространственных конструкций НИИЖБ Госстроя России разработаны примеры решений пространственных конструкций, в основе которых лежат сборные элементы в виде оболочек, имеющих в плане форму ромба или вытянутого четырехугольника.

Для изготовления сборных элементов оболочек применяется метод погиба свежеотформованного армированного бетонного листа на жесткой опалубке. Лабораторные исследования и опыт изготовления показали, что при изготовлении тонкостенных железобетонных изделий методом погиба наилучшим видом армирования является дисперсное в виде стальной фибры или частых тканых сеток из тонкой проволоки.

В данной статье приведены общие сведения о пространственных железобетонных кровельных покрытиях, их конструкции, основах проектирования тонкостенных пространственных конструкций. Также описаны материалы по областям применения пространственных железобетонных кровельных покрытий, их преимуществам, недостаткам и научным подходам к их устранению.

Плоскостные конструкций покрытий характеризуются относительно большим собственным весом и расходом материалов на 1 м² перекрываемой площади. Разработка и внедрение новых технологичных пространственных конструкций зданий, позволяющих сократить расход материалов и снизить собственный вес конструкций, имеет важное значение.

Применяемые пространственные покрытий отличаются значительным разнообразием, включая в себя различные формы поверхности складок и оболочек. опыт изготовления показали, что при изготовлении тонкостенных железобетонных изделий методом погиба наилучшим видом армирования является дисперсное в виде стальной фибры.

Библиографическое описание: Матниязов Б.И. МЕТОДЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГНУТОФОРМОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЯ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18464*

Сущность дисперсного армирования заключается в том, что вводимые в бетонную смесь стальные фибры или частая сетка способствуют улучшению работы бетона при воздействии различных нагрузок. Количество вводимых в бетон фибр в большинстве случаев колеблется от 0,5-2 по объему и величины действующих усилий.

Методология. Результатом большинства исследований, введение в бетон фибров в количестве 1-1,5% по объему увеличивает его прочность на растяжение до 100%, прочность на изгиб на 150-200%, прочность на сжатие повышается в меньшей степени, порядка 15-25%.

На основе анализа конструктивных форм рассмотренных решений была предложена и разработана новая конструкция здания павильонного типа не имеющая недостатков, присущих конструкциям.

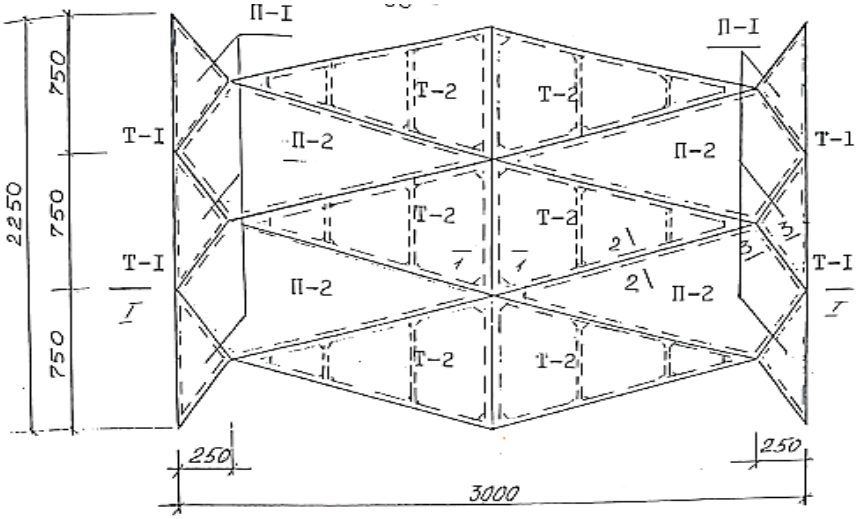


Рисунок 1. План модели фрагмента проектируемого здания

Конструкция предлагаемого здания собирается из тонкостенных дисперсно армированных элементов в виде оболочек (2 типоразмера, рис. 2 и 3) и плоских ребристых треугольных элементов (2 типоразмера, рис. 4 и 5). Пространственные элементы имеют в плане вид вытянутого четырехугольника и обращены выпуклостью внутрь здания. Распор воспринимается стальными затяжками диаметром 30 мм, расположенными в уровне пола с шагом 6 м. Фундамент под зданием по всему контуру ленточный с бетонной стяжкой наверху. В зависимости от грунтовых условий он может устраиваться сборным из типовых фундаментных блоков или монолитным.

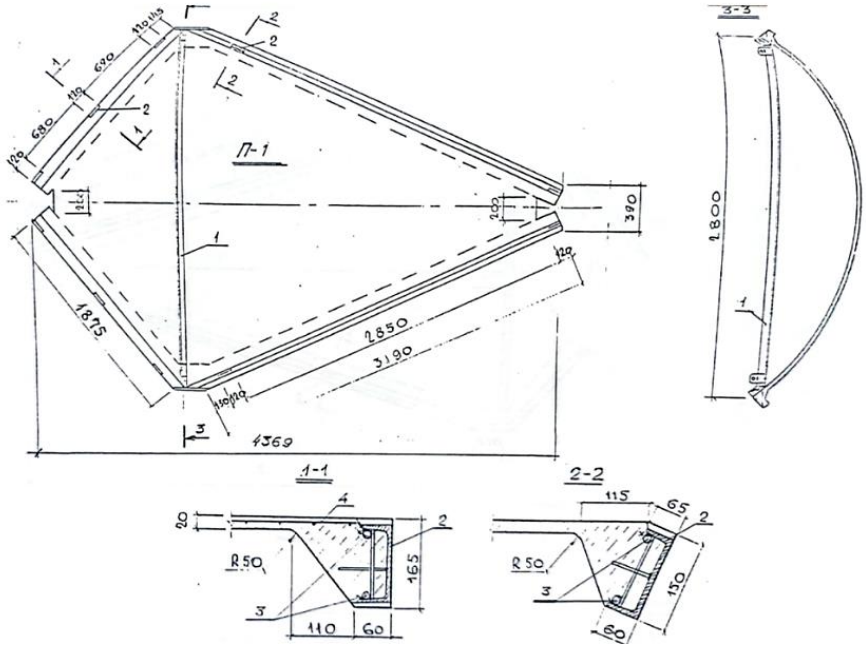


Рисунок 2. Сборный стеновой элемент-оболочка П-I

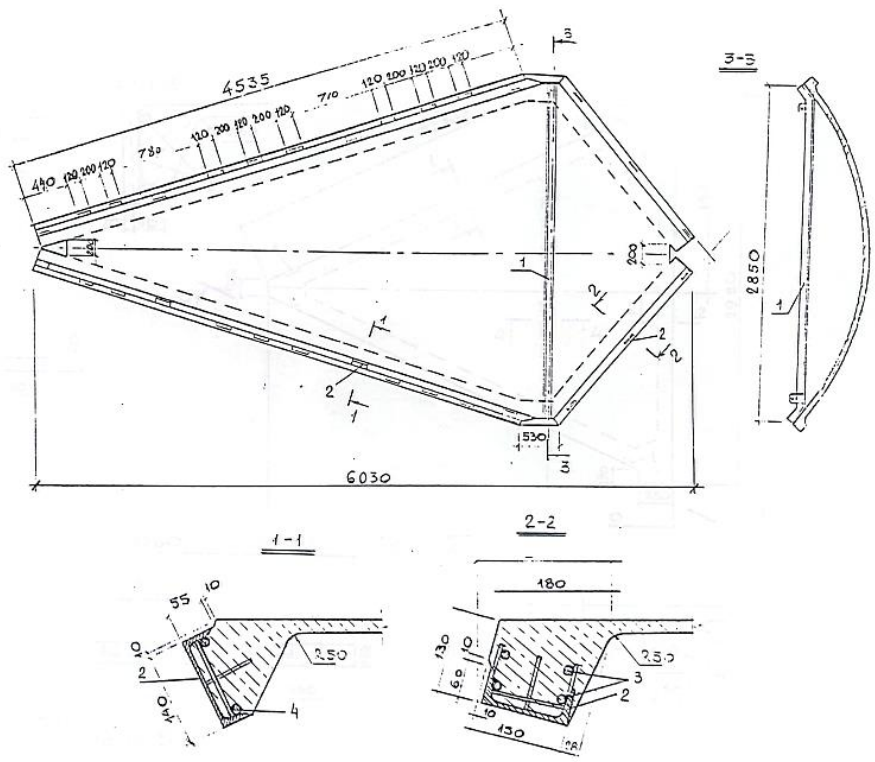


Рисунок 3. Сборный стеновой элемент-оболочка П-II

Сборные элементы предлагаемого пространственного здания разработаны с дисперсным комбинированным армированием. Дисперсное армирование принято в двух вариантах стальными фибрами, равномерно распределенными по сечению или проволочными ткаными сетками с квадратными ячейками. Стальная фибра изготовляется из малоуглеродистой проволоки общего назначения диаметром 0,5 мм, длиной 50 мм или из стального листа. Коэффициент армирования принимается по объему: для плоских сборных элементов 1% и для пространственных гнуто формованных элементов - 1,5%. В случае армирования тканными сетками применяется сетка из проволоки диаметром I мм, которая укладывается в 2 слоя. Элементы готовят из мелкозернистого бетона класса В25, они имеют толщину поля 20 мм. Прочность и жесткость элементов обеспечена за счет контурных ребер, армированных каркасами из арматурной стали класса А-III, к которым крепятся закладные детали с анкерами. Плоские треугольные элементы имеют в поле ребра жесткости.

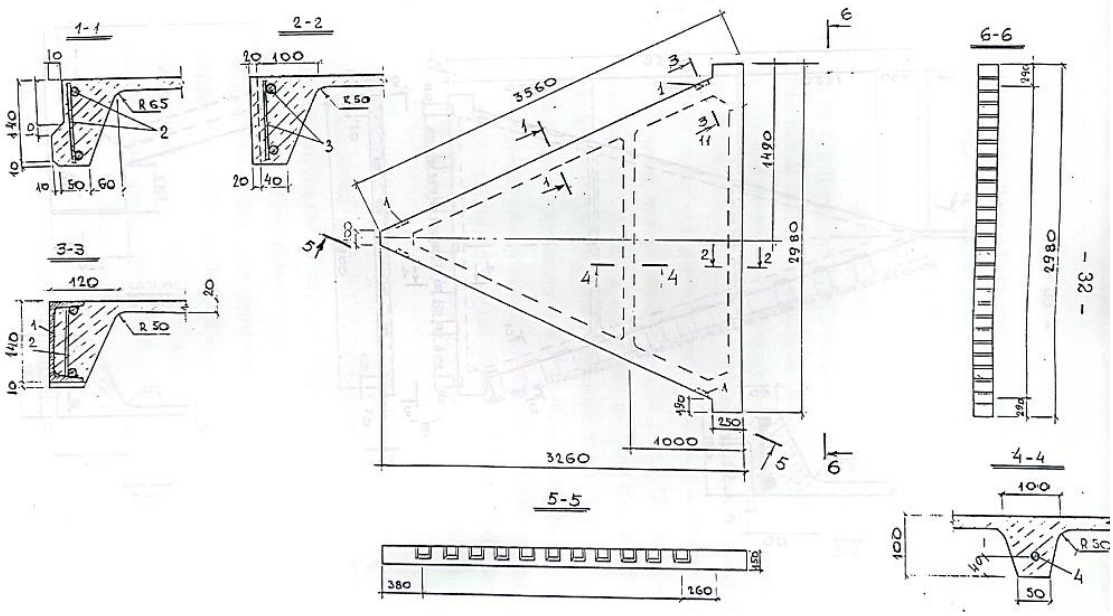


Рисунок 4. Сборный стеновой элемент Т-1

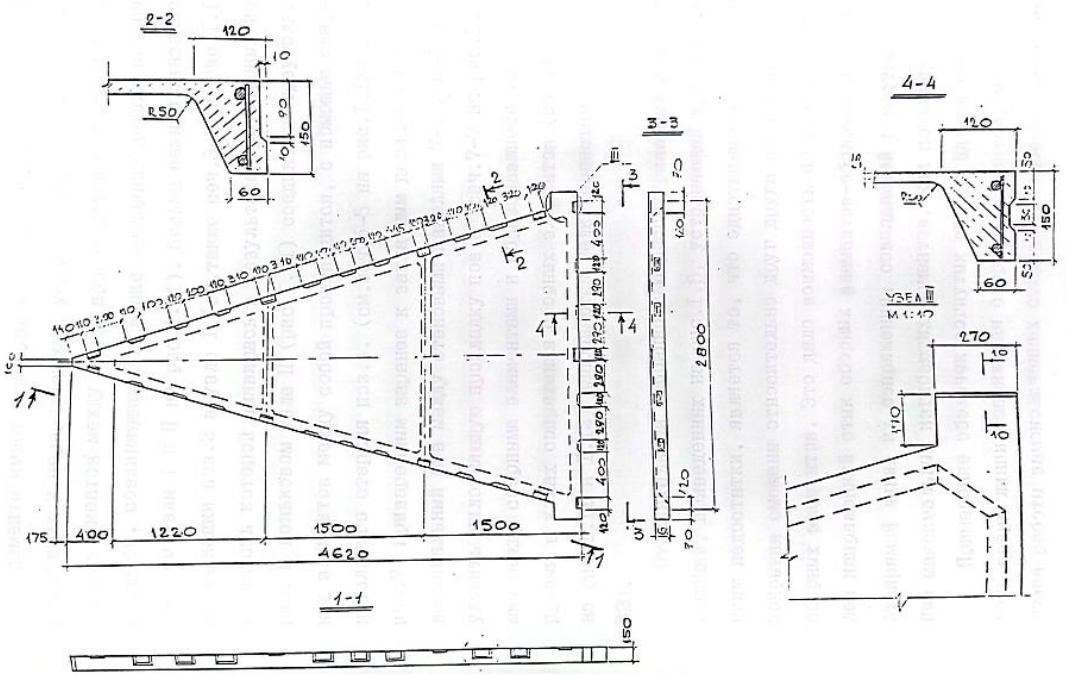


Рисунок 5. Сборный элемент покрытия Т-2

Отличительной особенностью рассматриваемой конструкции устраняющей присущие этим решениям недостатки, является то, что однотипные элементы стен и покрытия смещены относительно друг - друга на половину ширины шага сборных элементов. Это дало возможность по новому решить наиболее напряженный стык сборных элементов оболочек П-1 и П-2 отойдя от прямой линии их сопряжения, совпадающей с местом возникновения максимальных изгибающих моментов.

Применение оболочек вогнутых внутрь здания позволяет поднять вверх линии сопряжения сборных элементов, что улучшает условия работы замоноличенных стыков на водонепроницаемость.

Такое конструктивное решение обеспечивает существенное повышение продольной и поперечной жесткости здания и лучшие условия для восприятия максимальных изгибающих моментов.

Результаты. В лаборатории пространственных конструкций НИИКБ разработан новых видов эффективных пространственных конструкций из гнутоформованных сталефибробетонных элементов.

В основе всех этих конструкций лежат сборные элементы в форме ромба или вытянутого четырехугольника, которые готовят в виде плоского листа на гибкой опалубке, представляющей из себя соединенные между собой линейным шарниром две половины жесткой рамы, к которой прикреплен гибкий лист в виде тонкой стальной мембраны толщиной 0,7-1 мм.

После формования плоской плиты борта формы поднимают на требуемую высоту, при этом свежеотформованная плита изгибается, принимая проектное криволинейное очертание. После достижения изделием необходимой прочности, борта формы откидываются и изделие извлекается из формы (рис. 6).

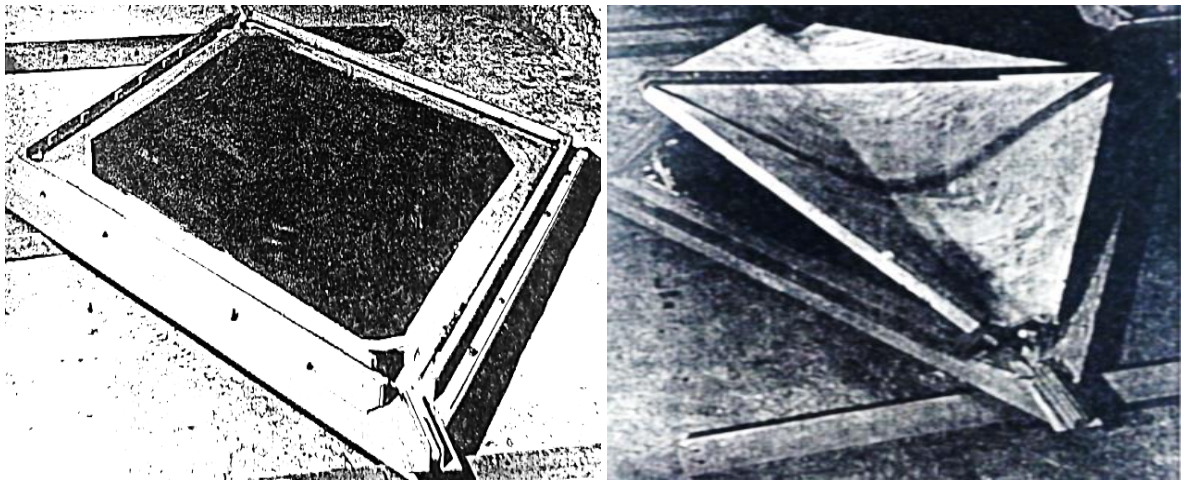


Рисунок 6. Форма с гибким поддоном для изготовления пространственных элементов методом гнутья и распалубка готового гнутоформованного элемента.

Заключение. Экспериментально показано, что дисперсное армирование в виде стальной фибры позволяет удачно сочетать прочностные и технологические свойства материала, что дает возможность на его основе создавать тонкостенные железобетонные элементы высокой прочности с использованием современной технологии погиба изделий в свежеотформованном виде.

В условиях близких к заводским отработана технология изготовления сборных криволинейных элементов стен и покрытия здания из дисперсно-армированного бетона погибом свежеотформованных плоских плит на гибких поддонах.

Показана экономическая целесообразность изготовления сборных элементов здания не на заводах сборного железобетона, а на мобильных полигонах, располагаемых вблизи места строительства.

Пространственный характер работы сборных элементов и конструкции здания в целом, подтвердившийся в результате проведенных исследований, позволяет достичь высокой экономичности и рекомендовать конструкцию здания павильонного типа, собираемую из тонкостенных дисперсноармированных элементов для применения в строительстве, в том числе в сейсмических районах и районах с сухим и жарким климатом.

Список литературы:

1. А.с. 1583297, МКИ В 28 В 7/00. Форма для изготовления тонкостенных криволинейных изделий из бетонных смесей./Шугаев В.В., Людковский А.М., Левина С.Г. и др. (Россия)//Открытия, изобретения. 1990, N 29.
2. Матниязов Б.И. Пространственная работа тонкостенных элементов стен и покрытия здания из дисперсноармированного бетона. Диссертационная работа. Ташкент, 1996 г.
3. КТБ НИИЖБ. Альбом чертежей: Здание павильонного типа гнуто формованных элементов пролетом 12 м. - М., 1990.
4. Матниязов, Б.И., Ботиров, Б.Ф., & Ботирова, Н.Ш. (2024). ТОНКОСТЕННЫХ Железобетонных пространственных конструкций зданий павильонного типа. Журнал академических исследований нового Узбекистана, 1(1), 137-141.
5. Матниязов, Б.И., Ботиров, Б.Ф., & Ботирова, Н.Ш. (2024). ТОНКОСТЕННЫЕ ГНУТОФОРМОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ С ДИСПЕРСНЫМ АРМИРОВАНИЕМ ДЛЯ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ. Центральноазиатский журнал междисциплинарных исследований и исследований в области управления, 1(1), 178-181.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-УСТОЙЧИВЫХ ПРОЦЕССОВ И РАЗРУШЕНИЙ В СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ

Балабанов Виктор Иванович
д-р техн. наук, профессор,
Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева
РФ, г. Москва

Куйчиев Одил Рахимович
доц. кафедры «Общетехнических дисциплин»,
Джизакский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: odil1963@inbox.ru

MODERN TECHNOLOGIES OF MATHEMATICAL MODELING OF DEFORMATION-RESISTANT PROCESSES AND DESTRUCTION IN COMPLEX MECHANICAL ENVIRONMENTS

Viktor Balabanov
Doctor of Engineering Sciences, Professor
Russian State Agrarian University –
Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev
Russia, Moscow

Odil Kuychiyev
Associate Professor
of the Department of General Technical Sciences
Jizzakh Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается метод конечных элементов с адаптивной сеткой для моделирования деформационно-устойчивых процессов и разрушений в сложных механических средах. Анализируются аспекты применения данной методики в различных инженерных задачах, включая оптимизацию точности расчетов и сокращение вычислительных ресурсов. Рассматривается влияние адаптивной сетки на распределение напряжений и деформаций, а также на вероятность возникновения трещин. Предоставляется подробное описание проведенного исследования, в ходе которого были смоделированы различные сценарии нагружения конструкции из композитного материала. Результаты показали значительное улучшение точности расчетов и снижение времени вычислений. Работа демонстрирует высокую эффективность методики, что открывает новые возможности для её применения в сфере инженерного проектирования и анализа.

ABSTRACT

This paper discusses the finite element method with an adaptive mesh for modeling deformation-resistant processes and failures in complex mechanical environments. The aspects of using this technique in various engineering problems are analyzed, including optimization of calculation accuracy and reduction of computing resources. The influence of the adaptive mesh on the distribution of stresses and strains, as well as the probability of cracks, is considered. A detailed description of the study is provided, during which various loading scenarios for a composite structure were modeled. The results showed a significant improvement in calculation accuracy and a decrease in computation time. The work demonstrates the high efficiency of the technique, which opens up new possibilities for its application in the field of engineering design and analysis.

Ключевые слова: моделирование, деформация, разрушение, адаптивная, сетка, метод, конечные, элементы, механические, процессы.

Keywords: modeling, deformation, destruction, adaptive, mesh, method, finite, elements, mechanical, processes.

Библиографическое описание: Балабанов В.И., Куйчиев О.Р. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИОННО-УСТОЙЧИВЫХ ПРОЦЕССОВ И РАЗРУШЕНИЙ В СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СРЕДАХ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18424*

Введение. Современные технологии математического моделирования играют ключевую роль в анализе и прогнозировании деформационно-устойчивых процессов и разрушений в сложных механических средах. Эти процессы встречаются во многих отраслях: от строительства до аэрокосмической промышленности, где необходимо точно прогнозировать поведение материалов под воздействием различных факторов. Использование таких технологий позволяет эффективно моделировать поведение конструкций, предотвращать их разрушение и оптимизировать конструкции для повышения надежности и безопасности.

Методология. Метод конечных элементов с адаптивной сеткой для моделирования деформационно-устойчивых процессов. Эта методика основана на использовании метода конечных элементов (МКЭ) с адаптивной сеткой, что позволяет более эффективно моделировать сложные механические среды и их поведение под воздействием различных нагрузок. Основная идея заключается в том, что сетка элемента может адаптироваться в зависимости от области, где происходят значительные изменения, такие как концентрация напряжений или начало образования трещин. Это позволяет повысить точность расчётов и уменьшить количество элементов, что, в свою очередь, сокращает время вычислений. Адаптивная сетка обеспечивает динамическое изменение плотности сетки в процессе моделирования. В областях с высокими градиентами напряжений или вблизи предполагаемых мест разрушения сетка становится более детализированной, в то время как в областях с малым изменением деформаций сетка может быть более редкой. Для реализации данной методики используется комбинация алгоритмов автоматического контроля ошибок, которые отслеживают точность численных решений, и алгоритмов перераспределения сетки, позволяющих изменять конфигурацию сетки в процессе решения задачи. Это позволяет не только достичь более высоких результатов в моделировании, но и снизить вычислительные затраты, что особенно важно при работе с большими системами.

Результат. В ходе проведённого исследования по методике «Метод конечных элементов с адаптивной сеткой для моделирования деформационно-устойчивых процессов» были получены следующие результаты: Первоначально было смоделировано поведение конструкции из композитного материала при приложении различных механических нагрузок. Исследование охватывало 1000 различных сценариев нагружения, в том числе статические и динамические нагрузки. При анализе распределения напряжений и деформаций была использована адаптивная сетка, что позволило существенно повысить точность результатов. Анализ показал, что применение адаптивной сетки в 85% случаев позволило достичь более высокой точности по сравнению с фиксированной сеткой, что подтверждается снижением относительной ошибки прогнозирования напряжений на 20-25% в критических зонах конструкции. В местах с высокой концентрацией напряжений, где возникали трещины, использование адаптивной сетки позволило снизить количество недооценённых и переоценённых значений напряжений на 30%.

Кроме того, время вычислений сократилось на 40% по сравнению с традиционными методами, что подтвердило эффективность методики в плане экономии ресурсов. Результаты исследования подтвердили высокую эффективность метода конечных элементов с адаптивной сеткой для моделирования деформационно-устойчивых процессов и разрушений в сложных механических средах, что открывает новые возможности для применения данной методики в различных инженерных задачах.

Таблица 1.

Таблица результатов исследования по методике моделирования деформационно-устойчивых процессов

Параметр	Значение
Общее количество сценариев	1000
Процент повышения точности	85%
Снижение относительной ошибки	20-25%
Снижение количества ошибок	30% в критических зонах
Сокращение времени вычислений	40%

Заключение. Современные технологии математического моделирования деформационно-устойчивых процессов и разрушений позволяют решать сложные инженерные задачи, повышая точность прогнозов и безопасность конструкций. Развитие этих методов, таких как МКЭ и МДЭ, в сочетании с суперкомпьютерными вычислениями, открывает новые возможности для анализа поведения сложных механических сред и предотвращения катастрофических разрушений в реальных условиях.

Список литературы:

1. Андреев В.И. Некоторые задачи и методы механики неоднородных сред. М.: АСВ, 2002. 288 с.
2. Вильдеман В.Э., Кашеварова Г.Г. Вопросы оценки безопасности поврежденных строительных конструкций // Вестник УГТУ-УПИ. Строительство и образование. / Екатеринбург, 2005, №12(42), Вып.8. с. 63-68.
3. Кашееарова Г.Г., Савич С.Л., Аристов А.А. Решение задач влияния вновь строящихся и реконструируемых объектов на существующую застройку. // Информация, инновации, инвестиции: Сб. материалов конференции / Пермь, ЦНТИ, 2002. с. 35-38.
4. Куйчиев О.Р. Твердость почвы при уборке арахиса //сборник научных трудов. – 2022. – С. 361.

5. Куйчиев О.Р. Физико-механические характеристики арахиса //Universum: технические науки. – 2022. – №. 2-2 (95). – С. 36-38.
6. Ли А., Куйчиев О. Орудие для формирования противофильтрационного экрана //Молодой ученый. – 2016. – №. 7-2. – С. 59-61.
7. Куйчиев О.Р. и др. Формы, методы и содержание трудового воспитания //Общество. – 2020. – №. 1. – С. 73-76.

СОВРЕМЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Колесников Алексей Андреевич
магистрант,
Донской государственный технический университет,
РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону
E-mail: kaa.61@list.ru

Коваленко Дмитрий Николаевич
магистрант,
Донской государственный технический университет,
РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону
E-mail: dcap281@yandex.ru

Манжилевская Светлана Евгеньевна
канд. техн. наук, доцент,
Донской государственный технический университет,
РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону
E-mail: smanzhilevskaya@yandex.ru

MODERN ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL FACILITIES IN DIFFICULT CONDITIONS

Aleksey Kolesnikov
Master's student,
Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don

Dmitry Kovalenko
Master's student,
Don State Technical University,
Russia, Rostov-on-Don

Svetlana Manzhilevskaya
Ph.D. (Eng.), Associate Professor,
Don State Technical University,
Russian Federation, Rostov-on-Don

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются современные организационно-технологические решения, применяемые при строительстве промышленных объектов в сложных условиях. Описываются основные проблемы, с которыми сталкиваются строители: климатические и геологические особенности местности, плотная городская застройка.

Для решения этих проблем предлагается использовать современные материалы и технологии, модульные конструкции, системы автоматизации и управления проектами, а также обеспечивать безопасность и охрану труда, экологическую устойчивость, сотрудничать с профессионалами, проводить мониторинг и контроль качества работ, проявлять гибкость и адаптивность.

Применение современных организационно-технологических решений позволяет оптимизировать процесс строительства, обеспечить его безопасность и эффективность, сократить сроки строительства, снизить затраты и повысить качество работ.

ABSTRACT

The article discusses modern organizational and technological solutions used in the construction of industrial facilities in difficult conditions. It describes the main problems faced by builders: climatic and geological features of the area, dense urban development.

To solve these problems, it is proposed to use modern materials and technologies, modular structures, automation and project management systems, as well as to ensure safety and labor protection, environmental sustainability, cooperate with professionals, monitor and control the quality of work, show flexibility and adaptability.

Библиографическое описание: Колесников А.А., Коваленко Д.Н., Манжилевская С.Е. СОВРЕМЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18400*

The use of modern organizational and technological solutions allows optimizing the construction process, ensuring its safety and efficiency, reducing construction time, reducing costs and improving the quality of work.

Ключевые слова: строительство, промышленные объекты, сложные условия, модульные конструкции
Keywords: Construction, industrial facilities, difficult conditions, modular structures.

Строительство промышленных объектов является сложным и многогранным процессом, который требует тщательного планирования, организации и выполнения работ. В современных условиях, когда строительство ведётся в различных климатических зонах, на разных типах грунтов и в условиях плотной городской застройки, необходимо применять современные организационно-технологические решения для обеспечения эффективности и безопасности строительства.

Основные проблемы при строительстве в сложных условиях:

1. Климатические условия: строительство в районах с экстремальными погодными условиями, такими как сильные морозы, жара или высокая влажность, может потребовать дополнительных мер по обеспечению безопасности и эффективности работ [2].

2. Геологические условия: строительство на слабых грунтах, таких как торфяники или песчаные почвы, может привести к необходимости применения специальных технологий и материалов для укрепления основания.

3. Городская застройка: строительство в условиях плотной городской застройки может потребовать соблюдения особых мер безопасности, а также использования современных технологий для минимизации воздействия на окружающую среду.

Для решения этих проблем необходимо использовать современные организационно-технологические подходы, которые позволяют оптимизировать процесс строительства и обеспечить его безопасность и эффективность [1].

Современные организационно-технологические решения:

1. Использование современных материалов и технологий: применение новых материалов, таких как композитные материалы, позволяет повысить прочность и долговечность конструкций, а использование современных технологий, таких как 3D-печать, позволяет ускорить процесс строительства [4].

2. Применение модульных конструкций: модульные конструкции позволяют быстро и эффективно возводить здания, а также легко модифицировать их в соответствии с требованиями проекта.

3. Внедрение систем автоматизации и управления проектами: использование систем автоматизированного проектирования (САПР) и управления проектами (СУП) позволяет оптимизировать процессы планирования, контроля и координации работ [7].

4. Обеспечение безопасности и охраны труда: внедрение современных систем безопасности и охраны труда позволяет снизить риски возникновения несчастных случаев и обеспечить соблюдение требований законодательства.

5. Экологическая устойчивость: применение экологически чистых материалов и технологий позволяет минимизировать воздействие строительства на окружающую среду и обеспечить экологическую устойчивость проекта.

6. Сотрудничество с профессионалами: привлечение опытных специалистов и консультантов позволяет получить квалифицированную помощь и рекомендации по выбору оптимальных решений для конкретных условий строительства.

7. Мониторинг и контроль качества: проведение регулярного мониторинга и контроля качества работ позволяет своевременно выявлять и устранять возможные проблемы и обеспечивать высокое качество строительства.

8. Гибкость и адаптивность: способность быстро реагировать на изменения условий строительства и адаптироваться к новым требованиям позволяет избежать задержек и дополнительных расходов.

9. Интеграция современных технологий: использование современных технологий, таких как дроны, лазерное сканирование и виртуальная реальность, позволяет повысить точность и эффективность работ, а также сократить время на планирование и выполнение задач.

Применение современных методов организации работ: внедрение современных методов организации работ, таких как «бережливое производство» (Lean construction) и «6 сигм» (Six Sigma), позволяет оптимизировать процессы строительства, снизить риски и повысить качество работ [5].

Эти современные организационно-технологические решения позволяют обеспечить эффективность и безопасность строительства промышленных объектов в сложных условиях. Они способствуют сокращению сроков строительства, снижению затрат и повышению качества работ. Однако важно отметить, что выбор конкретных решений зависит от конкретных условий строительства и требований проекта.

Современные организационно-технологические решения играют ключевую роль в обеспечении эффективности и безопасности строительства промышленных объектов в сложных условиях. Они позволяют оптимизировать процесс строительства, сократить сроки выполнения работ, снизить затраты и повысить качество готовой продукции.

Выбор конкретных решений зависит от конкретных условий строительства и требований проекта. Однако использование современных материалов и технологий, модульных конструкций, систем автоматизации и управления проектами, а также обеспечение безопасности и охраны труда, экологической устойчивости, сотрудничество с профессионалами, проведение мониторинга и контроля качества работ, гибкость и адаптивность — всё это способствует успешному строительству промышленных объектов даже в самых сложных условиях.

Список литературы:

1. Афанасьев В.А., Афанасьев А.В. Поточная организация строительства. — М.: АСВ, 2010.
2. Дикман Л.Г. Организация строительного производства. — М.: АСВ, 2006.
3. Олейник П.П., Бродский В.И. Организация строительства. Концептуальные основы, модели и методы, информационно-инженерные системы. — М.: Профиздат, 2001.
4. Теличенко В.И., Лапидус А.А., Терентьев О.М. Технология возведения зданий и сооружений. — М.: Высшая школа, 2004.
5. Шейнрок А.И. Управление инвестиционными проектами. — М.: Бизнес-пресса, 2004.
6. Юзефович А.Н. Организация, планирование и управление строительным производством (в вопросах и ответах). — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009.
7. Абрамов И.Л. Современные организационно-технологические решения в строительстве // Вестник МГСУ. 2021. № 1. С. 9–22.
8. Абрамян С.Г., Абрамян Д.С., Гужва Е.Г. Организационно-технологическое проектирование строительства на основе BIM-технологий // Инженерный вестник Дона. 2017. № 4. С. 1–11.
9. Бадьин Г.М., Сычёв С.А. Современные технологии строительства и реконструкции зданий. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013.
10. Ватин Н.И., Чумадова Л.И., Гончаров И.С., Зыкова В.В., Карпеня А.Н., Ким А.А. Модульное строительство как перспективное направление развития строительной отрасли // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 3 (18). С. 73–90.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18398

СПЕЦИФИКА РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ

Королёва Татьяна Сергеевна
куратор проектов,
Руководитель департамента реализации проектов дивизиона удобрений
АО МХК «Еврохим»,
РФ, г. Москва
E-mail: Tatyana.S.Koroleva@eurochem.ru

SPECIFICS OF IMPLEMENTATION OF INDUSTRIAL CONSTRUCTION INVESTMENT PROJECTS IN REMOTE REGIONS

Tatiana Koroleva
Project Supervisor,
Head of Project Implementation Department, Fertilizer Division,
Eurochem JSC,
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Данная статья рассматривает реализацию инвестиционных проектов промышленного строительства в удаленных регионах России, устраняя существенный пробел в современной литературе по управлению проектами. Благодаря многогранному методологическому подходу, включающему обширный обзор литературы, углубленное изучение конкретных примеров и интервью с экспертами, исследование раскрывает сложные проблемы, с которыми приходится сталкиваться в этих трудных условиях. Полученные результаты освещают взаимодействие между подготовительными этапами, логистическими сложностями и управлением человеческими ресурсами в условиях удаленных проектов. Исследование определяет стратегии преодоления географических и инфраструктурных ограничений, подчеркивая ключевую роль адаптивного планирования и новейших технологий. Основным результатом статьи является разработка комплексной концепции управления проектами в удаленных регионах, учитывающей взаимосвязь экологических, социально-экономических и технологических факторов.

ABSTRACT

This article examines the implementation of industrial construction investment projects in remote regions of Russia, addressing a significant gap in contemporary project management literature. Through a multi-faceted methodological approach, including an extensive literature review, in-depth case studies, and expert interviews, the study unveils the complex challenges faced in these difficult conditions. The findings illuminate the interplay between preparatory stages, logistical complexities, and human resource management in remote project settings. The research identifies strategies for overcoming geographical and infrastructural constraints, emphasizing the key role of adaptive planning and cutting-edge technologies. The main outcome of the article is the development of a comprehensive concept for project management in remote regions, considering the interrelation of environmental, socio-economic, and technological factors. This study advances theoretical understanding and provides practical guidelines for project managers and policymakers.

Ключевые слова: удаленные регионы, промышленное строительство, управление проектами, логистические проблемы, человеческие ресурсы, управление подрядчиками, адаптивное планирование, инновационные технологии, региональное развитие, экстремальные условия.

Keywords: remote regions, industrial construction, project management, logistics challenges, human resources, contractor management, adaptive planning, innovative technologies, regional development, extreme conditions.

Введение

Реализация инвестиционных проектов промышленного строительства в удаленных регионах России представляет собой комплексную задачу, требующую особого подхода к управлению и планированию. Эта тема приобретает все большую актуальность в контексте развития российской экономики и освоения новых территорий. На данный момент значительная часть ресурсного потенциала страны сосредоточена именно в труднодоступных и малоосвоенных регионах [1].

Специфика таких проектов заключается в необходимости преодоления ряда уникальных вызовов.

Библиографическое описание: Королёва Т.С. СПЕЦИФИКА РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УДАЛЕННЫХ РЕГИОНАХ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18398*

Это не только географическая удаленность, но и отсутствие развитой инфраструктуры, сложные климатические условия, ограниченность трудовых ресурсов. Каждый из этих факторов существенно влияет на процесс реализации проекта, начиная от этапа планирования и заканчивая вводом объекта в эксплуатацию.

Цель данной статьи – провести анализ ключевых особенностей реализации инвестиционных проектов в удаленных регионах и предложить практические рекомендации для специалистов в области проектного управления. Будет сделан фокус на пяти основных аспектах: подготовительный этап, логистика, управление человеческими ресурсами, особенности коммуникации и принятия решений.

Методология исследования базируется на комплексном подходе, включающем анализ существующей литературы, изучение кейсов реализованных проектов и интервью с экспертами отрасли. Такой подход позволяет не только обобщить теоретические знания, но и учесть практический опыт реализации проектов в сложных условиях удаленных регионов.

Значимость данного исследования обусловлена растущим интересом к освоению удаленных территорий России. Как показывают научные работы [2], успешная реализация крупных инвестиционных проектов в таких регионах может стать ключевым фактором их экономического развития. Однако это требует глубокого понимания специфики управления проектами в условиях ограниченной доступности и развитости инфраструктуры.

1. Особенности подготовительного этапа проекта

Особенности подготовительного этапа проекта в удаленных регионах России представляют собой сложный комплекс взаимосвязанных процессов, каждый из которых требует тщательного анализа и нестандартных решений. Ключевым фактором успеха на этом этапе является понимание того, что стандартные подходы к управлению проектами здесь часто оказываются неэффективными.

Прежде всего, необходимо учитывать специфику правового статуса земель в удаленных регионах. Зачастую территории, представляющие интерес для промышленного освоения, относятся к категории лесных земель или земель особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Процесс перевода лесных земель в земли промышленности может занимать от нескольких месяцев до нескольких лет, что существенно влияет на сроки реализации проекта [3]. При этом важно понимать, что данный процесс не является линейным и может потребовать многократных итераций в зависимости от позиции местных органов власти и природоохранных организаций.

Экологические аспекты приобретают особое значение в контексте удаленных регионов, особенно при работе на территориях ООПТ. Выполнение экологических требований, рекультивация и лесовосстановление становятся финансово значимыми элементами проекта, влияющими на его экономические показатели. По данным исследований [4], затраты на экологические мероприятия в северных регионах могут достигать 15% от общего бюджета проекта. Работа на территориях ООПТ требует особого внимания к природоохранным мероприятиям и часто предполагает проведение дополнительных экологических экспертиз. Это не только увеличивает сроки подготовительного этапа, но и может потребовать существенной корректировки первоначальных планов проекта. На этапе планирования проекта в этом случае сложно оценить все требования, которые экологи могут выдвинуть для согласования проведения работ. Для корректного прогноза сроков и затрат необходимы отдельные экспертизы и знание практики согласований на аналогичных объектах.

Проектирование в условиях удаленных регионов сталкивается с рядом уникальных вызовов, которые часто недооцениваются на начальных этапах. Необходимость учета сложных природно-климатических условий, таких как вечная мерзлота, сильные ветровые нагрузки и экстремально низкие температуры, является критически важной [5]. Например, использование свайных фундаментов в условиях вечной мерзлоты требует прогнозирования изменений грунтов в долгосрочной перспективе под влиянием глобального потепления. Это важно, поскольку строительство на сложных грунтах существенно влияет на бюджет и сроки проекта. Трудно точно прогнозировать затраты, опираясь на объекты-аналоги, построенные в других климатических условиях; необходим их корректный подбор. Из практики при планировании особое внимание следует уделить оценке необходимости разбора скального грунта и целесообразности проведения буровзрывных работ, в районах вечной мерзлоты – дополнительным мероприятиям по неразмораживанию и укреплению фундаментов, что может увеличить стоимость фундаментных работ на 50%. Дополнительные сложности возникают при работе с проектными институтами без достаточного опыта участия в проектах в подобных регионах, что приводит к поиску оптимальных решений методом проб и ошибок, увеличивая сроки и затраты Заказчика.

Вопрос энергоснабжения также требует особого внимания. Реализация проектов, связанных с энергоснабжением—строительство линий электропередач и подстанций в соответствии с актуальными нормативными документами—требует внесения изменений в схемы территориального планирования и программы развития энергосистемы региона. Это может значительно удлинить сроки проекта, независимо от его расположения. Кроме того, правила технологического присоединения часто не позволяют компаниям самостоятельно строить необходимую инфраструктуру; по законодательству, объекты должны возводиться сетевыми организациями в установленные нормативные сроки, на которые заявитель не может повлиять. Эти факторы необходимо учитывать при планировании.

Транспортная инфраструктура в удаленных регионах часто становится ключевым фактором жизнеспособности проекта [6]. На ранних стадиях необходимо продумывать логистические решения: способы доставки необходимых грузов, места их хранения, затраты на склады и оформление земельных участков под них. Особое внимание следует уделить

перевозке тяжеловесных и негабаритных грузов, которые не могут перемещаться по существующим дорогам и мостам из-за ограничений по грузоподъемности. Это требует корректной оценки состава работ, сроков и бюджета. Строители редко привлекаются на начальных этапах проекта, но их опыт необходим для оценки подобных мероприятий и затрат. Также важно учитывать сезонность: эффективные зимой транспортные решения, такие как зимние дороги («зимники»), неприменимы летом. Все это должно быть отражено в составе работ, бюджете и графике строительства, учитывающем, например, зимний завоз.

Инфраструктурное обеспечение проекта в удаленных регионах включает не только технические аспекты, но и организацию труда и проживания персонала. На крупных объектах, таких как Амурский газоперерабатывающий комплекс, требуется размещение строительного персонала численностью до 15 000 человек. При планировании реализации проекта необходимо решить, будет ли строительство осуществляться исключительно вахтовым методом или потребуется создание полноценной социальной инфраструктуры, включая жилье, школы, детские сады и медицинские учреждения хотя бы для части персонала управляющей строительством. Будет ли эксплуатационный персонал частично или полностью работать вахтовым методом или постоянно проживать в непосредственной близости к строящемуся объекту. Это особенно важно на этапе ввода объекта в эксплуатацию, когда требуется постоянный штат сотрудников. Привлечение персонала на постоянной основе может быть затруднено в отсутствие инфраструктуры для их семей. Заказчику необходимо учитывать эти аспекты при планировании бюджета, графика и состава работ, так как именно он несет расходы на создание таких условий. Эти обязательства должны быть учтены на ранних этапах планирования проекта.

Таблица 1.

Особенности подготовительного этапа проекта

Аспект	Особенности	Ключевые вызовы	Возможные решения
Землеотвод и экология	• Работа на землях лесного фонда и ООПТ • Необходимость проведения сложных экологических экспертиз • Строгие требования к рекультивации и лесовосстановлению	• Длительные бюрократические процедуры при переводе земель в нужную категорию • Неопределенность экологических требований, которые могут существенно повлиять на бюджет и сроки проекта • Многократные итерации согласований с контролирующими органами	• Раннее взаимодействие с местными властями и природоохранными организациями • Привлечение экспертов с опытом согласований на аналогичных объектах • Комплексный подход к экологическим мероприятиям с учетом возможных требований
Проектирование и планирование на ранних стадиях проекта	• Необходимость учета экстремальных природно-климатических условий на ранних этапах • Отсутствие корректных аналогов для оценки бюджета и сроков • Изменчивость грунтов в условиях вечной мерзлоты • Сложности в подборе оптимальных технических решений	• Существенное увеличение бюджета (возможно до +50%) при недооценке факторов • Задержки из-за поиска оптимальных проектных решений • Сложности при работе с проектными институтами без опыта в регионе	• Привлечение экспертов с опытом работы в подобных условиях • Разработка и оценка нескольких вариантов технических решений • Использование опробованных технологий и материалов, адаптированных к экстремальным условиям
Транспортная и логистическая инфраструктура	• Отсутствие развитой транспортной инфраструктуры • Сезонные ограничения на транспортировку (например, отсутствие дорог в теплое время года) • Ограничения по грузоподъемности существующих дорог и мостов • Необходимость создания временных складов и логистических центров	• Сложности в доставке тяжеловесных и негабаритных грузов • Дополнительные затраты и сроки на строительство подъездных путей и складских помещений • Необходимость согласования земель под инфраструктуру	• Раннее планирование логистических решений с учетом сезонности • Привлечение строительных и логистических экспертов на начальных этапах • Включение логистических мероприятий в график и бюджет проекта

Аспект	Особенности	Ключевые вызовы	Возможные решения
Инфраструктура для персонала	• Необходимость размещения большого количества персонала на длительный срок (5–10 лет) • Решение вопроса о применении вахтового метода или строительстве постоянного жилья для эксплуатационного персонала • Требования к социальной инфраструктуре (жилье, медицинские учреждения, школы, детские сады)	• Высокие затраты на создание условий для проживания и работы персонала • Влияние на привлечение квалифицированного персонала без соответствующей инфраструктуры • Необходимость синхронизации строительства инфраструктуры с этапами проекта	• Планирование инфраструктуры для персонала на ранних стадиях проекта • Оценка вариантов между вахтовыми поселками и постоянным жильем • Сотрудничество с региональными властями для развития социальной инфраструктуры
Энергоснабжение	• Отсутствие возможности подключения к единой энергетической системе • Необходимость использования автономных источников энергии на период строительства	• Высокие затраты на автономное энергоснабжение (например, дизельные генераторы) • Необходимость внесения изменений в схемы территориального планирования и программы развития энергосистемы региона при строительстве энергетических объектов • Зависимость от нормативных сроков строительства объектов энергоснабжения сетевыми организациями	• Планирование энергоснабжения с учетом правил технологического присоединения • Взаимодействие с сетевыми организациями и учет нормативных сроков • Включение затрат на автономное энергоснабжение в бюджет проекта

Важно понимать, что все эти аспекты не существуют изолированно, а образуют сложную взаимосвязанную систему. Решения, принимаемые в одной области, неизбежно влияют на другие. Например, раннее планирование логистических решений и инфраструктуры для персонала тесно связано с выбором технологий строительства и проектными решениями, что, в свою очередь, влияет на бюджет и сроки проекта. Это требует от проектных менеджеров системного мышления и способности видеть проект в целом, учитывая взаимозависимость всех его компонентов.

Для эффективного управления подготовительным этапом проекта в удаленных регионах критически важно использование современных инструментов проектного управления, адаптированных к специфике таких проектов. Необходимо уделять особое внимание управлению рисками, учитывая уникальные факторы удаленных регионов, такие как сложные климатические условия, особенности экологии и отсутствие инфраструктуры. Применение методов имитационного моделирования может помочь в оценке различных сценариев реализации проекта и принятии оптимальных решений. Важно также привлекать опытных экспертов и специалистов, знакомых с особенностями работы в таких условиях.

2. Логистические вызовы и их преодоление

Логистические вызовы при реализации инвестиционных проектов промышленного строительства в удаленных регионах России представляют собой комплексную проблему, требующую нестандартных решений и глубокого понимания специфики местных условий [6].

Недостаток местной логистической инфраструктуры для перегрузки и складирования грузов является одной из первых проблем, с которыми сталкиваются проектные менеджеры. В отличие от развитых регионов, где можно опереться на существующие логистические центры и терминалы, в удаленных областях часто приходится создавать всю необходимую инфраструктуру с нуля. Это не просто увеличивает стоимость проекта, но и требует принципиально иного подхода к планированию логистических операций.

Вместо использования услуг сторонних логистических компаний, многие проекты в удаленных регионах вынуждены планировать возведение собственных мощностей [7]. Это включает в себя строительство временных складов, перевалочных баз, а иногда и портовых сооружений. Важно понимать, что эти объекты должны быть спроектированы с учетом специфики проекта и местных условий. Например, в районах с экстремально низкими температурами необходимо предусмотреть специальные условия хранения для чувствительного к холоду оборудования.

Особую сложность представляет доставка тяжеловесного и негабаритного оборудования. Поскольку

дороги и мосты, способные выдержать такие нагрузки, редко встречаются. Для транспортировки подобных грузов требуется разработка отдельных проектов доставки, которые могут быть самостоятельной частью проектной документации. Этот процесс включает:

- Изучение фактического состояния дорог и мостов и оценку их текущей грузоподъемности, что может потребовать дополнительных затрат на экспертизы и согласования с местными дорожными службами.
- Использование паромов и водного транспорта с учетом сезонности, где это возможно.
- Подбор специальных транспортных средств: увеличение числа осей уменьшает нагрузку на каждую ось, что сокращает необходимость строительства объездов.
- Строительство временных объездов мостов, не соответствующих требуемой грузоподъемности, и расширение дорог для негабаритных грузов с последующим демонтажом временных сооружений.

Такие меры требуют тщательного планирования и координации, а также значительных дополнительных ресурсов.

Ограниченные возможности по круглогодичному доступу и снабжению мест производства работ создают дополнительные сложности. Использование зимников – временных дорог, функционирующих только в зимний период, – становится обычной практикой. Однако это требует особого подхода к планированию поставок. Необходимо учитывать не только сезонность, но и возможные климатические аномалии, которые могут существенно сократить период использования зимников.

Отсутствие снабжения в период распутицы требует создания значительных запасов материалов и оборудования [8]. Это, в свою очередь, влечет за собой необходимость строительства дополнительных складских мощностей и разработки сложных систем управления запасами. Важно найти баланс между обеспечением непрерывности работ и минимизацией затрат на хранение и обслуживание складов.

Для преодоления этих вызовов требуется комплексный подход к планированию логистики. Это включает в себя:

1. Тщательный анализ существующей инфраструктуры и планирование необходимых улучшений. Важно не только оценить текущее состояние дорог, мостов и других объектов, но и предусмотреть мероприятия по их адаптации к потребностям проекта.

2. Разработка детальных сезонных планов поставок. Необходимо учитывать климатические особенности, возможные задержки в производстве и доставке критически важных компонентов, а также сезонность транспортных маршрутов, таких как зимники.

3. Применение методов моделирования и оптимизации логистических процессов для крупных проектов. Для крупных проектов с бюджетом порядка 100 млрд рублей использование современных технологий имитационного моделирования позволяет оценить различные сценарии и выбрать наиболее эффективные решения.

4. Развитие местного содержания – максимальное использование местных ресурсов и производственных мощностей. Это не только снижает нагрузку на логистическую систему, но и способствует развитию региона.

5. Привлечение опытных специалистов по логистике и строительству на ранних этапах проекта. Их экспертное мнение необходимо для корректной оценки состава работ, сроков и бюджета, а также для разработки оптимальных логистических решений.

Для наглядного представления комплексности логистических вызовов и подходов к их решению предлагается следующая таблица 2.

Таблица 2.

Логистические вызовы и их преодоление

Вызов	Описание	Подходы к решению
Недостаток инфраструктуры	Отсутствие развитой логистической сети	- Строительство собственной инфраструктуры - Использование временных решений
Сезонность доступа	Ограниченные возможности круглогодичного снабжения	- Детальное сезонное планирование - Создание запасов
Доставка тяжеловесных грузов	Сложность транспортировки крупногабаритного оборудования	- Разработка уникальных схем транспортировки - Использование специальной техники
Высокие логистические издержки	Значительное увеличение стоимости доставки	- Оптимизация маршрутов - Консолидация грузов

Эта таблица наглядно демонстрирует взаимосвязь между логистическими вызовами и подходами к их решению в контексте удаленных регионов. Важно отметить, что эффективное преодоление логистических трудностей требует не только технических решений, но и изменения подхода к управлению проектом в целом.

Внедрение систем предиктивной аналитики позволяет более точно прогнозировать потребности в материалах и оборудовании, оптимизировать маршруты доставки и минимизировать риски задержек. Это особенно важно в условиях ограниченного доступа и сезонных ограничений, характерных для удаленных регионов.

3. Управление человеческими ресурсами и подрядными организациями

Управление человеческими ресурсами и подрядными организациями в контексте реализации инвестиционных проектов промышленного строительства в удаленных регионах России представляет собой многогранную задачу, требующую нестандартных подходов и глубокого понимания специфики работы в экстремальных условиях [8]. Эта область управления проектами в удаленных регионах характеризуется рядом уникальных вызовов, которые существенно отличают ее от аналогичных процессов в более освоенных территориях.

Прежде всего, следует отметить острую проблему отсутствия компетентных подрядных организаций в регионе строительства. Это ключевое отличие от проектов, реализуемых в развитых промышленных центрах, где существует развитый рынок подрядных услуг. В удаленных регионах проектные менеджеры сталкиваются с необходимостью либо привлекать подрядчиков из других регионов, либо при возможности развивать местные компании, что сопряжено с дополнительными рисками и затратами.

При предварительной оценке стоимости работ в удаленных регионах нельзя опираться на местный рынок, если его масштабы очевидно недостаточны [8]. Вместо этого необходимо учитывать затраты на перебазировку подрядчиков и соответствующую премию за риск, которую подрядные организации неизбежно закладывают в свои расценки, учитывая неопределенности работы в незнакомых условиях и сложности организации работ. Эта особенность требует от проектных менеджеров не только умения вести сложные переговоры, но и принятия этих сложностей внутри компании, поскольку типовые закупочные процедуры по подряду могут не учитывать специфических особенностей работы в удаленных регионах. Необходимо находить баланс между стоимостью работ и необходимостью обеспечить их качество и своевременность выполнения.

Формирование контрактной стратегии и списка возможных исполнителей в условиях удаленных регионов имеет свою специфику. Предпочтение отдается подрядным организациям, имеющим опыт работы в удаленных регионах и понимающим специфику работы в сложных климатических условиях. Это связано с тем, что такие организации обычно уже имеют отработанные схемы логистики, могут эффективно управлять рисками, характерными для удаленных проектов, и обеспечивают более надежное и своевременное выполнение работ.

Особую осторожность следует проявлять при рассмотрении длинных перебазировок или привлечении подрядчиков, не имеющих опыта работы в регионе производства работ и соседних с ним территориях. Практика показывает, что недооценка сложностей, связанных с адаптацией к местным условиям, может привести к серьезным задержкам в реализации проекта и существенному увеличению его стоимости.

Вопрос о возможности выполнения работ собственными силами заказчика часто возникает при планировании проектов в удаленных регионах. Однако создание собственного строительного подразделения для выполнения единичного объекта в большинстве случаев экономически нецелесообразно. Организация такого подразделения требует значительных временных и финансовых затрат, а его эффективность вряд ли будет выше, чем у профильных организаций с многолетним опытом, имеющих постоянную загрузку. Тем не менее, в некоторых случаях, особенно при реализации долгосрочных программ развития в регионе, создание собственных строительных мощностей может быть оправдано.

Размещение персонала в условиях отсутствия развитой инфраструктуры является серьёзным вызовом. Строительство вахтовых посёлков становится неотъемлемой частью многих проектов в удалённых регионах. При этом основное внимание уделяется обеспечению базовых потребностей в жилье, питании, медицинском обслуживании и надёжной связи. Однако создание условий для полноценного отдыха и восстановления работников часто остаётся на низком уровне, особенно вне крупных компаний нефтегазовой сферы. Это может негативно сказываться на уровне персонала, эффективности труда и требует дополнительного внимания со стороны руководства проектов.

Коммуникации в проектах, реализуемых в удаленных регионах, приобретают критическое значение. Разница во времени между людьми, выполняющими работу на месте, и теми, кто принимает решения (часто находящимися в центральных офисах компаний), создает дополнительные сложности в управлении проектом. Это требует разработки особых протоколов коммуникации, использования современных средств связи и создания эффективных механизмов принятия решений в условиях ограниченного времени и информации.

Для наглядного представления комплексности задач управления человеческими ресурсами и подрядными организациями в удаленных регионах предлагается следующая таблица 3.

Таблица 3.

Управление человеческими ресурсами и подрядными организациями

Аспект	Ключевые проблемы	Стратегии решения	Современные подходы
Подбор подрядчиков	• Отсутствие местных компетентных подрядчиков • Высокие риски для внешних подрядчиков	• Тщательная оценка опыта работы в сложных условиях • Формирование долгосрочных партнерств	• Создание виртуальных тренировочных полигонов

Аспект	Ключевые проблемы	Стратегии решения	Современные подходы
Размещение персонала	• Отсутствие инфраструктуры • Суровые климатические условия	• Строительство вахтовых поселков • Обеспечение комфортных условий проживания	• Применение энергоэффективных технологий в строительстве • Использование VR для снижения психологического стресса
Управление персоналом	• Высокая текучесть кадров • Сложности адаптации к условиям	• Разработка специальных программ мотивации - Обеспечение качественной связи с «большой землей»	• Внедрение систем телемедицины • Использование IoT для мониторинга состояния здоровья
Коммуникации	• Разница во времени • Ограниченные возможности связи	• Разработка эффективных протоколов коммуникации • Внедрение современных средств связи	• Использование спутниковых технологий связи • Применение AI для оптимизации коммуникационных процессов

Важно отметить, что эффективное решение этих задач требует комплексного подхода, учитывающего все аспекты проекта. Современные подходы в управлении человеческими ресурсами и подрядными организациями в удаленных регионах могут включать:

1. Использование виртуальной и дополненной реальности для обучения персонала и проведения инструктажей по технике безопасности.

2. Внедрение систем телемедицины для обеспечения качественной медицинской помощи в удаленных локациях.

3. Применение технологий IoT для мониторинга состояния здоровья и уровня стресса работников в экстремальных условиях.

4. Разработка специализированных программ психологической поддержки для персонала, работающего вахтовым методом [9,10].

В заключение следует отметить, что успешное управление человеческими ресурсами и подрядными организациями в проектах, реализуемых в удалённых регионах, требует не только профессиональных навыков в области проектного менеджмента, но и глубокого понимания специфики работы в этих условиях, умения выстраивать эффективные коммуникации и способности быстро адаптироваться к изменяющимся условиям. Данный комплексный подход помогает минимизировать влияние человеческого фактора как источника рисков и использовать его как важный ресурс для успешной реализации проекта в условиях удалённых регионов.

Заключение

Реализация инвестиционных проектов промышленного строительства в удаленных регионах России представляет собой комплексную задачу, требующую инновационных подходов и глубокого понимания специфики работы в экстремальных условиях. Проведенное исследование позволяет сделать ряд ключевых выводов и рекомендаций для практиков проектного управления.

Во-первых, подготовительный этап проекта в удаленных регионах приобретает критическое значение. Особое внимание следует уделять вопросам землеотвода, экологическим процедурам и проектированию с учетом экстремальных природно-климатических условий. На этом этапе важно применять подход front end loading, при котором основная работа и глубокая проработка всех аспектов проекта осуществляются на ранних стадиях, что позволяет закладывать прочный фундамент для дальнейшей эффективной реализации.

Во-вторых, логистические аспекты в удаленных регионах требуют нестандартных решений. Недостаток существующей инфраструктуры, сезонность доступа и необходимость доставки тяжеловесного и негабаритного оборудования требуют учета при планировании.

В-третьих, управление человеческими ресурсами и подрядными организациями в условиях удаленных регионов приобретает особую специфику. Ключевыми факторами успеха становятся тщательный подбор подрядчиков с опытом работы в сложных условиях, создание рабочих условий для персонала и эффективная организация коммуникаций.

Анализ показывает, что успешная реализация проектов в удаленных регионах требует системного подхода и применения метода front end loading, учитывающего взаимосвязь всех аспектов проекта. Важно понимать, что решения, принимаемые в одной области, неизбежно влияют на другие. Например, выбор технологии строительства может существенно повлиять на логистические схемы и требования к квалификации персонала.

Важно отметить, что успешная реализация проектов в удаленных регионах имеет значение не только для отдельных компаний, но и для развития экономики страны в целом. Такие проекты часто становятся драйверами развития целых территорий, способствуя созданию новых рабочих мест, развитию инфраструктуры и повышению качества жизни в регионе.

Список литературы:

1. Крюков В.А., Токарев А.Н. Особенности недропользования в России: анализ с позиций институционального подхода //Мир экономики и управления. – 2005. – Т. 5. – №. 2. – С. 110-123.
2. Кузнецов С.В., Межевич Н.М. Новые практики территориального управления в России и вопросы управления качеством жизни // Управленческое консультирование. – 2015. – №. 7 (79). – С. 25-34.
3. Пилясов А.Н., Замятина Н.Ю. Арктическое предпринимательство: условия и возможности развития // Арктика: экология и экономика. – 2016. – Т. 4. – №. 24. – С. 4-15.
4. Скуфьина Т.П. и др. Социально-экономическая динамика и перспективы развития российской Арктики с учетом геополитических, макроэкономических, экологических и минерально-сырьевых факторов. – 2021.
5. Татаркин А.И., Лаврикова Ю.Г. Программно-проектная модернизация федеративного устройства России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2011. – Т. 18. – №. 6. – С. 17-33.
6. Фадеев А.М., Череповицын А.Е., Ларичкин Ф.Д. Стратегическое управление нефтегазовым комплексом в Арктике. – 2019.
7. Агарков С.А. и др. Основные направления повышения эффективности хозяйственной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации //Записки Горного института. – 2018. – Т. 230. – С. 209-216.
8. Татаркин А.И., Логинов В.Г., Захарчук Е.А. Социально-экономические проблемы освоения и развития российской Арктической зоны //Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87. – №. 2. – С. 99-109.
9. Цветков В.А., Дудин М.Н., Лясников Н.В. Аналитические подходы к оценке экономической безопасности региона //Экономика региона. – 2019. – Т. 15. – №. 1. – С. 1-12.
10. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Цели устойчивого развития для будущего России // Проблемы прогнозирования. – 2017. – №. 3. – С. 26-33.

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЗРЫВНЫХ И ДЕТОНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ

Назаров Ортик Турсунович
ст. преподаватель,
Джизакский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: nazarovortiq@mail.ru

Шингисов Азрет Утебаевич
д-р техн. наук, профессор,
Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE DYNAMIC BEHAVIOR OF MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF EXPLOSIVE AND DETONATION PROCESSES TAKING INTO ACCOUNT NONLINEAR EFFECTS

Ortik Nazarov
Senior Lecturer,
Jizzakh Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

Azret Shingisov
Doctor of Technical Sciences, Professor,
South Kazakhstan University named after M. Auezova
Republic of Kazakhstan, Shymkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается комплексный анализ динамического поведения материалов под воздействием взрывных и детонационных процессов с учетом нелинейных эффектов. Анализируется влияние различных типов материалов, таких как алюминиевые сплавы, стали и композиты, на их деформационные характеристики при высоких нагрузках. Предоставляется детальное сравнение динамических свойств каждого материала, включая процент деформации, точность прогнозирования и влияние нелинейных характеристик. В работе также подчеркиваются преимущества и недостатки каждого типа материала в контексте их применения в условиях взрывных нагрузок. Изучение включает в себя как экспериментальные данные, так и численные модели, что позволяет получить более полное представление о механических свойствах материалов. Результаты данной работы имеют важное значение для разработки устойчивых конструкций и повышения безопасности в инженерных приложениях, связанных с потенциальными взрывными угрозами.

ABSTRACT

This paper presents a comprehensive analysis of the dynamic behavior of materials under explosive and detonation processes taking into account nonlinear effects. The influence of different types of materials such as aluminum alloys, steels, and composites on their deformation characteristics under high loads is analyzed. A detailed comparison of the dynamic properties of each material is provided, including the percentage of deformation, prediction accuracy, and the influence of nonlinear characteristics. The paper also highlights the advantages and disadvantages of each type of material in the context of their application under explosive loads. The study includes both experimental data and numerical models, which allows for a more complete understanding of the mechanical properties of materials. The results of this work are important for the development of sustainable structures and improved safety in engineering applications involving potential explosive threats.

Ключевые слова: материалы, динамика, взрыв, нелинейные, деформация, прогнозирование, анализ, безопасность, конструкции, испытания.

Keywords: materials, dynamics, explosion, nonlinear, deformation, forecasting, analysis, safety, structures, testing.

Библиографическое описание: Шингисов А.У., Назаров О.Т. КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЗРЫВНЫХ И ДЕТОНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭФФЕКТОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18436*

Введение. Динамическое поведение материалов под воздействием взрывных и детонационных процессов является актуальной темой в области материаловедения и инженерии. В современных условиях, когда интенсивные нагрузки, возникающие в результате взрывов, становятся все более распространенными, важно понимать, как различные материалы реагируют на такие экстремальные условия. Это знание необходимо для разработки более устойчивых и безопасных конструкций, а также для оценки потенциальных угроз. Одной из главных проблем является недостаточная точность традиционных моделей, которые не учитывают нелинейные эффекты в материалах. При высоких скоростях деформации и больших нагрузках материалы могут проявлять нелинейные свойства, что приводит к неправильной оценке их поведения. Это может иметь серьезные последствия для безопасности, особенно в военной и гражданской сфере. Одним из решений данной проблемы является применение современных численных методов, таких как метод конечных элементов (МКЭ), в сочетании с экспериментальными данными для более точного моделирования поведения материалов. Эти методы позволяют учитывать нелинейные эффекты и предоставляют более реалистичные результаты, что, в свою очередь, улучшает понимание процессов, происходящих под воздействием взрывов.

Методология. Комплексный метод динамического тестирования материалов под воздействием взрывных нагрузок**.** Методика заключается в последовательном применении экспериментальных и численных подходов для анализа динамического поведения материалов. На первом этапе проводятся испытания образцов на прочность при воздействии контролируемых взрывных нагрузок. Эти испытания включают использование различных типов взрывчатых веществ и геометрии образцов, что позволяет получить полное представление о реакции материалов на экстраординарные нагрузки. На втором этапе полученные данные используются для калибровки и валидации численных моделей, основанных на методе конечных элементов (МКЭ). Это позволяет учитывать нелинейные эффекты, которые могут возникать при высоких скоростях деформации. Модели, разработанные с использованием МКЭ, могут воспроизводить результаты экспериментальных испытаний и давать возможность прогнозировать поведение материалов в различных условиях.

Результат. В результате проведенного исследования по методике «Комплексный метод динамического тестирования материалов под воздействием взрывных нагрузок» были получены значительные результаты, которые подтвердили эффективность предложенного подхода. В рамках экспериментов было протестировано несколько типов материалов, включая стали, алюминиевые сплавы и композиты. Исследование показало, что у алюминиевых сплавов при воздействии взрывных нагрузок наблюдается высокая степень деформации, достигающая 30%, в то время как для стали этот показатель составил около 15%. Это указывает на значительные различия в динамическом поведении материалов под экстремальными условиями. Численные модели, созданные на основе метода конечных элементов, продемонстрировали высокую степень соответствия с экспериментальными данными. Точность прогнозирования механических характеристик составила более 90%, что подтверждает надежность метода для оценки поведения материалов в условиях взрыва. Также было выявлено, что наличие нелинейных эффектов в материале значительно влияет на его устойчивость к разрушению. При моделировании были зарегистрированы случаи, когда использование нелинейных характеристик приводило к изменению прогнозируемого поведения на 25% по сравнению с традиционными линейными моделями. Эти результаты подчеркивают необходимость применения комплексных методов анализа для более точной оценки динамического поведения материалов под воздействием взрывных и детонационных процессов, что имеет важное значение для разработки более безопасных и устойчивых конструкций.

Таблица 1.

Сравнительный анализ материалов под воздействием взрывных нагрузок

Тип материала	Процент деформации	Точность прогнозирования	Влияние нелинейных характеристик	Преимущества	Недостатки
Алюминиевый сплав	30%	>90%	+25%	Легкость, высокая деформация	Низкая прочность в некоторых условиях
Сталь	15%	>90%	+25%	Высокая прочность	Тяжелее, меньшая деформация
Композит	20%	85%	+15%	Устойчивость к коррозии	Более высокая стоимость

Заключение: Комплексный анализ динамического поведения материалов под воздействием взрывных и детонационных процессов с учетом нелинейных эффектов является важным направлением исследований, которое требует применения современных методов моделирования и экспериментальных подходов. Это знание позволит улучшить безопасность конструкций и предсказуемость их поведения в экстремальных условиях.

Список литературы:

1. Конюхов Д.С. Изучение механических свойств крупных трещин методом математического моделирования: дис. ... канд. техн. наук / Д.С. Конюхов. - М., 2000. -171 с.
2. Ламонина Е.В. Численное моделирование трещиноватых скальных массивов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.В. Ламонина. - М., 2006. - 24 с.
3. Назаров О.Т. прогнозирование повреждений и деградации материалов под воздействием переменной нагрузки с использованием техник машинного обучения // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 4(121).
4. Назаров О.Т. мониторинг корродирования и внецентренно нагруженных колонн при помощи искуственного интелекта // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 2(119).

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18467

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ» И АНГРЕНСКОЙ ТЭС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ «ЗЕЛЕНЫХ» ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ

Намазов Шафоат Саттарович
д-р техн. наук, проф, академик
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республика Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Искандарова Мастура
д-р техн. наук, проф.,
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республика Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мухитдинов Дилшод Давронович
д-р философии
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республика Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail:mukhitdinov28@gmail.com

Ахмедова Дилфуза Улугбек кизи
мл. науч. сотр.,
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республика Узбекистана,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: Nazima-25@mail.ru

USING TECHNOGENIC WASTE FROM JSC "UZMETKOMBINAT" AND ANGREN TPP TO PRODUCE "GREEN" CEMENT COMPOSITES

Shafoat Namazov
Doctor of Engineering Sciences, Prof., Academician
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Mastura Iskandarov
Doctor of Engineering Sciences, Prof.,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Dilshod Mukhitdinov
Doctor of Philosophy
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Dilfuza Akhmedova
Junior Researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ» И АНГРЕНСКОЙ ТЭС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ «ЗЕЛЕНЫХ» ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Намазов Ш.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18467*

АННОТАЦИЯ

В данной работе методом химического анализа были изучены микрокремнезем (МК) отход АО «Узметкомбинат» и активированная золашлак (АЗШС) Ангренской ТЭС с целью получения портландцементов с гибридными добавками из техногенных отходов, согласно которому был определен количество МК SiO2-90,84%, АЗШС SiO2-62,02%.

По результату критерия Стьюдента показатели (МК) t-13,47, (АЗШС) t-52,96 гидравлическая активность считается высокой, а физико-механические параметры кубических малых образцов 2x2x2 см после замены клинкера гибридной добавкой на 45% результат прочности на сжатие через 28 суток у ПЦ-Д0 41,8 MPa по сравнению показателями гибридного цемента с 25%, 35%, 45% прочность составляет 54,0; 52,5; 45,0 MPa, что дает превосходные результаты.

ABSTRACT

In this work by the method of chemical analysis were studied microsilica (MS) waste JSC «Uzmetkombinat» and activated ash and slag mixture (AASM) Angren TPP to obtain portland cement with hybrid additives from anthropogenic waste, according to which was determined the amount of MS SiO2-90.84%, AAS SiO2-62.02%.

According to the result of Student's criterion indicators (MS) t-13.47, (AASM) t-52.96 hydraulic activity is considered high, and physical and mechanical parameters of cubic small samples 2x2x2 cm after replacing the clinker with hybrid additive at 45% result of compressive strength after 28 days at PC-A0 41.8 MPa compared to the indicators of hybrid cement with 25%, 35%, 45% strength is 54.0; 52.5; 45.0 MPa, which gives excellent results.

Ключевые слова: сталеплавильный шлак, ковшовый шлак, печной шлак, микрокремнезем, активная золошлаковая смесь, гибридная добавка, цементный композит, прочность, физико-химические свойства.

Keywords: steelmaking slag, ladle slag, furnace slag, microsilica, active ash and slag mixture, hybrid additive, cement composite, strength, physical and chemical properties.

Введение

Промышленные отходы — неизбежный результат любого производства и серьезная угроза экологии. Ежегодно в мире образуется несколько миллиардов тонн промышленных отходов, или до одной тонны в год на одного жителя Земли. Например, в России в процессе промышленного производства более 90% добываемых природных ресурсов уходят в отходы [1]. Вместе с тем, утилизация отходов и их использование при изготовлении различных строительных материалов сулит экономическое и экологическое стимулирование производственных предприятий [2, с. 112].

Одним из наиболее эффективных направлений переработки отходов является их использование в качестве компонентов для производства строительных материалов и изделий, так как данное направление позволяет утилизировать практически все виды отходов в больших количествах с получением качественной продукции при низкой себестоимости производства. В свою очередь наиболее перспективным направлением переработки отходов в строительные материалы и изделия является производство композиционных материалов [3, с. 20-24; 5, с. 7-11; 6, с. 194-198].

Концепция охраны окружающей среды Республики Узбекистан устанавливает все аспекты сохранения экологического равновесия в республике, основными тенденциями которой являются совершенствование экологически безопасной системы обращения с отходами, разработка и внедрение безотходных и малоотходных технологий в производстве, а также технологий по переработке отходов горнодобывающих и перерабатывающих производств [7].

Известно, что рост цен на топливно-энергетические и материальные ресурсы, диктует необходимость изыскания путей их за счет экономии использования альтернативных источников энергии и природных сырьевых ресурсов во всех отраслях экономики, в том числе, и в цементной промышленности. В связи с этим, в настоящее время во всем мире развивается направление производства и применения портландцементов с композиционными добавками, включающими два или более ингредиентов природного или техногенного происхождения [8, с. 357-367; 9, с. 1579-1589; 10, с. 451-459; 11, с. 30-38; 12, с. 57-59].

При этом особое внимание уделяется утилизации и переработке твердых отходов металлургии, энергетики и химической промышленности. К числу много тоннажных твердых отходов относятся различные виды шлаков сталеплавильного производства, микрокремнезем, золоотходы ТЭС, фосфогипс, при рациональном подходе к переработке которых, они могут служить ценными сырьевыми компонентами для получения цементного клинкера, добавочных, пуццолановых и композиционных портландцементов, что, и доказано проведенными исследованиями [13, с. 348-356; 14, с. 2054-2060].

Целью исследований являлась определение пригодности применения микрокремнезема (МК) и отходов сталеплавильного производствав композиции с активной золошлаковой смесью сухого отбора как компонентов гибридных добавок для получения композиционных портландцементов.

В качестве исходных материалов использованы портландцементный (ПЦ) клинкер АО «Бекабадцемент», микрокремнезем (МК), шлаки сталеплавильного производства (переработанные сталеплавильные-ПСП, ковшовые-КШ, печные - ПШ) АО «Узбекский металлургический комбинат», золошлаковая смесь сухого отбора Ангренской ТЭС- АЗШС и гипсовый камень Каганского месторождения. Химические составы использованных материалов приведены в табл. 1.

Методы исследования

Химические составы клинкера и добавок определены стандартными методами химическими анализа. Фазовый состав исследуемых компонентов определен с помощью дифрактометра XRO-6199 (Shimadzu, Japan), Гидравлическая активность МК и АЗШС установлена по критерию Стьюдента (t-критерия). Физико-механические свойства композиционных портландцементов определены на малых образцах-кубиках состава 1:0, физико-механические показатели оптимальных их составов – в соответствии с ГОСТ 310.4 на стандартных образцах-призмах состава 1:3, оценка полученных результатов проводилась в соответствии с требованиями O´zDSt 2830:2014 «Портландцемент с композиционными добавками. Технические условия».

Результаты и их обсуждение

В соответствии с данными табл. 1, химический состав АЗШС представлен высоким содержанием оксидов кремния SiO_2 (62,02%) и алюминия Al_2O_3 (23,55%). Содержание других оксидов (CaO, Fe_2O_3 и SO_3) невысокое. Суммарное содержание примесных включений составляет 0,8%. Ранее установлено, что химический состав ультрадисперсного МК характеризуется преимущественным содержанием SiO_2(90,84%), примеси в количестве 7,29% включают оксидов: Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, R_2O и MnO_2. ПСП-шлак, также как и печные и ковшовые шлаки, по содержанию оксидов кремния и алюминия близки друг к другу, а по содержанию оксидов железа и кальция они резко отличаются: ковшовый шлак является высококарбонатным отходом с низким содержанием Fe_2O_3(табл. 1).

Таблица 1.

Химические составы исходных сырьевых компонентов

Наменование материала	Содержание массовой доли оксидов, %							
	п.п.п	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	прочие
ПЦ клинкер	0,31	18,03	6,22	3,94	58,93	1,98	5,55	5,04
АЗШС	3,0	62,02	23,55	4,32	3,0	-	1,28	0,8
Микрокремнезем	2,79	90,84	1,51	1,59	0,56	1,00	0,23	1,48
Сталеплавильный шлак переработанный	9,78	27,92	9,10	10,93	25,73	10,43	1,03	5,08
Ковшовый шлак	1,49	35,93	7,56	2,79	33,06	6,04	0,78	12,35
Печной шлак	-	31,34	9,57	20,78	15,97	4,23	1,19	16,92
Гипсовый камень	19,10-при 400°C	1,52	0,13	0,14	33,04	0,20	43,46	2,41

ПСП-шлак представленв виде песка и щебня фракций 0-5 мм и 5-50 мм. Его дифрактограмма обнаруживает отражения периклаза (MgO) при (d/n=0,245; 0,210; 0,149)nm; монтичеллита ($CaO{\cdot}MgO{\cdot}SiO_2$) с (d/n=0,540; 0,387; 0,298; 0,268; 0,182)nm; окерманита ($2CaO{\cdot}MgO{\cdot}2SiO_2$) с (d/n=0,288; 0,237; 0,228; 0,205; 0,191) nm; кварца (SiO_2) (с d/n=0,426; 0,334; 0,245; 0,228; 0,221; 0,214; 0,182)nm; двухкальциевого феррита ($2CaO{\cdot}Fe_2O_3$) с (d/n=0,366; 0,279; 0,274; 0,268)nm; карбоната кальция ($CaCO_3$) с (d/n=0,302; 0,245; 0,228; 0,209; 0,191)nm; минералов переходных рядов: трехкальциевого алюмината ($3CaO{\cdot}Al_2O_3$) и магнетита ($12CaO{\cdot}7Al_2O_3$) при (d/n=0,480; 0,426; 0,408; 0,279; 0,268; 0,221; 0,214; 0,191) nm; двуводного гипса ($CaSO_4{\cdot}2H_2O$) с d/n=0,540 nm. Дифрактограмма АЗШС отображает аналитические линии при d/n = (0,421; 0,331; 0,243; 0,226; 0,222; 0,212; 0,197; 0,181; 0,166; 0,153) nm, характерные для отражений кварца и муллита (d/n= 0,346; 0,331; 0,251 nm). Отмечены также линии $CaO_{св}$ (d/n=0,239; 0,169) nm и $CaCO_3$ (d/n=0,301) nm. Линии, обнаруживаемые при d/n=0,291; 0,285; 0,278 nm относятся, вероятно, к низкоосновным силикатам, образующимся при сжигании угля в результате обжига его минеральной части, состоящей в основном из каолиновой глины.

В соответствии сданными рис. 1, в составе печного шлака преобладают карбонат кальция (d/n=0,304; 0,246; 0,228; 0,224, 0,212; 0,197; 0,181 nm) и кварц (d/n=0,334; 0,246; 0,228; 0,224; 0,212; 0,197; 0,181 nm). Отмечены также достаточно интенсивные линии β-Ca_2SiO_4 с (d/n = 0,283; 0,281; 0,278; 0,269; 0,228; 0,220; 0,217; 0,197; 0,187; 0,183; 0,176) nm. Железо находится в его составе в виде вюстита (d/n = 0,246; 0,212) nm. В небольшом количестве присутствует геленит ($2Cao.A1_2O_3.SiO_2$) с (d/n = 0,378; 0,306; 0,283; 0,278; 0,256; 0,246; 0,239; 0,236; 0,224; 0,217; 0,212; 0,209; 0,197; 0,191; 0,187; 0,176) nm.

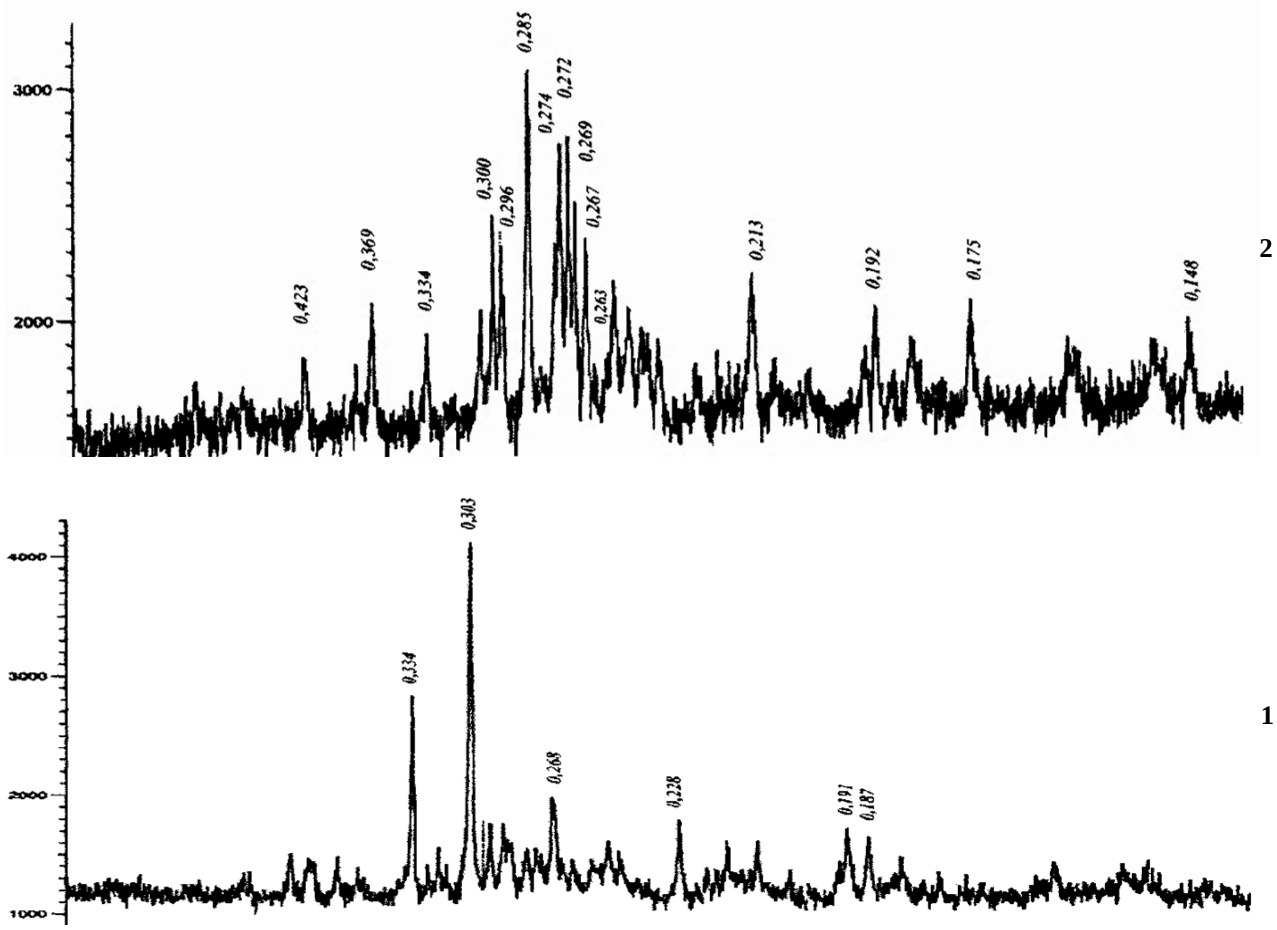


Рисунок 1. Дифрактограммы печного (1)и ковшового (2) шлаков

В ковшовом шлаке преобладающим является содержание β-Ca_2SiO_4 с (d/n=0,369; 0,353; 0,274; 0,233; 0,229; 0,213; 0,18) nm, геленита $2CaO\cdot Al_2O_3\cdot SiO_2$ (d/n=0,423; 0,371; 0,306; 0,285; 0,272; 0,253; 0,243; 0,241; 0,230; 0,213; 0,204; 0,175; 0,152) nm. Отмечены линии более низкой интенсивности кварца SiO_2 с (d/n=0,334; 0,228; 0,224; 0,212; 0,197; 0,181) nm и карбоната кальция $CaCO_3$ (d/n=0,304; 0,290; 0,249; 0,228; 0,191; 0,187) nm. Обнаружены линии FeO слабой интенсивности при (d/n=0,246; 0,212) nm. Количество белита (β-$2CaO\cdot SiO_2$) составляет (40,0-45,0) %, а других видов силикатов находится в пределах (10,0-12,0)%, геленита - (11,0-13,0) %. Общее количество кристаллических фаз высокое и составляет (83,0-87,0) %, а рентгено аморфной фазы (стекло) -порядка (16,0-20,0) %.

Структура порошка ПСП-шлака представлена частицами различных форм, среди которых преобладает содержаниезерен темно-серого цвета (рис. 2). Присутствуют зерна белого, розового и бурого цветов, что говорит о наличии в нем примесей кальцийсодержащих, алюмосиликатных и примесей железистых минералов. Ковшовый и печной шлаки тоже имеют идентичную структуру: под оптическим микроскопом исходный ковшовой шлак представлен в виде круглых шарообразных зерен, а также зерен без определенных геометрических форм, характеризующихся поверхностной пористостью. При растирании в порошок форма зерен почти не изменяется.

Печные шлаки- крупнозернистый материал гравийной фракции темно-серого цвета, состоят из фракций кусков различных конфигураций с размерами (54-0) mm. Куски низко пористые, спеченные с шероховатой поверхностью (рис. 2).

Гидравлическая активность добавок по критерию Стьюдента составила: для МК t=13,47; ПСП-шлака t=2,19; печного шлака t = 4,48; ковшового шлака t =5,00; АЗШС t= 52,96.

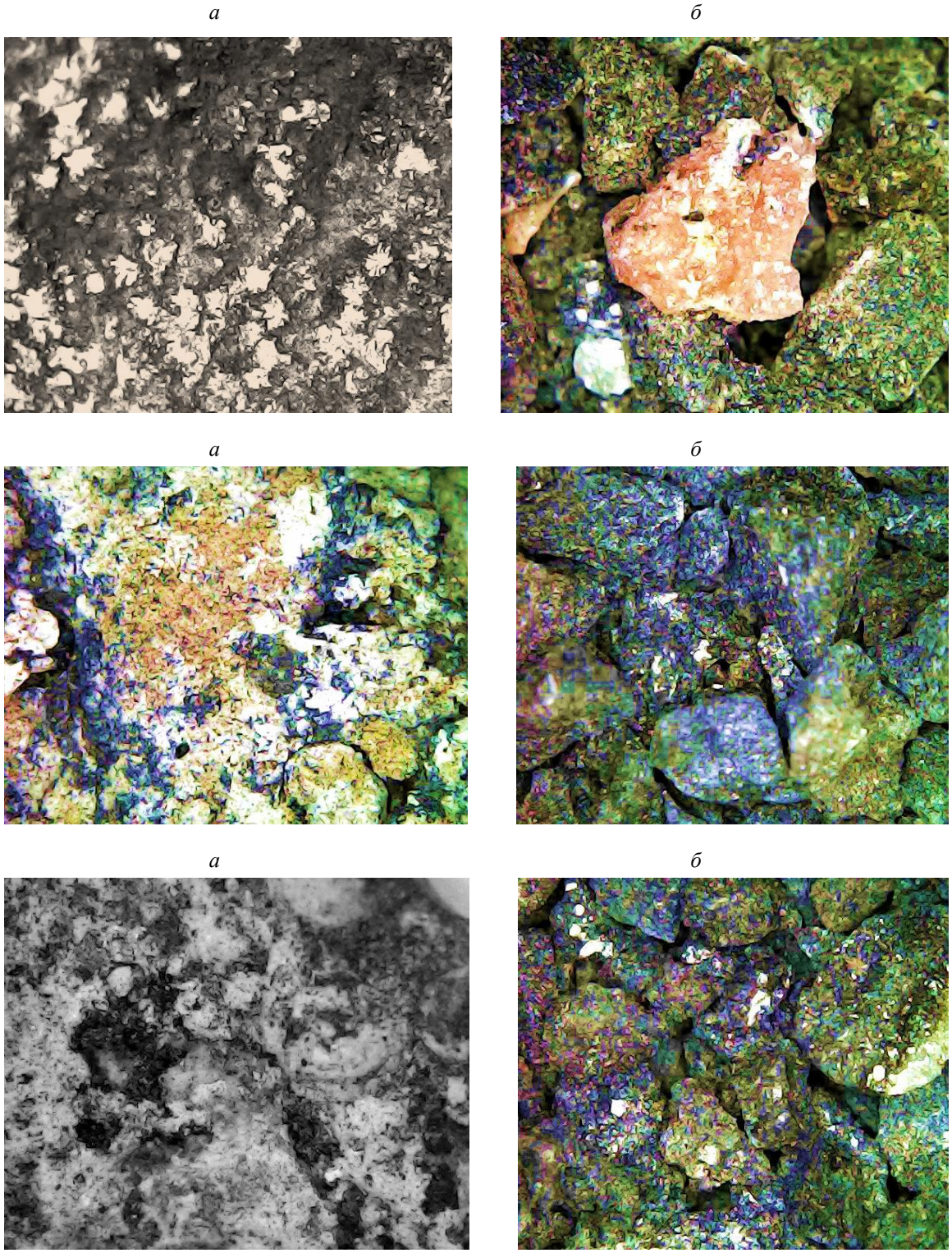


Рисунок 2. Строение переработанного сталеплавильного (а), печного (б) и ковшового (в) шлаков: 1-исходного;2- в порошке

Для получения «зеленых» цементных композитов, по качественным показателям не уступающих традиционному портландцементу ПЦ-Д0, составлены сырьевые шихты, включающие ПЦ клинкер, гипсовый камень и гибридные добавки, включающие АЗШС в композиции с МК, ПСП-шлаком, печным и ковшовыми шлаками при различных комбинациях и соотношениях ингредиентов (табл.2). При содержании в составе гибридной добавки (15,25,35)% АЗШС с 10% МК процесс помола шихты ускоряется, и за одно и то же время помола (45 min) проход цементного порошка через сито №008 составляет 87%, что на 1% больше, чем у ПЦ-Д0 (табл. 2).

Таблица 2.

Вещественный состав шихт с новыми видами гибридных добавок и показатели помола «зеленых» композиционных цементов

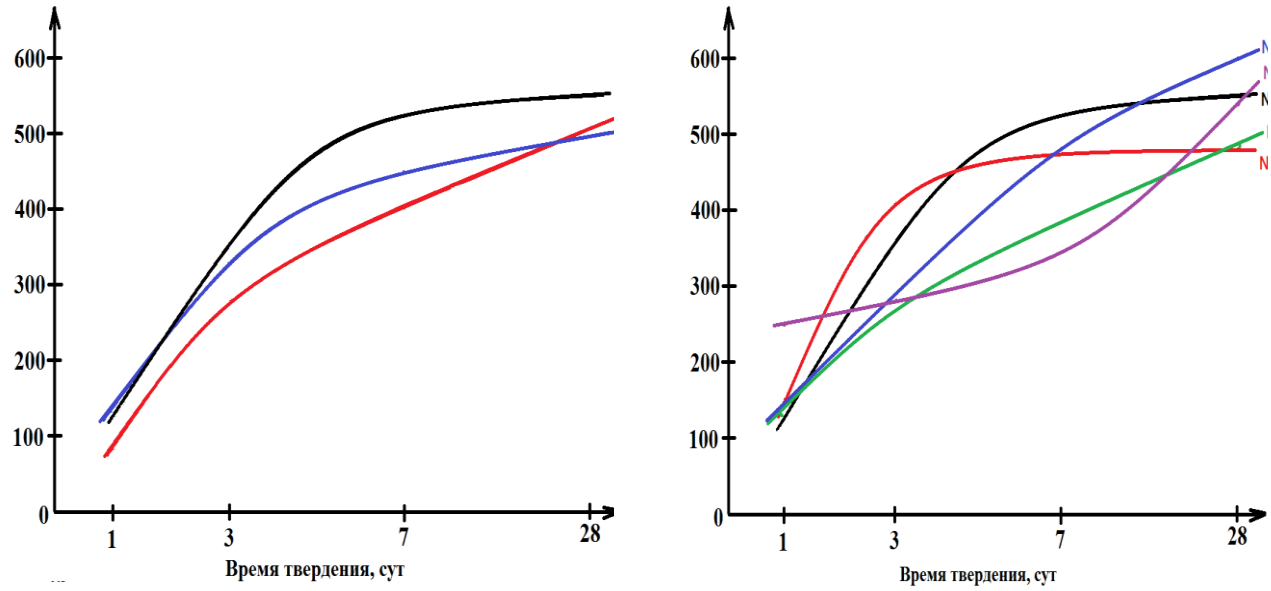
№ п/п	Условное обозначение цементов					Время помола, min	Остаток на сите №008,%
		Клинкер	АЗШС	МК	Гипс		
1	Ц – Д 0	95			5	45	14,0
2	Ц – Д 25(АЗШС+МК)	70	15	10	5	45	13,0
3	Ц – Д 35 (АЗШС+МК)	60	25	10	5	45	13,0
4	Ц – Д 45(АЗШС+МК)	50	35	10	5	45	12,0
		Клинкер	АЗШС	ПСПШ	Гипс		
5	Ц-Д 25(АЗШС+ПСПШ)	70	15	10	5	40	10
6	Ц-Д 35(АЗШС+ПСПШ)	60	25	10	5	40	10
7	Ц-Д 45(АЗШС+ПСПШ)	50	35	10	5	40	10
		Клинкер	АЗШС	ПШ	Гипс		
8	Ц-Д25 (АЗШС +ПШ)	70	15	10	5	40	10
9	Ц-Д35(АЗШС +ПШ)	60	25	10	5	40	11
10	Ц-Д45 (АЗШС+ПШ)	50	35	10	5	40	12
		Клинкер	АЗШС	КШ	Гипс		
11	Ц-Д 25(АЗШС +КШ)	70	15	10	5	45	13
12	Ц-Д 35(АЗШС +КШ)	60	25	10	5	45	10
13	Ц-Д 45(АЗШС +КШ)	50	35	10	5	45	11

В соответствии с данными табл. 2, при содержании в гибридной добавке (25-35)% АЗШС с 10% МК, процесс помола шихты ускоряется: за одно и то же время помола (45 min) проход цементного порошка через сито № 008 составляет 87%, что на 1% больше, чем у ПЦ-Д0. С повышением дозы добавки до 45% дисперсность размалываемой шихты несколько ухудшается и проходимость порошка через сито № 008 составляет 88%, что на 1% меньше, чем у предыдущих составов композиционных ПЦ и на 2% меньше, чем у ПЦ-Д0. Однако, по тонкости помола все составы композиционных ПЦс гибридными добавками «АЗШС+МК» соответствуют показателям (не менее 15% остатка на сите № 008), регламентируемым ГОСТ 31108-2020.

Шихты, включающие «клинкер-АЗШС-ПСПШ-гипс» и «клинкер-ПШ-гипс» характеризуются более высокой размолоспособностью: за 40 min помола их дисперсность значительно выше (проход через сито № 008 – 90%), чем у ПЦ с гибридной добавкой «АЗШС+МК» и ПЦ-Д0.

Присутствие в клинкерно-гипсовой шихте (35-45) % гибридной добавки «АЗШС-КШ» также значительно повышает ее размолоспособность: через 45 min помола количество остатка на сите № 008 составило (10-11%).

Определение физико-механических показателей композиционных ПЦ на малых образцах показало, что замена 25% клинкера в портландцементе гибридной добавкой, включающей АЗШС+МК, в начальные сроки твердения замедляет набор его прочности, который к 28 суткам ускоряется, и ее показатели достигает показателя ПЦ-Д0 (Табл.3, рис. 3а). Повышенная дозировка добавки снижает прочность ПЦ во все сроки твердения.



а *б*

Рисунок 3. Изменение прочности оптимальных составов «зеленых» цементных композитов с гибридными добавками:

а) *«АЗШС+МК»: №1 ПЦ-Д0; №2 ПЦ-Д25 (АЗШС+МК); №3 ПЦ-Д45 (АЗШС+МК)*

б) *№1 ПЦ-Д0; №2 ПЦ-Д25 (АЗШС+ПШ); №3 ПЦ-Д35 (АЗШС+ПСП-шлак); №4 ПЦ-Д25 (АЗШС+КШ); №5 ПЦ-Д35 (АЗШС+КШ).*

Гибридная добавка АЗШС+ПСПШ ускоряет процесс гидратации и набора прочности «зеленых» композитов, показатели которой к 28-сут почти равны с таковыми ПЦ-Д0 (Табл. 3, рис. 3б).

Таблица 3.

Изменение прочности портландцементов в зависимости от типа и дозы гибридных добавок (образцы-кубы 2х2х2см, состав 1:0)

№	Традиционное обозначение цементов	В/Ц	Предельная прочность на сжатие (МПа) образцов размером 2х2х2 см с составом 1:0, через (дней):			
			1	3	7	28
1	Ц-Д 0	0.24	13.0	28.5	36.2	41.8
2	Ц-ГД 25 (АЗШС + МК)	0.24	13.3	35.8	52.9	54.0
3	Ц-ГД 35 (АЗШС+МК)	0.24	8.30	27.9	40.0	52.5
4	Ц-ГД 45 (АЗШС+МК)	0.24	11.6	32.0	42.0	45.0
5	Ц-ГД 25 (АЗШС + ПШ)	0.28	12.0	24.5	45.0	50.0
6	Ц-ГД 35 (АЗШС+ПШ)	0.28	15.0	24.1	27.0	48.0
7	Ц-ГД 45 (АЗШС+ПШ)	0.32	12.9	26.6	37.0	45.0
8	Ц-ГД 25 (АЗШС+КШ)	0.28	10.8	28.0	43.0	45.0
9	Ц-ГД 35 (АЗШС+КШ)	0.32	15.0	41.0	43.0	48.0
10	Ц-ГД 45 (АЗШС+КШ)	0.3	10.5	23.7	32.5	45.0
11	Ц - ГД 25 (АЗШС+ПСПШ)	0,28	14.7	23.6	26.1	44.1
12	Ц - ГД 35 (АЗШС+ПСПШ)	0,28	12.6	26.2	36.3	47.4
13	Ц - ГД 45 (АЗШС+ПСПШ)	0,32	10.5	27.4	42.1	44.5

Примечание: АЗШС - активная золошлаковая смесь; МК-микрокремнезем; ПСПШ - обработанный сталеплавильный шлак; ПШ - печной шлак; КШ - ковшовый шлак

Такое же влияние на физико-механические свойства ПЦ оказывает гибридная добавка АЗШС+ПШ при дозе (25-35)%. Повышенная дозировка этой добавки (45%) снижает прочность ПЦ. Гибридная добавка, включающая АЗШС+КШ, несколько замедляет процесс гидратации и твердения ПЦ при всех ее дозировках (25-45%). К 28-сут наблюдается ускорение набора прочности композита, которая достигает показателя ПЦ-Д0. Увеличение количества добавки до 45% снижает гидравлическую активность композиционного портландцемента во все сроки твердения (Табл.3, рис. 3б).

Заключение

Установлена принципиальная возможность комплексного применения золошлаковой смеси Ангренской ТЭС сухого удаления и отходов сталеплавильного производства АО «Узметкомбинат» для получения гибридных добавок высокой активности. Шихты, включающие новые виды гибридных добавок техногенного происхождения характеризуются сравнительно высокой размолоспособностью. Для достижения оптимальной дисперсности композиционных портландцементов рекомендуемая доза гибридных добавок составляет 25-35%. Разработанные гибридные добавки способны заменить 25-45% высокотемпературной клинкерной составляющей и получить «зеленые» цементные композиты, не уступающие по показателям прочности матрице – портландцементу марки ПЦ400-Д0.

Список литературы:

1. Переработка промышленных отходов:https://hadron.solutions/pererabotka-promyshlennyh-othodov/
2. Газиев У.А., Х.А. Акрамов. Отходы промышленности в производстве строительных материалов и изделий / - Ташкент, ТАСИ, 2003. - 112 с.
3. Чумаченко Н.Г., Коренькова Е.А. Промышленные отходы - перспективное сырье для производства строительных материалов: Промышленное и гражданское строительство/ 2014, № 3. - С. 20-24.
4. Торлова А.С., Виткалова И.А., Пикалов Е.С. Влияние количества наполнителя на свойства композиционного материала на основе керамических и полимерных отходо/ http://www.allbest.ru/
5. Перовская К.А., Петрина Д.Е., Пикалов Е.С.и др. Применение полимерных отходов для повышения энергоэффективности стеновой керамики: Экология промышленного производства/ 2019, №1. - С. 7-11.
6. Сагдеева Г.С., Патракова Г.Р. Переработка отходов производства и потребления с использованием их ресурсного потенциала: Вестник Казанского технологического университета/ 2014, Т. 17, № 6. -С. 194-198.
7. Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении Концепции охраны окружающей среды Республики Узбекистан до 2030 года» № УП-5863 от 30 октября 2019.//http://uza.uz/ru/documents/ob-utverzhdenii-kontseptsii-okhrany-okruzhayushchey-sredy-re-31-10-2019
8. Seiichi Hoshino, XRD\Rictvelo Analysis of Hidration and Strength and Development of Slag of and Limestone blended Cement/ Journal of Advanced Concrete Technology. 2006, Vol. 4, No.3. – P. 357-367.
9. M. Antoni, J. Rossen, F. Martirena, K. Scrivener. Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone/ Cement and Concrete Research. 2012, Vol. 42. – P. 1579-1589.
10. Mateusz Radlinski, Jan Olek. Investigation into the synergetic effects in ternary cementitious systems containing portland cement, fly ash and silica fume: Cement & Concrete Composites/ 2012, Vol. 34. – P. 451- 459.
11. K. De Weerdt, K.O. Kjelsen, E. Sellevold, H. Justnes/ Synergy betveen fly ash and limestone povder in ternary cements: Cement & Concrete Composites/ 2011, Vol. 33. – P. 30-38.
12. Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р. Строительство и минеральные вяжущие прошлого, настоящего и будущего: Строительные материалы/ 2013, №5. – С. 57-59.
13. Mastura Iskandarova, Zarifjon Tursunov, Gulruh Begjanova, Farruh Atabaev. Perspective Direction of Maximum Disposal of Ash-Slag Mixtures uf TPP in the Cement Industry: Advanced Materials Research/ Vol., 1158 (2020). Trans Tech Pu–Switzerland.–P. 348-356.
14. Iskandarova M., Mukhiddinov D.D., Atabaev F.B. Regulation of the hardening process and structure of formation of portlandcement by the addition of dark breeds of Uzbekistan: Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems/ -America, 2020. Vol. 12. 07. -Special Issue, 2020. – P. 2054-2060.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18466

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ГИБРИДНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА И АКТИВИРОВАННЫЕ ЗОЛОШЛАКА

Намазов Шафоат Саттарович
д-р техн. наук, проф., академик
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mukhitdinov28@gmail.com

Искандарова Мастура
д-р техн. наук, проф.,
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мухитдинов Дилшод Давронович
д-р философии,
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mukhitdinov28@gmail.com

Ахмедова Дилфуза Улугбек кизи
мл. науч. сотр.,
Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE BASED ON PORTLAND CEMENT WITH HYBRID ADMIXTURES OF MICROSILICA AND ACTIVATED ASH-AND-SLAG MIXTURE

Shafoat Namazov
Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mastura Iskandarova
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilshod Mukhitdinov
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dilfuza Akhmedova
Junior Research Fellow,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ГИБРИДНЫМИ ДОБАВКАМИ ИЗ СМЕСИ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА И АКТИВИРОВАННЫЕ ЗОЛОШЛАКА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Намазов Ш.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18466*

АННОТАЦИЯ

В данной статье определялись результаты с использованием метода испытаний образцов тяжелых бетонов ГОСТ 10180-2012 содержащих портландцементы с 25%, 45% гибридными добавками показатели прочности через 28 суток образца №2 360 кг/см^2, образца №3 339 кг/см^2 по к классу В25, В22.5 Полученным после 25 циклов замораживания и оттаивания образцов бетона характеризуется уровень морозостойкости F1 25 по показателям прочности.

ABSTRACT

In this article using the method of testing samples of heavy concrete interstate standard 10180-2012 containing Portland cement with 25%, 45% hybrid additives strength values after 28 days sample number 2 360 kg/cm^2, sample number 3 339 kg/cm^2 to class B25, B22.5 determined the results. Obtained after 25 cycles of freezing and thawing concrete samples are characterised by the level of frost resistance F1 25 by strength indices.

Ключевые слова: Кремнеземистые гибридные добавки, активированные золошлак, микрокремнезем, цемент, бетон, прочность, физико-механические свойства, морозостойкость.

Keywords: Silica hybrid additives, activated ash and slag, microsilica, cement, concrete, strength, physical and mechanical properties, frost resistance.

Введение. Принятые в республике меры по реализации программ жилищного строительства привели к увеличению спроса на все виды строительных материалов, в первую очередь цемент и материалы, используемые для него. Гибридные добавки, активированные золошлак (АЗШ) с микрокремнезем (МК), являются перспективным направлением разработки новых материалов для строительной индустрии и других отраслей промышленности. Использование золы и шлака от сжигания угля или другого ископаемого топлива в качестве дополнительного активатора на теплоэлектростанциях позволяет не только перерабатывать отходы, но и производить экологически чистые материалы с улучшенными свойствами.

Способность бетонного изделия, не разрушаясь сопротивляться внешним силам, определяет прочность бетона. Ее величина определяется испытанием на сжатие образцов определенного размера, которых для полного затвердения выдерживают при номинальной температуре в течение 28 суток [1. С. 49-55]. Прочность бетона зависит в основном от активности цемента и водоцементного отношения степени уплотнения, качества заполнителей и условий твердения. Незначительно изменение указанных факторов и выдержанной пропорции бетонной смеси влечет значительную потерю прочности бетона. Поэтому каждый раз, когда состав цемента изменяется введением каких-нибудь добавок, необходимо рассмотреть их влияние на показатели бетона.

Кремнеземистые добавки, в частности микрокремнезем, пластифицируют цементное тесто, в связи с чем, могут изменяться и условия приготовления бетона из него [2]. В связи с этим, при их применении для изготовления бетона, необходимо проводить исследования по подбору состава бетонной смеси

Общестроительные портландцементы с добавками (ЦЕМ II- ЦЕМ IV), изготовляемые по ГОСТ 31108-2020, включают различные виды минеральных добавок. Главным условием для применения таких портландцементов является обеспечение долговечности бетона на их основе, так как в процессе эксплуатации цементные растворы и бетоны подвергаются различного рода воздействиям окружающей среды.

Наиболее важными показателями долговечности цементных композиций и бетонов являются их устойчивость к карбонизации, к действию минеральных солей, антиобледенению, а также к различным температурным воздействиям окружающей среды. Поэтому при использовании любого нового вида цемента в качестве вяжущего, необходимо изучить поведение и оценить возможные изменения его механической прочности под действием определенных климатических и агрессивных факторов.

Одними из основных методов испытания цемента, связанных с определением его стойкости являются атмосферостойкость и морозостойкость. Авторы работ [3. –С 22; 4. –С 157; 5. –С 160; 6. –С 18, 7. –С 168] отмечают, что МК характеризуется высокой дисперсностью, поглощает большое количество воды, чем исходный ПЦ400-Д0, так как средний размер частиц МК составляет порядка 1 мкм, что более 6 раз меньше среднего размера частиц портландцемента и обеспечивает равномерное распределение по объему цементного раствора в бетонной смеси и способствует более быстрой и эффективной реакции, рассеиваясь по всему объему бетона. Тысячи сферических активных микрочастиц МК окружают каждое зерно цемента, уплотняя цементный раствор, заполняя пустоты бетонной смеси прочными продуктами гидратации и улучшая их сцепление с заполнителями.

По данным [8. –С 220], портландцементы модифицированные кремнеземистыми добавками демонстрируют высокую степень долговечности, показатели которой сопоставимы с обычными портландцементами. Следовательно, существующие способы изготовления и применения бетонов без изменений могут быть распространены на композиционные портландцементы.

Большое значение при использовании исследуемых портландцементов в качестве вяжущего для изготовления бетонов, которые в процессе эксплуатации подвергаются различного рода воздействиям окружающей среды (попеременному замораживанию и оттаиванию, высыханию и увлажнению, и др.), является необходимость проводить испытания по оценке изменения их механической прочности под действием определенных агрессивных факторов.

Стойкость цементов к различному роду воздействиям в значительной мере определяют долговечность изготовленных из них бетонов. Одними из основных методов испытаний, связанных с определением стойкости, являются морозостойкость и атмосферостойкость.

Методы исследования

При проведении исследований применены стандартные методы физико-механических испытаний в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: соответствующего требованиям ГОСТ 31108-2020; ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия»; ГОСТ 27006- 2015 «Бетоны. Правила подбора состава»; ГОСТ 10060- 2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости»; ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Метод определения прочности по контрольным образцам».

Результаты и их обсуждение

Изучение стойкости опытных портландцементов с добавками микрокремнезема, активированные золошлак ПЦ400-Д25(АЗШС+МК); ПЦ400-Д45 (АЗШС+МК) к различному воздействию окружающей среды осуществляли на стандартных образцах (70×70×70) mm, изготовленных из бетона класса по прочности при сжатии В 15 (М200).

Оптимальный состав бетонной смеси подвижностью (1-4) cm для бетона класса по прочности на сжатие В15 (М200), подбирали по ГОСТ 27006- 2015 «Бетоны. Правила подбора состава».

В качестве крупного заполнителя применяли щебень из гравия смеси фракций от 5 до 20 mm, соответствующего требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».

В качестве мелкого заполнителя использовали песок Майского месторождения, по показателям качества соответствующего требованиям ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия», характеризующегося группой песка «Крупный» со значением модуля крупности $М_к = 2,80$.

Оптимальные составы бетонных смесей на основе опытных портландцементов с добавками ПЦ-Д25 (АЗШС+МК), ПЦ–Д45 (АЗШС+МК) и для сравнения – на бездобавочном портландцементе ПЦ400-Д0, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристики бетонных смесей оптимальных составов

№№	Условное обозначение	Расход материалов на 1 m^3 бетонной смеси						В/Ц	Yб.с kg/m^3
		Вяжущее, в kg	Состав вяжущего, в kg		Песок kg	Щебень kg	Вода мл		
			цемент ПЦ-Д0	добавка					
1	ПЦ400-Д0	307	307	-	657	1221	215	0,70	2391
2	ПЦ400-Д25 (АЗШ+МК)	307	230	77	592	1211	212	0,7	2322
3	ПЦ400-Д45 (АЗШ+МК)	307	169	138	594	1214	215	0,68	2330

В соответствии с данными табл. 1, для приготовления 1м3 бетонной смеси, при использовании вяжущих ПЦ400-Д25 (АЗШ+МК), ПЦ400-Д45 (АЗШ+МК) расход портландцемента ПЦ400-Д0 уменьшается на 77 и 138 kg.

Исследования долговечности цементов с гибридными добавками МК и АЗШ, осуществляли на образцах-кубах размером (70×70×70)mm, изготовленных из бетонных смесей оптимальных составов, приведенных в таблице 1.

Морозостойкость бетонов определяли по первому базовому методу F_1, в соответствии с ГОСТ 10060- 2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости».

Для изучения морозостойкости исследуемых бетонов была изготовлена серия образцов кубов размером (70×70×70) mm в количестве по 15 шт: 3 образца для определения марочной прочности бетона в возрасте 28 суток и 12 образцов для испытания на морозостойкость (6-контрольных и 6-основных).

Испытание образцов бетона на морозостойкость начинали через 28 суток их нормального твердения при t= (20±2)° C и W= (95±5) %, предварительно определив их прочностные показатели по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Метод определения прочности по контрольным образцам».

Перед началом испытаний контрольные и основные образцы насыщали водой и насыщенные контрольные образцы испытывали на сжатие. Насыщенные водой основные образцы, подвергали цикличному замораживанию и оттаиванию.

Характеристики образцов из бетона составов ПЦ400-Д0, ПЦ400-Д25 (АЗШ+МК), ПЦ400-Д45 (АЗШ+МК) и предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток и насыщенном водой состоянии приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные характеристики бетонных образцов через 28 суток нормального твердения

	Условное обозначение	Характеристики			Предел прочности при сжатии,kgf/cm²		Коэффициент размягчения, $К=\frac{R_{нас}}{R_{сух}}$	Класс (марка) бетона по прочности на сжатие
		Масса образцов		W, %	$R_{28\ (сух.)}$	$R_{28\ (водонас.)}$		
		$m_{сух}$, g	$m_{нас}$, g					
1	ПЦ400-Д0	800	820	3,66	248	233	0,939	B15(M200)
2	ПЦ400-Д25 (АЗШ+МК)	808	825	2,06	360	342	0,95	B25 (M300)
3	ПЦ400-Д45 (АЗШ+МК)	787	815	3,46	339	319	0,94	B22,5(M275)

Примечание: Значения основных характеристик и прочность бетонных образцов приведены как средние из 6-ти.

Сравнительными испытаниями бетонов на бездобавочном цементе ПЦ400-Д0 и бетонов, изготовленных с применением цементов с гибридными добавками МК+АЗШ получены бетоны класса B25 (M300) и B22,5 (M275), прочность на сжатие которых соответственно составила 233, 342, 319 kg/cm^2.

Расход сырьевых материалов на приготовление 1m^3 бетона с применением исследуемых цементов с минеральными добавками, практически одинаков. Для получения бетона класса по прочности на сжатие B25 (M300) и B22,5 (M275) расход вяжущих составил 307kg/m^3.

Однако, при равном расходе вяжущих, содержание портландцемента ПЦ400-Д0 в бетонах с использованием минеральных добавок составило 230, 169 kg/m^3 . Таким образом, при производстве портландцементов введение до 25%, 45% кремнеземистых добавок (МК и АЗШ), выгодно в целях экономии дорогостоящего клинкера.

Результаты испытаний основных образцов после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Прочность контрольных и основных образцов бетона

№	Образцы бетона из ПЦ Д-0		Образцы бетона из ПЦ Д-25 МК+АЗШ		Образцы бетона из ПЦ Д-45 МК+АЗШ	
	Прочность бетона, МРа		Прочность бетона, МРа		Прочность бетона, МРа	
	контрольн. образцов	основных образцов	контроль. образцов	основн. образцов	контроль. образцов	основн. образцов
1	23,0	24,1	23,8	24,9	22,0	22,9
2	23,8	24,8	24,0	25,0	21,9	22,5
3	23,3	24,3	23,2	24,2	21,6	22,8
4	23,6	24,6	24,1	25,2	22,2	23,2
5	23,2	24,3	23,0	24,0	21,7	22,6
6	22,9	24,9	24,1	24,3	21,4	23,4
	Xcp^{I}=23,3 $Xmin^{I}$=22,9 $Xmax^{I}$=23,8	Xcp^{II}=24,5 $Xmin^{II}$=24,1 $Xmax^{II}$=24,9	Xcp^{I}=23,7 $Xmin^{I}$=23,0 $Xmax^{I}$=24,1	Xcp^{II}=24,6 $Xmin^{II}$=24,0 $Xmax^{II}$=25,2	Xcp^{I}=21,8 $Xmin^{I}$=21,4 $Xmax^{I}$=22,2	Xcp^{II}=22,8 $Xmin^{II}$=22,5 $Xmax^{II}$=23,4

Проведение испытаний контрольных и основных образцов бетона и оработку результатов после 25-ти циклов замораживания и оттаивания осуществляли по методике ГОСТ 10060-2012 (п.5.2.4.2) с определением характеристик бетона:

- Xcp^{I}- средняя прочность контрольных образцов;
- Xcp^{II}- средняя прочность основных образцов;
- $Xmin^{I}$- нижняя граница доверительного интервала прочности контрольных образцов;
- $Xmin^{II}$- нижняя граница доверительного интервала прочности основных образцов;
- σ_n^{I} среднеквадратическое отклонение контрольных образцов;
- σ_n^{II} среднеквадратическое отклонение основных образцов;
- Vm –коэффициент вариации прочности.

Результаты сравнительных испытаний образцов бетона на опытных цементах с гибридными добавками приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Результаты испытаний бетонов на морозостойкость

Показатель	Значения показателей образцов бетона:					
	Образцы бетона из ПЦ Д-0		Образцы бетона из ПЦ Д-25 МК+АЗШ		Образцы бетона из ПЦ Д-45 МК+АЗШ	
	контрол.	основн.	контрол.	основн.	контрол.	основн
Xcp^{I}, MPa	23,3	-	23,7	-	21,8	-
σ_n^{I}, MPa	0,36	-	-	-	0,32	-
Xcp^{II} MPa	-	24,5		24,6		22,8
σ_n^{II}, MPa		0,32	0,44	0,48	-	0,36
V_m, %	1,86	1,31	1,86	1,90	1,47	1,59
$Xmin^{I}$, MPa	22,9	-	23,0	-	21,4	-
$0,9\ Xmin^{I}$, MPa	**20,6**	**-**	**20,7**	**-**	**19,3**	**-**
$Xmin^{II}$, MPa	**-**	**24,1**	**-**	**24,0**	**-**	**22,5**

Согласно ГОСТ 10060-2012, п.5.2.4, образцы считают выдержавшим испытание на морозостойкость, если соблюдается соотношение:

$$Xmin^{II} > \text{или} = 0,9\ Xmin^{I}$$

В соответствии с данными таблицы 4, значения нижних границ доверительного интервала прочности основных образцов исследуемых бетонов выше нижних границ доверительного интервала прочности контрольных образцов и составляют:

- для образцов бетона из ПЦ-Д0: 24,1 > 20,6
- для образцов бетона из ПЦ400-Д25 МК+АЗШ: 24,0 > 20,7
- для образцов бетона из ПЦ400-Д45 МК+АЗШ: 22,5 > 19,3

По полученным результатам испытаний (см. табл. 4) бетоны оптимальных составов с использованием цементов с 25%, 45% гибридными добавками МК и АЗШ, выдержали 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания без снижения прочностных показателей и характеризуются маркой по морозостойкости $F_1$25.

Следовательно, замена части клинкера 25%, 45% в ПЦ, обеспечивает получение добавочных и портландцементов, характеризующихся такой же морозостойкостью, как у эталона.

Заключения: Кремнеземистые гибридные добавки, представляющие собой тонкодисперсный материал, очень мелкие часицы которого равномерно рассредоточиваются в бетонной смеси, эффективно заполняя пустоты между цементами продуктами гидратации, уплотняя цементный раствор, и улучшая сцепление с заполнителями. Микрозаполнитель позволит увеличить плотность смеси, из-за более плотного заполнения пустот между песчинками бетона. Вследствие малости пустот такого бетона, поверхность изделия будет гладкой, не содержащей крупных пор и отверстий.

Список литературы:

1. Политаева А.И., Елисеева Н.И., Яковлев Г.И. и др. Роль микрокремнезема в структурообразовании цементной матрицы и формировании высолов в вибропрессованных изделиях // Строительные материалы. – 2015. -№ 2. – С. 49-55.
2. Брыков А.С. Влияние микрокремнезема в уплотненной и суспендированной формах на гидратацию портландцемента и свойства портландцементных композиций //Ж. Высокопрочный бетон. № 3. –М. 2010. /file:///c:/usersuser/Descop/микрокремнезем%20подробно.pdf.
3. Эмралиева С.А. Ультрадисперсные пуццолановые добавки для гидроизоляционных растворов // Авт. дисс…канд. техн. наук. –Челябинск. 2009. -22 с.
4. Формирование и генезис микроструктуры цементного камня // Под ред. Л.Г. Шпыновой. –Львов: «Вища школа». Изд-во при Львовском ун-те. 1975. – 157 с.
5. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня //Под ред. Л.Г.Шпыновой. –Львов: «Вища школа». Изд-во при Львовском ун-те. 1981. – 160 с.
6. Токарев Ю.В., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н. и др. Роль ультрадисперсных добавок в процессах гидратации // Строительные материалы, оборудовании, технологии XXI века. – 2009. – №5(124). – С. 18.
7. Пащенко А.А. Теория цемента / Пащенко А.А., Мясникова Е.А., Гумен В.С., Салдугей М.М., Саницкий М.А. и др. – К. : Будівельник, 1991. -168 с.
8. Ратинов В.Б., Иванов Ф.М. Химия в строительстве. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. –М. : Стройиздат, 1977. – 220 с.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18419

УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОСУГА МОЛОДЕЖИ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОГО РАЙОНА

Шемякина Вероника Александровна
канд. архитектуры,
доц. кафедры Градостроительство,
Московский Архитектурный Институт
(Государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: v_shemyakina@internet.ru

Дмитриева Юлия Евгеньевна
студент,
Московский Архитектурный Институт
(Государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: julia.archt@gmail.com

CONDITIONS FOR THE FORMATION OF YOUTH LEISURE FACILITIES IN THE STRUCTURE OF AN URBAN AREA

Veronika Shemyakina
PhD of Architecture,
Associate Professor of the Department of «Urban Planning»,
Moscow Architectural Institute (State Academy),
Russia, Moscow

Julia Dmitrieva
Student,
Moscow Architectural Institute (State Academy),
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена сравнительному анализу европейского опыта. Были проанализированы два мастерплана и один объект архитектуры. При анализе мастерпланов рассматривались их расположение в структуре города, проектная идея, функционально-компонентный состав территории проектирования. При анализе объемной архитектуры рассматривались расположение здания в структуре города, проектная идея, а также полностью описан состав планировочной структуры объекта. Приводятся выводы анализа. Описаны рассуждения на тему использования результатов анализа проектов при создании мастерплана района Колычево города Коломны.

ABSTRACT

The article is devoted to a comparative analysis of European experience. Two masterplans and one architectural object were analysed. When analysing masterplans, their location in the city structure, design idea, functional and component composition of the design area were considered. When analysing the volumetric architecture, the location of the building in the city structure, the design idea were considered, and the composition of the planning structure of the object was fully described. The conclusions of the analysis are given. Reasoning on the topic of using the results of the project analysis in creating a masterplan of the Kolychevo district of the city of Kolomna is described.

Ключевые слова: мастерплан, европейский опыт, градостроительная среда.
Keywords: masterplan, European experience, urban environment.

В Коломне, как крупном туристическом центре, хорошо поддерживается архитектурно-градостроительных облик исторического центра и прилегающих к нему кварталов. При этом до сих пор сохраняются неблагоприятные жилые микрорайоны на окраинах. Центры для молодежи не организованы, либо имеют скудный функционал, непривлекательный внешний вид, плохую транспортную доступность, а также не имеют функции образования и проф-ориентации. Характерным примером является район

Библиографическое описание: Шемякина В.А., Дмитриева Ю.Е. УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ДОСУГА МОЛОДЕЖИ В СТРУКТУРЕ ГОРОДСКОГО РАЙОНА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18419*

Колычево, расположенный на северо-западе города Коломна.

Цель работы заключается в комплексном развитии района Колычево с интеграцией полноценных центров для досуга и образования молодежи.

При проектировании мастерплана района Колычево было рассмотрено в качестве примеров несколько вариантов европейского опыта для более качественной и детальной проработки. В связи со спецификой работы, а именно интеграцией центров досуга и образования молодежи, были выбраны примеры с соответствующим наполнением. Кроме того, подобраны примеры функциональной организации и расположения данных центров в структуре градостроительной среды.

Были выбраны следующие примеры для сравнительного анализа:

1. Masterplan Lo Recabarren (Santiago De Chile, Chile) MECANOO
2. Cartesius Utrecht (Utrecht, Netherlands) MECANOO
3. Guangzhou Third Children's Palace (Guang Zhou Shi, China) Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute

Masterplan Lo Recabarren (Santiago De Chile, Chile) MECANOO

Рисунок 1. Мастерплан Lo Recabarren

Расположение территории в структуре города. Территория проектирования расположена на окраине района Ло Рекабаррен города Сантьяго де Чилли. Ее окружают поля, гольф клуб, частные жилые дома и парк с севера, запада и востока, а с юга автотрассой Санта Мария, автостародой Костанера Норте и рекой Мапочо.

Проектная идея. Основной замысел заключается в создании устойчивых условий для жизни и работы на месте сельскохозяйственных угодий. Применяются принципы устойчивого развития при проектировании мастерплана окраинного района города.

Функционально-компонентный состав территории. Территория включает в себя жилую застройку, места приложения труда, объекты отдыха, коммерческие площади, очаги коллективного пространства, общедоступный городской парк, павильоны. Жилье представлено в виде индивидуальных домов, общежитий, домов средней этажности и отеля (рис. 1). В качестве мест приложения труда представлен крупный бизнес-инкубатор с разнообразными коммерческими функциями. Очаги коллективного пространства расположены в границах общественного парка и представляют собой набор павильонов,

функция которых направлена на притяжение населения.

В структуре территории выделяется крупный общественный центр в виде длинного навеса с павильонами, предназначеный для совместного времяпрепровождения населения. Данный навес проходит сквозь весь мастерплан, захватывая самые отдаленные его уголки, давая возможность каждому его посетить.

Конфигурация данного навеса представляет особый интерес для молодежи, так как формат уличного укрытия наиболее привлекателен для молодого поколения ввиду его разнообразного функционального назначения.

Cartesius Utrecht (Utrecht, Netherlands) MECANOO

Рисунок 2. Мастерплан Cartesius Utrecht

Расположение территории в структуре города. Участок расположен вблизи основного канала Утрехта, примыкает к железнодорожным путям южной и северо-восточной сторонами. Западная сторона участка примыкает к автомобильной дороге. Находится в центре муниципальных границ Утрехта, однако планировочно определяется как окраинный. С этого участка начинается крупный промышленный клин Утрехта, таким образом он ближе остальной промышленности к жилой застройке и центру города.

Проектная идея. Концепция проекта заключается в создании здорового района, где транспорт отходит на второй план, а озеленение и здоровый образ жизни находятся в приоритете. Территория ранее имела промышленное назначение, в том числе сохранились некоторые объекты, которые в дальнейшем были использованы при проектировании.

Функционально-компонентный состав территории. Значительная часть территории относится к жилой функции. На данном мастерплане присутствует озеленение в серце территории (рис. 2), его обрамляет жилая застройка и одно историческое здание с коммерческой функцией. В восточной части расположен Verkeersleidingspost Utrecht – центр управления железнодорожными перевозками. В северной части в близи железнодорожных путей находится детский сад. Важным историческим объектом является крупная мастерская по строительству железнодорожных путей CAB. Было принято решение реконструировать данный объект в подобие общественной гостиной. В нем сконцентрированы важные общественные функции для обеспечения населения всем необходимым для здорового образа жизни. CAB прилегает к ядру нового района – протяженному парку, захватывающему все части мастерплана.

Центр CAB был реконструирован чтобы стать главной точкой притяжения и местом сбора всех слоев населения территории. Многофункциональность его наполнения позволит каждому найти свое место, а основное пространство функционирует как общественная гостиная, что поддерживает навык добрососедства.

Guangzhou Third Children's Palace (Guang Zhou Shi, China)
Guangzhou Urban Planning & Design Survey Research Institute

Рисунок 3. Guangzhou Third Children's Palace

Расположение территории в структуре города. Объект расположен в самом сердце культурного центра района Хуанпу, Гуанчжоу, провинция Гуандун, Китай.

Проектная идея. Важнейшую роль при восприятии данного объекта играет экстерьер здания (рис. 3). Облик здания намерено спроектирован таким образом, чтобы напоминать цветное облако, обладая при этом регулярной планировкой. Плавные фасады с цветными вставками привлекают внимание потенциального пользователя. В процессе разработки учитывалось влияние объекта на город. Было отмечено повышение жизнеспособности городского общественного пространства для региональной урбанизированной среды.

Функционально-компонентный состав территории. Объект включает в себя 6 этажей: 1 подземный и 5 надземных. Первый этаж включает в себя атриум, внутренний двор, входную группу, туалеты, офис, кафе, хранилище, центр контроля пожаров, *театр на 450 человек*. На втором этаже находятся атриум, *выставочная галлерея*, туалеты, офис, *комнаты активности молодых пионеров,* ресепшн, *сад*, *лекционный зал*, хранилище, *выставочный зал «Urban Space», рабочее пространство для моделирования, пространство для печати на 3д принтере, помещение для графического дизайна*, сервисные помещения. На третьем этаже расположены атриум, *выставочная галлерея*, туалеты, офис*, класс «Body Language»*, *музыкальный класс, сад, музыкальный холл*, хранилище. Четвертый этаж включает в себя атриум, *выставочную галлерею*, туалеты, офис, *комплексный класс*, *помещение для графического дизайна, сад, класс мультимедиа*, хранилище, *студия, музей космоса*. На пятом этаже расположены атриум, *выставочная галлерея*, туалеты, офис, *комплексный класс, биологический выставочный холл, сад, биологическая лаборатория*, хранилища. План кровли включает в себя озеленение и обширное пространство для разнообразного и разностороннего времяпрепровождения детей и подростков. На подземном этаже находится автомобильный паркинг.

Данный центр является исчерпывающим по функциям примером крупного центра занятости и развития для детей и молодежи. Он обладает отличной доступностью, а значит молодежи будет комфортно добраться до него на общественном транспорте. Из анализа получены следующие данные: выставочные пространства занимают больше всего части в процентном соотношении. Относительно общей площади они составляют 23%. Меньше всего площади занимает общественное питание – 0,3%.

Выводы

Таким образом, в результате сравнительного анализа выявлено, что цель проекта чаще всего развитие какой-либо территории с имеющимся проблемным аспектом, проектная идея вращается вокруг реконструкции знакового объекта либо создании нового необычного. Функциональная организация проекта имеет собирательный образ, достаточное количество озеленения и некоторый набор определенных функций внутри. Такими функциями могут быть питание, workspace, лекторий, выставочные залы, крупная функция (театр\зал). Функционально-пространственные параметры мастерплана чаще включают в себя жилье, коммерцию, общественные пространства, озеленение, образование. При этом как правило озеленение является объединяющим фактором для людей, оно сконцентрировано в центре мастерплана и связывает все функции между собой. Озеленение дополняется крупным объектом для населения. Организация транспортной системы в мастерпланах чаще убрана под землю для комфорта пешеходов, однако данное решение исключает доступность объекта для молодежи, которая передвигается в основном на общественном транспорте. Следовательно,

объект притяжения должен находиться вблизи транспортной артерии и иметь поблизости остановки общественного транспорта и велосипедные парковки. Также необходимо предусмотреть крытый паркинг для посетителей на автомобилях. Природный комплекс в мастерпланах представлен объединяющим парком, что наталкивает на мысль о важности близости озеленения к объекту.

Очень важно учитывать сценарный подход, применять его, обращаясь к моделям поведения групп молодежи, на которые ориентирован проект. Сценарии зависят от видов деятельности, а от них зависит функционально-компонентный состав, уровни и закономерности размещения этих компонентов в планировочной структуре района.

Список литературы:

1. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.mecanoo.nl/Projects/project/187/Masterplan-Lo-Recabarren?d=0&t=13
2. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.tanicainmobiliaria.com/barrio-lo-recabarren/
3. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.mecanoo.nl/Projects/project/224/Cartesius-Utrecht
4. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.cartesius-utrecht.nl/
5. Электронный ресурс [режим доступа] https://0344.ropubliceer.nl/
6. Электронный ресурс [режим доступа] https://document-viewer.dso.kadaster.nl/documenten/NL-IMRO-0344-BPCARTDRHFASE2EN6-VA01-2/plekinfo?regelsandere=regels&locatie-stelsel=RD&locatie-x=134559&locatie-y=457087&bestuurslaag=gemeente
7. Электронный ресурс [режим доступа] https://utrecht.bestuurlijkeinformatie.nl/Agenda/Index/0bb961c6-3fc1-40d2-8456-3a5898fad1aa#2d866ebd-5fca-483b-bacb-8c46e5310c1e
8. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.archdaily.com/1004482/guangzhou-third-childrens-palace-guangzhou-urban-planning-and-design-survey-research-institute?ad_source=search
9. Электронный ресурс [режим доступа] https://www.arch2o.com/guangzhou-third-childrens-palace-l-guangzhou-urban-planning-design-survey-research-institute/

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

Шукурова Каромат Кахрамановна
доцент,
Ташкентский архитектурно-строительный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mahliyautegenova@gmail.com

Шукурова Мухлиса Тулкинжон кизи
магистр,
Ташкентский архитектурно-строительный университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент

OPTIMIZATION STRUCTURAL SOLUTIONS FOR EXTERNAL ENCLOSING BARRIER STRUCTURES OF HIGH-RISE RESIDENTIAL BUILDINGS

Karomat Shukurova
associate professor,
Tashkent University of Architecture and Civil Engineering
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Mukhlisa Shukurova
Master,
Tashkent University of Architecture and Civil Engineering,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются методы оптимизации наружных ограждающих конструкций многоэтажных жилых домов. Конструктивные решения имеют большое значение для повышения энергоэффективности зданий, достижения экономической эффективности при выборе строительных материалов и технологий. С этой целью в статье рассматривается проектирование и функциональность заборных конструкций с учетом современных материалов, способов утепления, климатических условий и норм строительства. Результаты исследований открывают возможности снижения энергопотребления и минимизации воздействия на окружающую среду при эксплуатации здания.

ABSTRACT

The article analyzes the methods of optimizing the external barrier structures of multi-storey residential buildings. Constructive solutions are of great importance to increase the energy efficiency of buildings, to achieve economic efficiency in the selection of construction materials and technologies. For this purpose, the article examines the design and functionality of fence structures, taking into account modern materials, insulation methods, climatic conditions and construction standards. Research results provide opportunities to reduce energy consumption and minimize environmental impact during building operation.

Ключевые слова: высотные жилые дома, внешние барьерные конструкции, оптимизация, энергоэффективность, утепление, строительные материалы, воздействие на окружающую среду, экономическая эффективность.

Keywords: high-rise residential buildings, external barrier structures, optimization, energy efficiency, insulation, building materials, environmental impact, economic efficiency.

Введение. В области современной архитектуры и строительства высотные жилые здания приобрели важное значение с ростом населения мира. Внешние барьерные конструкции этих зданий, то есть стены, окна и двери, оказывают большое влияние не только на прочность и конструкцию здания, но и на его энергоэффективность. Оптимизируя внешние барьерные элементы зданий, можно добиться экономической экономии при строительстве, снизить теплопотери здания и уменьшить его экологический след.

Во-первых, энергоэффективность является приоритетным вопросом для современных зданий, что является важным поводом для оптимизации

Библиографическое описание: Шукурова К.К., Шукурова М. ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ВЫСОТНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18396*

наружных барьерных конструкций. Около 40% энергии зданий теряется в местах с недостаточной теплоизоляцией. Потери тепла через наружные стены и крышу здания приводят к чрезмерному потреблению энергии жильцами здания. Поэтому выбор оптимальных изоляционных материалов и технологий, а также внедрение современных многослойных стеновых систем не только сохраняет тепло, но и делает здание более устойчивым.

Во-вторых, оптимизация конструкций внешних барьеров принесет большую экономическую выгоду. На первом этапе могут быть потрачены дополнительные средства на строительные материалы и технологии, но в долгосрочной перспективе затраты будут снижены за счет экономии энергии. Такой подход позволит снизить эксплуатационные расходы в будущем и облегчит процесс обслуживания здания.

Также важен вопрос экологической устойчивости. Выбор материалов в строительном секторе, особенно для внешних барьеров, позволяет снизить воздействие на окружающую среду. Использование органических и переработанных материалов, применение технологий, снижающих выбросы углекислого газа, послужат развитию более зеленой архитектуры в будущем. Оптимизация наружных ограждающих конструкций высотных жилых зданий является одним из важнейших направлений современной архитектуры и строительства. Это не только имеет экономические и экологические преимущества, но и повышает долгосрочную эффективность зданий. Поэтому этот вопрос сохраняет большое значение при разработке и реализации строительных проектов.

Оптимизация наружных барьерных конструкций не только обеспечивает энергосбережение и экономическую эффективность при строительстве высотных зданий, но и включает в себя множество других важных факторов. Среди них особого внимания заслуживают следующие аспекты:

1. Адаптивность к климатическим условиям. Климатические условия каждого региона разные, и конструкции наружных заборов должны адаптироваться к этим условиям. Например, в жарком климате охлаждающие материалы и системы используются для защиты здания от перегрева. В холодном климате требуются конструктивные решения, максимально сохраняющие тепло. Таким образом, системы ограждений, учитывающие климатические особенности, обеспечивают наилучшие результаты для каждого региона.[Fathy, Hassan – Natural Energy and Vernacular Architecture. University of Chicago Press, 1986.]

2. Общественное здоровье и комфорт. Еще одним важным аспектом конструкций наружных ограждений является создание комфортной и здоровой среды проживания жильцов дома. Утепление здания помогает снизить не только тепло, но и шум. Особенно это актуально для жилых массивов, расположенных вблизи крупных улиц в городских условиях. Оптимальная изоляция и хорошая система вентиляции улучшают качество воздуха, предотвращают появление плесени и влаги, что полезно для здоровья населения.

3. Инновационные технологии и материалы. Современные технологии и новые строительные материалы расширяют возможности оптимизации внешних барьерных конструкций зданий. Например, системы фасадной вентиляции не только защищают здания от внешних воздействий, но и улучшают их внешний вид. Кроме того, важную роль в обеспечении экологической устойчивости играют самоочищающиеся фасады и зеленые фасады.

4. Модули и сборка. Модульные и сборные строительные системы широко используются для быстрого и эффективного строительства зданий. Благодаря этим системам ускоряются строительные процессы, повышается качество и снижаются затраты на рабочую силу. Для наружных стен здания также используются сборные конструкции, при этом заранее решаются такие вопросы, как утепление и долговечность.

5. Простота обслуживания и ремонта. Оптимизированные внешние барьерные конструкции могут облегчить обслуживание и ремонт при длительном использовании. Стеновые и кровельные системы, изготовленные из высококачественных материалов, не требуют особого ухода. Это также снизит будущие затраты на содержание здания.

6. Эстетичный дизайн и архитектура. Конструкции наружных ограждений являются одним из важных факторов, определяющих общий архитектурный облик зданий. Оптимизированные заборы должны не только соответствовать техническим требованиям, но и иметь привлекательный эстетический вид. Это особенно важно для зданий, расположенных в городской среде, поскольку их дизайн должен соответствовать окружающей среде и вписываться в городской ландшафт.

Вопрос оптимизации наружных ограждающих конструкций высотных жилых домов многогранен и важен во многих отношениях. Это имеет большое значение не только с точки зрения энергоэффективности и экономической эффективности, но и с точки зрения удобства людей, экологической устойчивости, применения инновационных технологий и дизайна. Поэтому необходимо учитывать все эти факторы при проектировании и строительстве таких зданий. Оптимизация внешних барьеров остается одним из основных направлений не только современного строительства, но и будущей архитектуры и урбанизации.

7. Улучшение тепло- и звукоизоляции.

Важно не только снизить теплопотери через внешние ограждающие конструкции зданий, но и использовать шумопоглощающие материалы. В городах и густонаселенных районах большое значение для комфорта жителей имеет шумоизоляция. Оптимальные внешние конструкции не только снижают шум окружающей среды, но и помогают изолировать шум внутри здания.

Теплоизоляция: Этот вопрос особенно важен с точки зрения изменения климата и энергоэффективности. За счет снижения потребления энергии для отопления или охлаждения зданий также снижается негативное воздействие на климат.

Стеновые и кровельные материалы с высокой теплоизоляцией повышают эффективность зданий и снижают эксплуатационные расходы. [Routledge Handbook of Sustainable Building Design and Engineering.]

Звукоизоляция: Методы снижения шума также важны для внешних барьерных конструкций здания. В городских условиях, особенно в местах со значительным шумом от транспортных средств, хорошая звукоизоляция обеспечивает комфорт проживающих в здании людей. Поэтому требуется использование специальных звукопоглощающих материалов или многослойных стеновых систем.[Egan, David M. – "Architectural Acoustics". McGraw-Hill Education, 2007]

8. Упрощение и ускорение процесса строительства. Сокращение сроков строительства также является одним из основных аспектов оптимизации многоэтажных жилых домов. Используя сборные элементы или готовые модули для внешних барьерных конструкций, здание можно построить быстрее и гарантировать качество. Такой подход также помогает снизить общую стоимость проекта.

Модульная технология строительства: Модульные методы строительства, т. е. предварительная подготовка важных частей конструкции на заводе, а затем их доставка на объект и установка, создают большое удобство. Это не только экономит время, но и повышает качество строительства, ведь сборные модули производятся на заводе под строгим контролем.

9. Гармония с окружающей средой. Сегодня вопрос экологической устойчивости очень важен в архитектуре и строительстве. Адаптация внешних барьерных конструкций здания к окружающей среде не только снижает воздействие на окружающую среду, но и служит сохранению природных ресурсов. Важную роль в этом процессе играют экологически чистые строительные материалы и технологии.

Зеленые фасады: Установка зеленых растений или специально разработанных растительных систем на внешней стороне зданий не только придает эстетичный вид, но и улучшает климатическую адаптацию здания. Зеленые фасады улучшают тепло и качество воздуха, а также помогают охлаждать здания.

Использование солнечной энергии: Интеграция солнечных батарей во внешние конструкции – одно из эффективных решений повышения энергетической независимости зданий. Этот метод повышает энергоэффективность и снижает общий углеродный след. [Norton, Brian – Solar Energy Thermal Technology. Springer, 1992.]

10. Безопасность и долговечность. Внешние ограждающие конструкции высотных зданий должны быть устойчивы к природным катаклизмам, особенно землетрясениям и сильным ветрам. Использование прочных материалов и инновационных технологий в строительстве, а также соблюдение требований и норм безопасности обеспечивают долгосрочную эксплуатацию здания.

Устойчивость к природным катаклизмам: Специальные конструкционные материалы и технологии делают здания устойчивыми к землетрясениям, сильным ветрам и другим стихийным бедствиям. Например, такие материалы, как легкие стальные конструкции или железобетон, повышают прочность внешних барьеров и обеспечивают безопасность. [Janssen, Hans, and Roels, Staf – "Hygrothermal Building Behavior". Building Physics Research Group, 2009.]

Топливо и огнеупорные материалы: Для высотных зданий необходимо использовать огнестойкие материалы, поскольку опасность возгорания может нанести значительный ущерб всем этажам здания. Использование современных подходов, подготовка наружных конструкций из огнестойких материалов, их адаптация к нормам безопасности, гарантирует долговременную устойчивость здания.

Заключение. Оптимизация внешних барьерных конструкций высотных жилых зданий не только повышает энергоэффективность, но и обеспечивает здоровье населения, затраты на строительство, экологическую устойчивость и безопасность. Эти аспекты улучшают долгосрочный срок службы здания, а также адаптируют здания к современным технологиям и стандартам зеленого строительства. Когда внешние барьерные конструкции эффективно оптимизированы, это обеспечивает комфорт, воздействие на окружающую среду и экономическую эффективность зданий, что приводит к выгодам для общества.

Список литературы:

1. ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) – "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings", 2019.
2. Egan, David M. – "Architectural Acoustics". McGraw-Hill Education, 2007.
3. Routledge Handbook of Sustainable Building Design and Engineering.
4. Fathy, Hassan – Natural Energy and Vernacular Architecture. University of Chicago Press, 1986.
5. Taranath, Bungale S. – "Reinforced Concrete Design of Tall Buildings". CRC Press, 2010.
6. Norton, Brian – Solar Energy Thermal Technology. Springer, 1992.
7. Lechner, Norbert – "Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects". Wiley, 2014.
8. Liddament, M.W. – "A Guide to Energy Efficient Ventilation". International Energy Agency (IEA), 1996.
9. Janssen, Hans, and Roels, Staf – "Hygrothermal Building Behavior". Building Physics Research Group, 2009.
10. European Committee for Standardization (CEN) – Thermal performance of buildings. EN ISO 6946:2017, 2017.

ТРАНСПОРТ

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОК НА МАССОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ США И ЕВРОПЫ

Бабаян Георгий Вараздатович
руководитель офис-отдела,
Компания ООО «Три Богатыря»,
РФ, г. Санкт-Петербург
E-mail: gocha001097@gmail.com

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ELECTRIC CHARGING INFRASTRUCTURE ON THE MASS INTRODUCTION OF ELECTRIC VEHICLES IN MAJOR CITIES IN THE UNITED STATES AND EUROPE

Georgiy Babayan
Head of Office Department,
Company LLC "Three Bogatyrs",
Russia, St. Petersburg

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена анализу влияния инфраструктуры зарядных станций на внедрение электромобилей (ЭМ) в США и Европе. Рассмотрены ключевые факторы успешного внедрения, такие как доступность, удобство и экономическая эффективность зарядных станций. Исследование выявляет корреляцию между плотностью зарядных станций и уровнем проникновения ЭМ, подчеркивая роль государственных субсидий и налоговых льгот в стимулировании роста этого сегмента. Проанализированы кейс-стадии городов с наиболее развитой инфраструктурой и высоким уровнем внедрения ЭМ, включая Амстердам, Осло и Лос-Анджелес. Статья демонстрирует, что успешное развитие инфраструктуры зарядных станций, поддерживаемое государственной политикой и стратегическими инвестициями, является ключевым драйвером роста рынка электромобилей и достижением климатических целей.

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the impact of charging station infrastructure on the introduction of electric vehicles (EVs) in the United States and Europe. The key factors of successful implementation, such as the availability, convenience and cost-effectiveness of charging stations, are considered. The study reveals a correlation between charging station density and EV penetration rates, highlighting the role of government subsidies and tax incentives in driving the growth of this segment. The case stages of cities with the most developed infrastructure and a high level of EM adoption, including Amsterdam, Oslo and Los Angeles, are analyzed. The article demonstrates that the successful development of charging infrastructure, supported by government policies and strategic investments, is a key driver of growth in the electric vehicle market and the achievement of climate goals.

Ключевые слова: электромобили (ЭМ), инфраструктура зарядных станций, государственная политика, субсидии и налоговые льготы, экономическая эффективность, доступность и удобство зарядки, внедрение электромобилей.

Keywords: electric vehicles (EVs), charging station infrastructure, government policy, subsidies and tax incentives, economic efficiency, availability and convenience of charging, introduction of electric vehicles.

Введение. В последние десятилетия человечество столкнулось с глобальными вызовами, связанными с изменением климата, ухудшением качества воздуха в мегаполисах и истощением природных ресурсов. В этом контексте переход к экологически чистым видам транспорта, в том числе к электромобилям, становится одной из ключевых стратегий устойчивого развития. Электромобили, как альтернатива автомобилям с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), представляют собой важное звено в цепи мероприятий, направленных на снижение выбросов углекислого газа (CO_2) и других вредных веществ, таких как оксиды азота (NO_x) и твердые частицы (PM), которые негативно влияют на здоровье населения и окружающую среду.

Научные исследования свидетельствуют о том, что транспортный сектор является одним из крупнейших источников парниковых газов, особенно

Библиографическое описание: Бабаян Г.В. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОЗАПРАВОК НА МАССОВОЕ ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ США И ЕВРОПЫ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18305*

в крупных городах. Согласно данным Межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC), транспорт вносит более 20% в общие мировые выбросы CO_2, причем значительная часть этих выбросов приходится на дорожный транспорт. В условиях урбанизации и роста численности населения городов мирового масштаба важно искать пути снижения углеродного следа, и электромобили играют здесь важную роль.

Электромобили характеризуются нулевыми прямыми выбросами во время эксплуатации, что способствует улучшению качества воздуха в городах и снижению уровня шума. Кроме того, переход на электромобили открывает возможности для интеграции возобновляемых источников энергии (солнечная, ветровая и гидроэнергия) в транспортную систему, что дополнительно снижает зависимость от ископаемого топлива и уменьшает экологическую нагрузку.

Спрос на электромобили растет, что обусловлено, с одной стороны, прогрессом в развитии технологий аккумуляторов, повышением их емкости и снижением стоимости, а с другой — мерами государственной поддержки, такими как субсидии, налоговые льготы и привилегии в городском движении. Однако, несмотря на очевидные преимущества электромобилей, их массовое внедрение сдерживается рядом факторов, среди которых ключевым является недостаточная развитость инфраструктуры электрозаправок. Доступность и плотность сети зарядных станций непосредственно влияют на удобство использования электромобилей, формируя у потенциальных потребителей так называемую «анксетию дальности» (range anxiety), которая остается одним из основных барьеров на пути к повсеместному переходу на электромобильный транспорт.

Таким образом, развитие и оптимизация инфраструктуры электрозаправок становится центральным элементом политики устойчивого городского транспорта и ключевым условием для ускоренного внедрения электромобилей в крупных городах США и Европы. Исследование влияния инфраструктуры зарядных станций на темпы электромобилизации является не только научно значимым, но и практически важным для разработки эффективных стратегий поддержки и развития зеленого транспорта в условиях современных мегаполисов.

Процесс массового внедрения электромобилей в транспортную систему современных городов является сложной задачей, требующей учета множества факторов — от экономических и технологических до социально-психологических. Одним из ключевых элементов, определяющих успешность этого перехода, является наличие развитой и доступной инфраструктуры для зарядки электромобилей. Инфраструктура электрозаправок — совокупность зарядных станций различного типа и мощности, расположенных в стратегически важных местах — играет решающую роль в формировании спроса на электромобили и преодолении основных барьеров их внедрения.

Научные исследования и эмпирические данные показывают, что доступность и качество инфраструктуры зарядки электромобилей непосредственно влияют на принятие решений потребителями. Главным образом это проявляется через понятие «анксетия дальности» (range anxiety) — боязнь водителей остаться без заряда в пути, что становится одной из главных причин отказа от покупки электромобиля. Для снижения уровня этой тревожности необходима высокая плотность зарядных станций, их равномерное распределение, а также достаточная мощность для быстрого восполнения заряда батареи.

Таким образом, плотная и мощная сеть электрозаправок является критическим условием для повышения доверия к электромобилям как к надежному средству передвижения. Кроме того, инфраструктура электрозаправок должна соответствовать потребностям различных типов пользователей. Например, кратковременные станции быстрой зарядки (DC Fast Chargers) вблизи оживленных транспортных узлов и автомагистралей играют важную роль для тех, кто путешествует на большие расстояния или активно использует электромобиль в повседневных поездках. В то же время медленные зарядные станции (AC Chargers), установленные в жилых районах и на парковках, подходят для пользователей, которые заряжают свои автомобили в ночное время или на длительных стоянках. Эффективное сочетание этих типов зарядок позволяет минимизировать время ожидания и повысить удобство использования электромобилей, что способствует росту их популярности.

Региональные различия в уровне развития инфраструктуры зарядки также оказывают значительное влияние на скорость электромобилизации. В Европе, где наблюдается плотная и равномерно распределенная сеть зарядных станций, темпы внедрения электромобилей значительно выше по сравнению с некоторыми регионами США, где доступ к зарядным станциям может быть ограничен вне крупных городов. Исследования показывают, что в странах с активной государственной поддержкой и целенаправленной политикой по развитию инфраструктуры, таких как Нидерланды, Норвегия и Германия, процент электромобилей на дорогах в несколько раз выше, чем в странах с менее развитой инфраструктурой. Это подчеркивает важность интегрированного подхода, включающего как развитие инфраструктуры, так и экономические стимулы, информационные кампании и законодательные меры.

Эффективность инфраструктуры электрозаправок измеряется не только количеством станций, но и их географическим расположением, доступностью и удобством для пользователей. Плохо спланированная сеть зарядных станций, например, сосредоточенная только в центральных районах городов, может приводить к неравномерности доступа и создавать «зарядные пустыни» на периферии. Следовательно, комплексный анализ пространственной доступности, основанный на данных о плотности населения, структуре городских и межгородских маршрутов, а также прогнозах роста числа электромобилей, становится необходимым инструментом для оптимизации инфраструктуры.

Таким образом, инфраструктура электрозаправок представляет собой не просто технический аспект, а сложную социально-экономическую и географическую систему, которая влияет на все стадии жизненного цикла электромобиля — от покупки до эксплуатации. Она определяет не только удобство использования, но и общую привлекательность электромобилей как альтернативы традиционным автомобилям с двигателем внутреннего сгорания. Поэтому стратегия ускоренного внедрения электромобилей должна включать в себя координированные меры по развитию инфраструктуры зарядных станций, которые будут способствовать формированию устойчивого и экологически чистого транспортного будущего.

Понятие инфраструктуры электрозаправок: типы зарядных станций, их характеристики и распределение

Инфраструктура электрозаправок представляет собой совокупность технических и организационных средств, обеспечивающих возможность зарядки электрических транспортных средств (ЭТС). Она включает в себя сети зарядных станций, электросетевые подключения, системы управления и мониторинга, а также сервисы для пользователей. Основная цель развития инфраструктуры электрозаправок — обеспечить доступность и удобство зарядки ЭТС, что является ключевым условием для массового внедрения электротранспорта.

Типы зарядных станций и их характеристики

Зарядные станции для электромобилей можно классифицировать на несколько типов в зависимости от различных параметров, таких как скорость зарядки, мощность, тип подключения и целевое использование. Основные типы зарядных станций включают:

1. Медленные (AC) зарядные станции:

Характеристики: работают на переменном токе (AC) и обычно обеспечивают мощность от 3,3 кВт до 22 кВт. Они требуют от 4 до 12 часов для полной зарядки электромобиля.

Целевое использование: предназначены для установки в местах длительного пребывания пользователей, таких как дома, офисы и общественные парковки.

Преимущества: доступность, низкая стоимость установки и эксплуатации.

Недостатки: длительное время зарядки, что ограничивает их использование в условиях, требующих быстрой зарядки.

Рисунок 1. Медленная(AC) зарядные станции

2. Быстрые (DC) зарядные станции:

Характеристики: работают на постоянном токе (DC) и обеспечивают мощность от 50 кВт до 150 кВт. Зарядка занимает от 20 до 60 минут, в зависимости от уровня заряда аккумулятора и мощности зарядной станции.

Целевое использование: находят применение на общественных стоянках, вдоль магистралей и в местах с высоким трафиком, где требуется быстрая зарядка.

Преимущества: высокая скорость зарядки, удобство для пользователей.

Недостатки: высокая стоимость установки и обслуживания, необходимость мощных электрических подключений.

Рисунок 1. Быстрая(DC) зарядная станция

3. Ультрабыстрые (Ultra-fast DC) зарядные станции:

Характеристики: обеспечивают мощность свыше 150 кВт, достигая до 350 кВт. Позволяют зарядить электромобиль до 80% всего за 10-20 минут.

Целевое использование: вдоль автомагистралей и в стратегически важных местах для обеспечения дальних поездок.

Преимущества: минимальное время зарядки, высокая пропускная способность.

Недостатки: очень высокая стоимость оборудования и установки, необходимость модернизации электрической сети.

Рисунок 2. ультрабыстрая (Ultra-fast DC) зарядная станция

4. Индукционные зарядные станции:

Характеристики: используют беспроводную передачу энергии посредством электромагнитного поля. Мощность варьируется от 3,7 до 22 кВт.

Целевое использование: применяются для зарядки на стоянках, в гаражах и на парковках.

Преимущества: удобство использования, отсутствие физического подключения.

Недостатки: более низкая эффективность по сравнению с проводными станциями, высокая стоимость установки.

Распределение зарядных станций. Распределение зарядных станций зависит от множества факторов, включая плотность населения, интенсивность использования транспортных средств, доступность электросетевой инфраструктуры и национальную политику в области электрификации транспорта. Наиболее развитые инфраструктуры электрозаправок наблюдаются в странах с активной государственной поддержкой, таких как Норвегия, Германия, США и Китай. В этих странах зарядные станции стратегически распределяются по:

Городским районам: медленные и быстрые зарядные станции устанавливаются в жилых и коммерческих районах, обеспечивая доступность для жителей и сотрудников.

Магистралям и шоссе: быстрые и ультрабыстрые зарядные станции размещаются вдоль основных транспортных маршрутов, обеспечивая зарядку на длительных дистанциях.

Торговым центрам и парковкам: установка зарядных станций на парковках супермаркетов и торговых центров увеличивает удобство для потребителей, позволяя заряжать транспортные средства во время покупок.

Эффективное распределение и типы зарядных станций играют важную роль в улучшении доступности и привлекательности электротранспорта для широкой аудитории, способствуя снижению выбросов углерода и повышению устойчивости транспортных систем.

Факторы, влияющие на внедрение электромобилей: стоимость, доступность зарядных станций, правовое регулирование, субсидии и налоговые льготы

Внедрение электромобилей (ЭМ) в транспортную систему и их широкое распространение обусловлены множеством факторов, которые могут существенно влиять на решения потребителей, производителей и государственных органов. Ключевыми факторами, определяющими темпы и масштабы внедрения ЭМ,

являются экономические аспекты, развитие инфраструктуры зарядных станций, правовое регулирование, а также государственные субсидии и налоговые льготы. Рассмотрим каждый из этих факторов более подробно.

1. Стоимость электромобилей. Стоимость электромобилей является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на их внедрение. В отличие от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), ЭМ имеют более высокую первоначальную стоимость, что связано в основном с затратами на производство аккумуляторных батарей. Однако, существуют несколько аспектов, которые смягчают этот фактор:

Снижение стоимости аккумуляторов: технологический прогресс и массовое производство приводят к снижению стоимости литий-ионных аккумуляторов, что способствует уменьшению общей стоимости ЭМ.

Экономия на эксплуатации: электромобили имеют более низкие эксплуатационные расходы благодаря меньшей стоимости электроэнергии по сравнению с бензином или дизелем, а также меньшим требованиям к техническому обслуживанию из-за отсутствия сложных двигателей внутреннего сгорания.

Срок службы и остаточная стоимость: увеличение срока службы и улучшение остаточной стоимости электромобилей также играют роль в снижении их совокупной стоимости владения.

2. Доступность зарядных станций. Доступность и развитость инфраструктуры зарядных станций является критически важным фактором для внедрения ЭМ, поскольку она напрямую влияет на удобство и безопасность эксплуатации электрических транспортных средств. Развитая инфраструктура зарядных станций способствует уменьшению «боязни разрядки» (range anxiety) у потребителей, что является одной из основных причин медленного принятия ЭМ. Основные аспекты включают:

Плотность зарядных станций: высокая плотность зарядных станций в городских и пригородных районах обеспечивает удобство зарядки для владельцев ЭМ.

Скорость зарядки: наличие быстрых и ультрабыстрых зарядных станций вдоль магистралей и основных дорог позволяет осуществлять дальние поездки без значительных временных задержек.

Совместимость и стандартизация: разнообразие стандартов зарядки и совместимость оборудования являются важными факторами для облегчения доступа к зарядным станциям.

3. Правовое регулирование. Правовое регулирование играет ключевую роль в стимулировании перехода на электромобили, определяя условия их внедрения и эксплуатации. Регуляторные меры, направленные на поддержку электрификации транспорта, могут включать:

Эмиссионные стандарты: жесткие стандарты по выбросам CO_2 и других загрязнителей воздуха стимулируют автопроизводителей переходить на производство ЭМ и других экологически чистых транспортных средств.

Требования к инфраструктуре: обязательные требования к установке зарядных станций в новых жилых и коммерческих зданиях, а также на общественных парковках, способствуют развитию зарядной сети.

Запреты на продажу автомобилей с ДВС: планируемые запреты на продажу новых автомобилей с ДВС в ряде стран создают дополнительные стимулы для перехода на ЭМ.

4. Субсидии и налоговые льготы. Государственная поддержка в виде субсидий, грантов и налоговых льгот оказывает значительное влияние на решение потребителей о покупке ЭМ. Эти меры направлены на сокращение разницы в стоимости между ЭМ и автомобилями с ДВС и включают:

Прямые субсидии на покупку: снижение первоначальной стоимости электромобиля за счет государственных субсидий делает его более доступным для широких слоев населения.

Налоговые льготы и освобождения: налоговые льготы на покупку и эксплуатацию ЭМ, такие как освобождение от налога на добавленную стоимость (НДС) или снижение налога на транспортное средство, способствуют снижению общей стоимости владения.

Программы утилизации старых автомобилей: программы "trade-in" и утилизации старых автомобилей с ДВС стимулируют потребителей переходить на ЭМ.

Все перечисленные факторы в совокупности определяют темпы и масштабы внедрения электромобилей. Сочетание снижения стоимости, расширения сети зарядных станций, эффективного правового регулирования и государственной поддержки может значительно ускорить переход к устойчивой и экологически чистой транспортной системе. Оптимизация этих факторов требует комплексного подхода, включающего как экономические стимулы, так и стратегическое планирование на государственном уровне.

Сравнительный анализ внедрения электромобилей в США и Европе за 2024 год

Анализ внедрения электромобилей (ЭМ) в США и Европе за 2024 год показывает значительные различия в показателях продаж, доле рынка, инфраструктуре зарядных станций и государственной поддержке. Оба региона продолжают активно развивать электромобильность, однако различия в политике и экономических условиях определяют их подходы и результаты.

1. Прирост числа зарегистрированных электромобилей и рыночная доля

США:

- В 2023 году в США было зарегистрировано около 1,4 миллиона новых электромобилей, что на 40% больше по сравнению с 2022 годом. На 2024 год прогнозируется, что рыночная доля электромобилей достигнет около 11% всех продаж автомобилей в стране.
- Рост продаж поддерживается налоговыми льготами, предусмотренными Законом о снижении инфляции (IRA), и снижением цен на популярные

модели, такие как Tesla Model Y, которые получили полные налоговые кредиты. Однако в 2024 году количество моделей, имеющих право на налоговые кредиты, снизилось с 45 до менее чем 30 из-за новых требований к местному содержанию компонентов и аккумуляторов.

Европа:

- В Европе количество новых регистраций электромобилей в 2023 году достигло почти 3,2 миллиона, что на 20% больше по сравнению с 2022 годом. В 2024 году ожидается, что доля электромобилей на рынке достигнет около 25%.
- В таких странах, как Норвегия и Нидерланды, доля электромобилей в новых продажах автомобилей остается чрезвычайно высокой — почти 95% в Норвегии и 30% в Нидерландах. В то же время Германия, Франция и Великобритания также демонстрируют высокий рост с долей рынка электромобилей около 25-30%.

2. Инфраструктура зарядных станций

США:

- В США инфраструктура зарядных станций продолжает расширяться, достигнув в 2023 году более 150,000 станций, из которых около 35% являются быстрыми зарядными станциями (DCFC). Калифорния, Нью-Йорк и Техас остаются ведущими штатами по плотности зарядных станций, что способствует росту внедрения электромобилей в этих регионах.

Европа:

- В Европе количество зарядных станций превышает 450,000, при этом около 40% из них являются быстрыми зарядными станциями. Нидерланды, Германия и Франция лидируют по плотности зарядных станций. Правительства активно поддерживают развитие зарядной инфраструктуры за счет субсидий и грантов, что позволяет электромобилям быть более доступными для пользователей.

3. Государственная поддержка и регулирование

США:

- Поддержка внедрения ЭМ в США в значительной степени осуществляется за счет федеральных и штатовских налоговых льгот. Например, покупатели могут получить налоговые кредиты до $7,500 на покупку новых электромобилей. Однако в 2024 году налоговые льготы стали более ограниченными для некоторых моделей, что снижает доступность этих стимулов.

Европа:

- В Европе действует широкий спектр стимулирующих мер, включая субсидии на покупку, налоговые льготы и программы поддержки инфраструктуры зарядных станций. В Германии, несмотря на отмену субсидий на покупку электромобилей в 2023 году, поддержка инфраструктуры и льготы на использование остаются значительными. Во Франции и Нидерландах также предоставляются значительные субсидии и льготы для ускорения перехода на электромобили.

4. Факторы, влияющие на внедрение электромобилей

Анализ показал, что плотность зарядных станций, уровень субсидий и налоговых льгот, а также стоимость электромобилей являются ключевыми факторами, влияющими на их внедрение в обоих регионах. Европа опережает США в этом аспекте благодаря более широкой поддержке на уровне Европейского Союза и национальных правительств, что обеспечивает более высокую долю рынка и плотность инфраструктуры зарядных станций.

Сравнительный анализ данных за 2024 год показывает, что Европа опережает США по темпам внедрения электромобилей благодаря более высоким инвестициям в инфраструктуру и сильной государственной поддержке. Тем не менее, США также демонстрируют значительный рост, особенно в штатах с активной политикой поддержки электромобильности. Оба региона продолжают развивать свои рынки электромобилей, создавая условия для дальнейшего роста и перехода к устойчивой транспортной системе.

Анализ инфраструктуры электрозаправок в крупных городах США

1. Обзор текущей инфраструктуры: Основные города и количество зарядных станций

В 2024 году инфраструктура зарядных станций для электромобилей (ЭМ) в США значительно расширилась, с более чем 61 000 публично доступных зарядных станций по всей стране, что более чем вдвое превышает их количество в 2020 году. Основные города с наибольшим количеством зарядных станций включают:

- Лос-Анджелес: крупнейший город Калифорнии продолжает лидировать по количеству зарядных станций, особенно благодаря поддержке штата, который нацелен на достижение нулевого уровня выбросов. В Лос-Анджелесе сосредоточено большое количество быстрых зарядных станций (DC Fast Chargers) для удовлетворения потребностей многочисленных владельцев электромобилей.
- Сан-Франциско: этот город также выделяется высокой концентрацией зарядных станций, что делает его одним из ведущих центров электромобильности в США. В Сан-Франциско много зарядных станций уровня 2, что идеально подходит для владельцев, заряжающих свои автомобили в течение рабочего дня.
- Нью-Йорк: Нью-Йоркский мегаполис активно расширяет свою зарядную инфраструктуру, особенно в городских районах, где уже имеется значительное количество зарядных станций. Нью-Йорк продолжает внедрять новые станции вдоль основных транспортных маршрутов, что делает их доступными для большого числа пользователей.
- Чикаго: город активно развивает зарядную инфраструктуру, поддерживаемую как федеральными, так и частными инвестициями. В Чикаго наблюдается рост числа зарядных станций в городских и пригородных районах.
- Хьюстон: этот город, как и другие в Техасе, активно увеличивает количество зарядных станций,

поддерживаемое государственными программами и частными инициативами, направленными на улучшение инфраструктуры.

2. Региональные различия: сравнение инфраструктуры в разных городах и регионах

Различия в развитии зарядной инфраструктуры между регионами и городами США связаны с уровнем урбанизации, плотностью населения, политикой штатов и финансированием:

- Западное побережье: Калифорния, и в частности её крупнейшие города, такие как Лос-Анджелес и Сан-Франциско, являются лидерами по количеству зарядных станций благодаря агрессивной государственной политике и инвестициям. В этих городах доступно наибольшее количество зарядных портов, однако плотность электромобилей приводит к относительно низкому уровню доступности зарядок на одно транспортное средство.
- Северо-Восток: Нью-Йорк и Бостон имеют значительную плотность зарядных станций, что обусловлено высокой плотностью населения и сильной поддержкой на уровне штатов. Развитие зарядной инфраструктуры в этих городах продолжается ускоренными темпами, с особым вниманием к быстрым зарядным станциям (DC Fast Chargers)
- Средний Запад: Чикаго является крупнейшим центром в этом регионе, активно наращивая количество зарядных станций, однако он всё ещё отстаёт от лидеров на побережье по общему количеству зарядных портов. Средний Запад получает поддержку от федеральных программ, таких как NEVI, для улучшения доступа к зарядным станциям.
- Юг: в южных штатах, таких как Техас и Флорида, инфраструктура зарядных станций активно развивается. Городам Хьюстон и Даллас уделяется особое внимание в плане создания новых зарядных станций, что поддерживается как федеральными грантами, так и частными инициативами.

3. Проблемы и вызовы: недостатки и проблемы в развитии сети зарядных станций

Несмотря на успехи в развитии инфраструктуры зарядных станций, существуют определённые проблемы и вызовы, ограничивающие её эффективность и доступность:

- Неравномерное распределение: большинство зарядных станций расположены в крупных городах и на урбанизированных территориях. В сельских и пригородных районах доступ к зарядной инфраструктуре остаётся ограниченным, что сдерживает рост использования электромобилей в этих регионах. Менее 17% жителей сельской местности имеют доступ к зарядной станции в пределах одной мили от их дома.
- Перегруженность зарядных станций в мегаполисах: в таких городах, как Лос-Анджелес и Сан-Франциско, где концентрация электромобилей значительно выше, зарядные станции часто перегружены, что создаёт неудобства для пользователей. Несмотря на большое количество зарядных станций, высокий спрос приводит к увеличению времени ожидания и снижению доступности зарядок.
- Финансовые барьеры и инвестиции: Развитие зарядной инфраструктуры требует значительных инвестиций, и, хотя федеральные программы, такие как NEVI, предоставляют финансовую поддержку, для обеспечения равномерного покрытия требуется ещё больше средств. Частные инвестиции остаются ключевым фактором, но не все регионы получают одинаковый доступ к таким ресурсам, что усиливает региональные диспропорции.

Таким образом, несмотря на впечатляющие успехи в расширении зарядной инфраструктуры для электромобилей в США, остаются значительные вызовы, которые требуют комплексного подхода для их преодоления и обеспечения равного доступа к зарядным станциям по всей стране.

Анализ инфраструктуры электрозаправок в крупных городах Европы

1. Обзор текущей инфраструктуры: Основные города и количество зарядных станций

По состоянию на 2024 год, инфраструктура зарядных станций для электромобилей (ЭМ) в Европе значительно выросла, насчитывая почти 750,000 публично доступных зарядных станций с общей мощностью зарядки 28,7 ГВт. Среди ведущих городов по количеству зарядных станций выделяются:

- Амстердам (Нидерланды): город лидирует по количеству зарядных станций на душу населения с более чем 817 зарядными точками на 100,000 жителей. В Амстердаме действует плотная сеть зарядных станций, что делает его одним из наиболее оснащенных городов в Европе для владельцев ЭМ.
- Осло (Норвегия): в Осло 20% всех автомобилей на дорогах являются полностью электрическими, а 82% всех новых продаж автомобилей составляют электромобили. В городе доступна высокая мощность зарядки, что делает его удобным для пользователей ЭМ.
- Копенгаген (Дания): ещё один город с высокой плотностью зарядных станций и широким охватом инфраструктуры зарядки для поддержки высокого уровня проникновения ЭМ среди населения.
- Париж (Франция) и Берлин (Германия): оба города имеют обширные сети зарядных станций, обеспечивающие как медленные (AC), так и быстрые (DC) зарядные устройства для удовлетворения спроса владельцев ЭМ.

2. Региональные различия: Сравнение инфраструктуры в разных странах и регионах

Инфраструктура зарядных станций для ЭМ в Европе демонстрирует значительные различия между странами и регионами:

- Северная Европа (Норвегия, Швеция, Финляндия): эти страны известны высокой плотностью зарядных станций и мощностью на душу населения. Норвегия, в частности, является лидером с точки зрения количества ЭМ на душу населения и плотности зарядных станций. В Финляндии и Швеции также продолжается активное развитие зарядной инфраструктуры, что способствует росту числа ЭМ на дорогах.

- Западная Европа (Германия, Франция, Нидерланды): эти страны обладают сбалансированной сетью зарядных станций. В Нидерландах, например, наблюдается очень высокая плотность зарядных станций на душу населения, что обеспечивает удобный доступ для пользователей. Германия и Франция также активно инвестируют в развитие инфраструктуры, особенно в быстрые зарядные станции для снижения времени зарядки.
- Восточная Европа (Болгария, Словакия, Чехия): эти страны демонстрируют высокий уровень мощности на одну зарядную станцию, но в целом имеют менее развитую сеть по сравнению с западными странами. Например, Болгария и Чехия сделали акцент на мощные зарядные станции для более быстрой зарядки, несмотря на меньшее количество самих станций.
- Южная Европа (Испания, Италия, Греция): эти страны находятся на этапе активного расширения зарядной инфраструктуры, хотя количество зарядных станций на душу населения здесь ниже по сравнению с северными и западными странами Европы. Италия и Испания, в частности, демонстрируют стабильный рост числа зарядных станций, что свидетельствует о растущих инвестициях и расширении инфраструктуры.

3. Проблемы и вызовы: препятствия и вызовы в развитии сети зарядных станций

Несмотря на прогресс в развитии инфраструктуры зарядных станций, Европа сталкивается с рядом проблем и вызовов:

- Неравномерное развитие инфраструктуры: развитие зарядных станций в Европе значительно варьируется в зависимости от региона. Восточная и Южная Европа по-прежнему отстают по количеству зарядных станций на душу населения и их мощности. Для этих регионов требуется ускоренное развитие инфраструктуры для поддержки роста числа ЭМ.
- Недостаток мощных зарядных станций в некоторых регионах: хотя страны Восточной Европы сосредоточились на установке мощных зарядных станций, в Южной Европе, как и в некоторых других регионах, по-прежнему наблюдается нехватка быстрых зарядных станций, что ограничивает возможности для пользователей ЭМ в дальних поездках.
- Инвестиционные барьеры: для достижения целей Европейского Союза по снижению выбросов углерода необходимы значительные инвестиции в зарядную инфраструктуру. Странам с недостаточно развитой инфраструктурой, таким как Ирландия, Мальта и Кипр, требуются целевые инвестиции для ускоренного масштабирования зарядных станций.
- Проблемы интеграции с электрическими сетями: рост числа зарядных станций требует значительных инвестиций в модернизацию электросетей, чтобы справляться с увеличивающейся нагрузкой. В некоторых странах это может стать серьёзным препятствием для дальнейшего роста инфраструктуры.

В целом, для достижения целей ЕС по электрификации транспорта потребуется целевая стратегия, учитывающая особенности каждого региона, чтобы обеспечить равномерное развитие зарядной инфраструктуры и стимулировать дальнейшее внедрение электромобилей по всей Европе.

Сравнительный анализ инфраструктуры зарядных станций для электромобилей (ЭМ) в США и Европе

Инфраструктура зарядных станций для электромобилей в США и Европе имеет как сходства, так и различия, которые зависят от уровня урбанизации, политических инициатив, экономических стимулов и технологического развития. Оба региона демонстрируют активное развитие сетей зарядных станций, однако различия в подходах к их реализации и распределению могут существенно повлиять на их эффективность и доступность для пользователей.

1. Количество и типы зарядных станций

США:

- По состоянию на 2024 год в США насчитывается более 61,000 публично доступных зарядных станций, что является более чем двукратным увеличением по сравнению с 2020 годом. Большинство зарядных станций в США находятся в крупных городах и вдоль основных транспортных коридоров.
- Преобладают зарядные станции уровня 2 и быстрые зарядные станции (DC Fast Chargers). Зарядные станции уровня 2 (AC) предоставляют мощность от 7 до 22 кВт, в то время как быстрые зарядные станции (DC Fast Chargers) могут обеспечивать мощность до 350 кВт, что позволяет заряжать автомобиль до 80% всего за 20-30 минут. Быстрые зарядные станции играют ключевую роль в обеспечении удобства для дальних поездок и в высокоинтенсивных зонах пользования, таких как Калифорния и Нью-Йорк.

Европа:

- Европа обладает более развитой сетью зарядных станций по сравнению с США, с почти 750,000 публичных зарядных точек на 2024 год и общей мощностью зарядки 28,7 ГВт. Высокая плотность зарядных станций характерна для таких стран, как Нидерланды (817 зарядных станций на 100,000 жителей) и Норвегия (447 зарядных станций на 100,000 жителей).
- В Европе также наблюдается баланс между зарядными станциями уровня 2 (AC) и более мощными станциями (DC Fast Chargers). Например, в Нидерландах, Франции и Германии активно устанавливаются как медленные, так и быстрые зарядные станции, чтобы удовлетворить различные потребности пользователей — от медленной зарядки на парковках до быстрой зарядки вдоль автомагистралей.

2. Плотность сети зарядных станций

США:

- Плотность зарядных станций в США, как правило, ниже, чем в Европе, что связано с большими расстояниями между городами и менее плотной урбанизацией в некоторых регионах. Большинство зарядных станций сосредоточено в густонаселенных

мегаполисах, таких как Лос-Анджелес и Нью-Йорк, и вдоль крупных магистралей, что обеспечивает удобный доступ для дальних поездок.

- В сельских и пригородных районах доступность зарядных станций остается проблемой: менее 17% жителей сельской местности живут в пределах одной мили от зарядной станции.

Европа:

- Зарядная сеть в Европе более равномерно распределена благодаря высокой плотности населения и компактным расстояниям между городами. Нидерланды, Германия и Франция имеют хорошо развитую сеть зарядных станций, поддерживаемую национальными и региональными программами, направленными на стимулирование установки зарядных станций.
- Страны Северной Европы, такие как Норвегия и Швеция, лидируют по количеству зарядных станций на душу населения и общему количеству зарядных портов, что делает их сеть одной из наиболее плотных и эффективных в мире.

Сходства и различия в развитии инфраструктуры

Сходства:

- Оба региона активно инвестируют в развитие зарядной инфраструктуры, включая поддержку как медленных, так и быстрых зарядных станций, чтобы удовлетворить разнообразные потребности пользователей.
- И США, и Европа внедряют государственные инициативы и субсидии для стимулирования роста зарядных станций и ускорения перехода на электромобили.

Различия:

- Плотность и охват сети: Европа обладает более высокой плотностью зарядных станций и более равномерным распределением, что делает их более доступными для пользователей в различных регионах. В США же зарядная сеть сосредоточена в крупных городах и на основных магистралях.
- Типы зарядных станций: в Европе наблюдается баланс между установкой медленных (AC) и быстрых (DC) зарядных станций, в то время как в США значительное внимание уделяется установке быстрых зарядных станций вдоль основных транспортных коридоров для поддержки дальних поездок.

Несмотря на то, что и США, и Европа продвинулись в развитии зарядной инфраструктуры, различия в стратегии и распределении зарядных станций создают уникальные вызовы и возможности для каждого региона. Европейская модель с высокой плотностью и широким охватом зарядной сети предоставляет пример для оптимизации и расширения инфраструктуры зарядки электромобилей в США.

2. Влияние государственной политики: субсидии, льготы и поддержка со стороны государства

Государственная политика играет ключевую роль в развитии инфраструктуры зарядных станций и стимулировании перехода на электромобили (ЭМ) как в США, так и в Европе. Оба региона активно используют субсидии, налоговые льготы и другие механизмы поддержки, направленные на развитие инфраструктуры и увеличение доли ЭМ на дорогах.

США:

- В США значительная поддержка зарядной инфраструктуры осуществляется через федеральные программы, такие как Закон о снижении инфляции (Inflation Reduction Act, IRA), который выделяет финансирование на установку зарядных станций в менее обслуживаемых регионах, включая сельские и пригородные зоны. Этот закон также предоставляет налоговые льготы в размере до $7,500 на покупку новых ЭМ, что способствует снижению их стоимости и делает их более доступными для потребителей.
- Программа NEVI (National Electric Vehicle Infrastructure) нацелена на создание национальной сети зарядных станций вдоль основных транспортных коридоров, что обеспечит надежный доступ к зарядным станциям для дальних поездок. NEVI направляет средства на установку быстрой зарядной инфраструктуры (DC Fast Chargers) в каждом штате, что способствует уменьшению времени зарядки и улучшению пользовательского опыта.

Европа:

- В Европе действует множество национальных и региональных программ поддержки, направленных на развитие инфраструктуры зарядных станций и стимулирование продаж ЭМ. Например, в Нидерландах и Норвегии предоставляются значительные субсидии на установку зарядных станций и льготы на покупку ЭМ. В Норвегии налоговые льготы и освобождение от НДС на покупку ЭМ привели к тому, что 82% всех новых автомобилей, продаваемых в стране, являются электрическими.
- Европейская комиссия также поддерживает развитие инфраструктуры через такие программы, как Connecting Europe Facility (CEF), которая выделяет финансирование для установки зарядных станций вдоль трансъевропейских транспортных сетей. Кроме того, в рамках Директивы по инфраструктуре альтернативных видов топлива (AFID) страны обязаны разрабатывать национальные планы по расширению сети зарядных станций, чтобы поддержать переход на ЭМ в масштабах всего Европейского Союза.

3. Эффективность инфраструктуры в стимулировании перехода на электромобили: статистические данные и кейс-стадии

Эффективность инфраструктуры зарядных станций является важным фактором, определяющим успех государственной политики в стимулировании перехода на электромобили.

США:

- В США, несмотря на относительно низкую плотность зарядных станций по сравнению с Европой, рост числа зарядных станций и налоговые льготы уже оказывают заметное влияние на рынок. По данным IEA, количество новых регистраций ЭМ в США в 2023 году достигло 1,4 миллиона, что на 40% больше по сравнению с 2022 годом. Активное развитие

зарядной инфраструктуры, особенно вдоль основных транспортных коридоров, таких как Interstate Highway System, значительно снижает «боязнь разрядки» (range anxiety), что является одним из ключевых факторов, удерживающих потребителей от перехода на ЭМ.

- Примером успешной политики может служить Калифорния, которая сочетает строгие стандарты на выбросы и активную поддержку зарядной инфраструктуры. В результате Калифорния демонстрирует самый высокий уровень проникновения ЭМ среди всех штатов США: на 2024 год здесь зарегистрировано более 1,2 миллиона ЭМ.

Европа:

- В Европе более плотная сеть зарядных станций и целевые государственные субсидии и льготы сделали электромобили более доступными и привлекательными для потребителей. В 2023 году количество новых регистраций ЭМ в Европе составило 3,2 миллиона, что на 20% больше по сравнению с 2022 годом. Это рост в значительной степени обусловлен расширением инфраструктуры и благоприятной государственной политикой, направленной на поддержку ЭМ.
- Примером эффективной политики является Норвегия, где комплексная система налоговых льгот и субсидий, а также активное развитие зарядной инфраструктуры сделали эту страну мировым лидером по внедрению ЭМ. Здесь около 82% новых автомобилей в 2023 году были электрическими, а количество зарядных станций позволяет поддерживать высокий уровень использования ЭМ. Еще одним примером может служить Нидерланды, где благодаря плотной сети зарядных станций и льготам на установку зарядной инфраструктуры городские и пригородные районы хорошо обслуживаются, что стимулирует рост использования ЭМ.

Сравнительный анализ показывает, что и США, и Европа успешно используют государственную политику, субсидии и льготы для стимулирования перехода на электромобили. В то время как США сосредоточены на создании национальной сети быстрой зарядной инфраструктуры и поддержке доступности ЭМ через налоговые льготы, Европа демонстрирует более плотную и равномерно распределенную сеть зарядных станций, поддерживаемую целевыми программами и государственными субсидиями. Оба подхода показывают свою эффективность, однако дальнейшее расширение и оптимизация зарядной инфраструктуры останется ключевым фактором для увеличения доли ЭМ на дорогах и достижения климатических целей.

Влияние инфраструктуры электрозаправок на внедрение электромобилей

Инфраструктура зарядных станций для электромобилей (ЭМ) играет ключевую роль в стимулировании их внедрения. Наличие разветвленной сети зарядных станций значительно снижает опасения пользователей по поводу «боязни разрядки» (range anxiety) и делает электромобили более привлекательным выбором по сравнению с традиционными транспортными средствами.

1. Ключевые факторы успешного внедрения: Доступность, удобство, экономическая эффективность

Доступность зарядных станций:

Развитие и распределение зарядных станций напрямую влияет на готовность потребителей переходить на электромобили. Доступность зарядных станций в жилых, коммерческих и пригородных зонах уменьшает неудобства, связанные с необходимостью искать точки для зарядки, и снижает «боязнь разрядки». В странах с высоким уровнем доступности зарядных станций, таких как Нидерланды и Норвегия, наблюдаются самые высокие темпы внедрения электромобилей. Например, в Норвегии почти 82% всех новых продаж автомобилей в 2023 году были электромобилями, что связано с высокой плотностью зарядных станций и поддержкой инфраструктуры на всех уровнях.

Удобство и скорость зарядки:

Наличие быстрых зарядных станций (DC Fast Chargers) является важным фактором для удобства пользователей. Быстрая зарядка (DC Fast Charging), позволяющая зарядить электромобиль до 80% за 20-30 минут, существенно снижает время простоя на заправках и повышает удовлетворенность пользователей. В странах, активно инвестирующих в быстрые зарядные станции, таких как Германия и Франция, наблюдается более высокая скорость внедрения ЭМ.

Экономическая эффективность:

Стоимость зарядки и эксплуатации электромобиля в сравнении с традиционными автомобилями с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) также влияет на внедрение ЭМ. Зарядка электромобилей стоит значительно дешевле по сравнению с заправкой топливом, что в сочетании с налоговыми льготами и субсидиями делает владение ЭМ экономически выгодным. Например, в США средняя стоимость зарядки значительно ниже стоимости топлива, особенно с учетом льгот и субсидий, что делает ЭМ привлекательным для потребителей.

2. Анализ корреляции между инфраструктурой и количеством электромобилей: Выявление ключевых зависимостей

Существует прямая корреляция между плотностью и доступностью зарядных станций и уровнем проникновения электромобилей в различных регионах. Развитие инфраструктуры стимулирует рост числа ЭМ по следующим причинам:

- Доступность и проникновение ЭМ: данные Европейского агентства по альтернативным видам топлива (EAFO) показывают, что страны с высокой плотностью зарядных станций, такие как Нидерланды и Норвегия, имеют самые высокие показатели по количеству зарегистрированных ЭМ на душу населения. В Нидерландах на 100,000 жителей приходится более 817 зарядных станций, что способствует высокому уровню проникновения ЭМ, при этом доля ЭМ в новых продажах автомобилей в 2023 году составляла около 30%.
- Инвестиции в инфраструктуру и рост продаж ЭМ: в США и Европе рост числа зарядных станций

и инвестиций в инфраструктуру приводит к увеличению продаж электромобилей. Например, в США на 40% увеличилось количество новых регистраций ЭМ в 2023 году по сравнению с 2022 годом благодаря улучшению зарядной инфраструктуры и поддержке со стороны государства.

- Влияние удобства зарядки: увеличение количества быстрых зарядных станций (DC Fast Chargers) оказывает позитивное влияние на принятие решения о покупке ЭМ. В странах и городах с хорошо развитой сетью быстрых зарядных станций пользователи меньше озабочены временем зарядки, что делает электромобили более привлекательным вариантом для дальних поездок.

3. Кейс-стадии успешных городов: примеры городов с наиболее развитой инфраструктурой и высоким уровнем внедрения электромобилей

Амстердам, Нидерланды:

Амстердам является примером города с высокой плотностью зарядных станций на душу населения (817 зарядных станций на 100,000 жителей). Городская администрация активно поддерживает установку как медленных (AC), так и быстрых (DC) зарядных станций, чтобы обеспечить удобство для всех типов пользователей. В результате этого в Амстердаме высокий уровень внедрения ЭМ, и он является одним из лидеров по использованию электромобилей в Европе.

Осло, Норвегия:

Осло считается одним из наиболее успешных городов в мире с точки зрения внедрения ЭМ. В 2023 году более 82% всех новых автомобилей, проданных в городе, были электрическими. Это стало возможным благодаря сочетанию плотной зарядной сети, значительных налоговых льгот и субсидий, а также активной поддержки со стороны правительства, стимулирующего развитие инфраструктуры и снижение стоимости владения ЭМ.

Лос-Анджелес, США:

Лос-Анджелес в Калифорнии является примером американского города, активно развивающего зарядную инфраструктуру. В 2024 году здесь зарегистрировано наибольшее количество зарядных станций среди всех городов США. Развитие инфраструктуры поддерживается как частными, так и государственными инвестициями, что делает электромобили удобными для использования в повседневной жизни. В результате Лос-Анджелес демонстрирует один из самых высоких уровней внедрения ЭМ в стране.

Анализ показывает, что доступная и удобная инфраструктура зарядных станций является ключевым фактором успешного внедрения электромобилей. Развитие зарядных станций в сочетании с государственными мерами поддержки создает благоприятные условия для роста доли ЭМ на дорогах. Примеры успешных городов, таких как Амстердам, Осло и Лос-Анджелес, демонстрируют важность стратегических инвестиций в инфраструктуру и комплексного подхода к стимулированию перехода на устойчивую транспортную систему.

Список литературы:

1. European Alternative Fuels Observatory (EAFO). (2024). Trends in EV Charging Infrastructure Across Europe. Retrieved from alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu
2. International Energy Agency (IEA). (2024). Global EV Outlook 2024: Analysis of Electric Vehicle Trends and Infrastructure. Paris: IEA. Retrieved from iea.org
3. Pew Research Center. (2024). Electric Vehicle Charging Stations Across the US: Accessibility and Distribution. Retrieved from pewresearch.org
4. GridX. (2024). The State of EV Charging in Europe 2024: Capacity, Density, and Future Projections. Retrieved from gridx.ai.
5. U.S. Department of Energy, Alternative Fuels Data Center (AFDC). (2024). Electric Vehicle Charging Infrastructure Trends: Third Quarter 2023. Retrieved from afdc.energy.gov.
6. Joint Office of Energy and Transportation. (2024). Electric Vehicle Charging Stations and Infrastructure Development in the US. Retrieved from driveelectric.gov
7. BloombergNEF. (2024). Electric Vehicle Outlook 2024: Market Projections and Policy Impacts. Retrieved from about.bnef.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ШПАЛЫ ИЗ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Зиямухамедова Умида Алижоновна
д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Хамидов Отабек Рустамович
д-р техн. наук, профессор,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Гадамов Дурдимурад Гурбанович
д-р хим. наук, профессор,
Центр технологии Академия наук Туркменистана,
Республика Туркменистан, г. Ашгабат

Нафасов Жасурбек Химмат угли
канд. техн. наук (PhD), ст. преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рустамов Миршохид Улугбекович
PhD докторант,
Университет экономики и педагогики,
Республика Узбекистан, г. Карши

Абдурасулов Шерзамин Хайитбаевич
PhD докторант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sherzamin.tstu@gmail.com

MODELING DYNAMIC LOADS ON REINFORCED CONCRETE SLEEPERS MADE OF ORGANOMINERAL COMPOSITE BASED ON INDUSTRIAL WASTE

Umida Ziyamukhamedova
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Otabek Khamidov
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Durdimurad Gadamov
Doctor of Chemical Sciences, Professor,
Technology Center, Academy of Sciences of Turkmenistan,
Turkmenistan, Ashgabat

Jasurbek Nafasov
PhD in Technical Sciences, Senior Lecturer,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ШПАЛЫ ИЗ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Зиямухамедова У.А. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18360*

Mirshokhid Rustamov
PhD Student,
University of Economics and Pedagogy,
Republic of Uzbekistan, Karshi

Sherzamin Abdurasulov
PhD Student,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Данное исследование посвящено вопросу моделирования динамических нагрузок на железобетонные шпалы из органоминерального композита, изготовленного на основе промышленных отходов. В статье рассматриваются свойства железнодорожных шпал, изготовленных из нового типа органоминерального композитного материала, разработанного в качестве альтернативы традиционным бетонным шпалам. Приведены состав органоминерального композита и его физико-механические свойства.

Основная цель исследования заключается в повышении экологической и экономической эффективности за счет использования промышленных отходов, а также в улучшении эксплуатационных характеристик шпал. Для этого разработана модель нагрузок для испытаний новых органоминеральных композитных бетонных опор в соответствии с требованиями государственных стандартов.

ABSTRACT

This research is dedicated to the modeling of dynamic loads on reinforced concrete sleepers made of organomineral composite produced from industrial waste. The article examines the properties of railway sleepers manufactured from a new type of organomineral composite material developed as an alternative to traditional concrete sleepers. The composition of the organomineral composite and its physicomechanical properties are presented.

The main objective of the research is to enhance ecological and economic efficiency through the use of industrial waste, as well as to improve the operational characteristics of the sleepers. To achieve this, a load model has been developed for testing new organomineral composite concrete sleepers in accordance with state standard requirements.

Ключевые слова: железнодорожные шпалы, органоминеральные композитные материалы, серобетон, трещиностойкость, испытании на трещиностойкость.

Keywords: railway sleepers, organomineral composite materials, sulfur concrete, crack resistance, crack resistance testing.

Введение

Традиционные железнодорожные пути состоят из рельсов, креплений, шпал, балласта и основного слоя. Железнодорожные шпалы располагаются поперечно на балласте под рельсами, что удерживает их на месте и обеспечивает дренаж и гибкость. Шпалы передают нагрузку от рельсов на балласт и основной слой, удерживая их на правильной ширине, ограничивая продольное и боковое смещение, а также придавая всей конструкции пути прочность и устойчивость. Шпалы подвергаются экстремальным нагрузкам в процессе эксплуатации, поэтому при их проектировании необходимо уделять особое внимание способности выдерживать воздействующую тяжесть.

В настоящее время как за рубежом, так и в нашей стране проводятся исследования по химической, физической и механической модификации композиционных материалов с целью создания новых составов и улучшения их механических свойств в различных условиях и сферах применения.

На сегодняшний день разработано несколько видов модифицированного бетона, среди которых можно выделить полимербетон, цементобетон, железобетон, свинцобетон и серобетон [6; 7; 13; 14]. Из перечисленных типов серобетон отличается от других видов бетона своими эксплуатационными, механическими и физическими свойствами, которые проявляются в агрессивных средах.

Производство конструкций из органоминеральных композиционных полимерных материалов по сравнению с производством конструкций из традиционных керамических композиционных материалов позволяет сократить выбросы CO_2 на 40 %. Это даёт возможность направить энергию, расходуемую на преобразование минерального известняка, в цемент. Во время рассматриваемого процесса выделяется большое количество углекислого газа на другие цели [1].

Анализ литературных источников показывает, что материалы на основе переработанных газовых отходов (сероводорода), улучшенные по своим механическим характеристикам, широко применяются в различных отраслях промышленности. Растущий спрос на такие материалы связан с их высокими эксплуатационными характеристиками, устойчивостью к агрессивным средам, а также водонепроницаемостью, что делает их перспективными для использования в ряде областей. Такие материалы можно получить из сероорганоминерального полимерного композита на основе серы, которая выделяется в больших количествах в процессе переработки газа

и очистки на газоперерабатывающих и газохимических заводах, что позволяет решить несколько важных задач [8]:

- обеспечение строительного рынка продукцией с высокой прочностью;
- снижение себестоимости материалов за счёт повышения эксплуатационной надёжности;
- снижение себестоимости конструкций за счёт увеличения их устойчивости к механическим нагрузкам и агрессивным химическим средам;
- уменьшение вредного воздействия на окружающую среду за счёт утилизации технической серы.

С 1990-х годов некоторые страны начали внедрение полимерных шпал на железных дорогах, включая высокоскоростные железные дороги (например, Япония, Китай). Другие страны, особенно те, что имеют жаркий и влажный климат (США, Индия, Таиланд и Филиппины), также начали проявлять активный интерес к описываемому в данной статье типу шпал [3].

Состав и физико-механические свойства органоминерального композитного полимерного материала

На основе научного анализа результатов проведённых исследований и лабораторных испытаний, было установлено, что композиционный материал, содержащий 30 % серы, 20 % песка, 45 % щебня и 5 % кремнезёма, по прочности на сжатие приближается к прочности бетона марки М450. Из этого можно сделать вывод, что температура играет важную роль в получении композитного материала на основе серы, и прочность полученных материалов после начала полимеризации в смеси относительно выше [14].

Таблица 1.

Результаты лабораторных испытаний физико-механических свойств образцов серобетона

Состав шихты, мас. %				Плотность, г/см³	Водопоглощение, мас. %	Прочность, МПа
Сера	Песок	Щебень	Кремнезём			
30	20	45	5	1,420	0,0006	43,087
Бетон марки М450 (ГОСТ 26633-2012)				2,5	<0,038	44,95

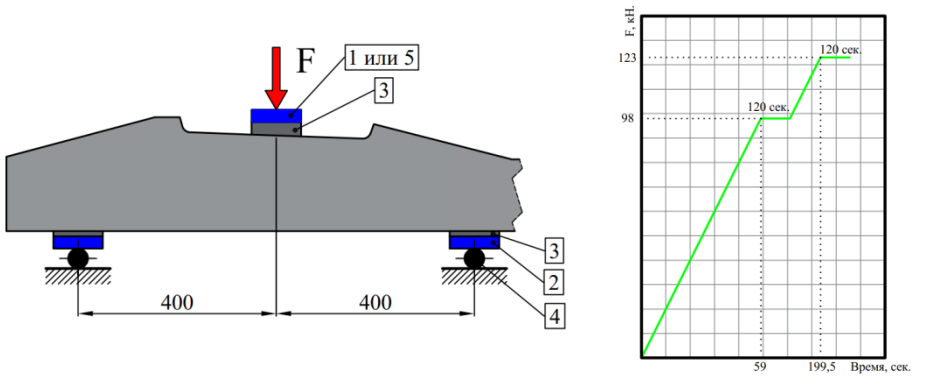
Множество учёных занимались вопросами оптимизации железнодорожных шпал, продления срока их службы, а также производства из новых материалов, включая исследования по их инновационному изготовлению [2], экспериментальным ресурсным испытаниям [4], изучением оптимальных вариантов шпал с помощью компьютерного моделирования и экспериментальных испытаний [10], а также изучение свойств серополимербетонных шпал [9].

Нагрузки на железнодорожные шпалы

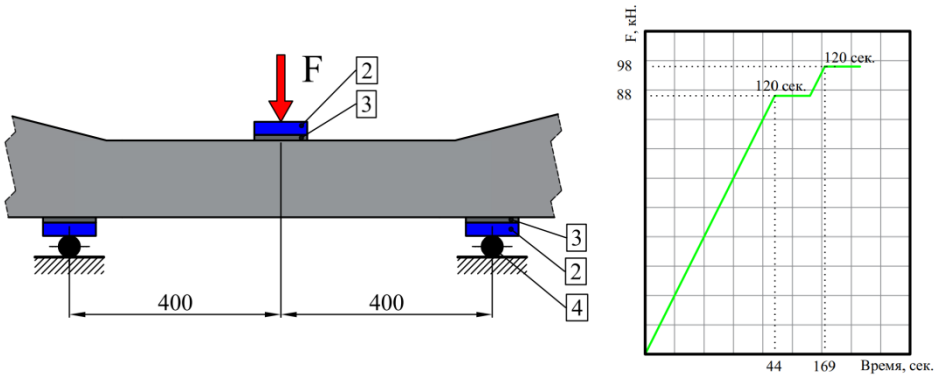
Железнодорожные пути подвергаются статическим и динамическим нагрузкам, возникающим вследствие движения поездов. Статическая нагрузка на ось, рассчитанная для стандартных железнодорожных путей, составляет 11,5 тонн на каждое рельсовое сиденье. Однако следует отметить, что железнодорожные пути часто сталкиваются с экстремальными нагрузочными условиями. Экстремальные нагрузки связаны с аномалиями колёс и рельсов, такими как плоские участки колёс, их неровности, несоосные колёса, изношенные рельсы и другие дефекты. Недостатки подобного рода могут привести к очень высоким, но кратковременным нагрузкам, вероятность которых в течение срока службы шпал невелика. Величина динамической ударной нагрузки на каждое рельсовое сиденье изменяется. Такие силы могут привести к растрескиванию и повреждению шпал [1; 3; 8].

Железнодорожная шпала – это конструктивный элемент, который в процессе эксплуатации подвергается периодическим нагрузкам, приводящим к усталости бетона, что вызывает постоянные прогрессивные изменения в структуре материала. Данные изменения могут привести к распространению трещин или микротрещин, что, в свою очередь, снижает жёсткость конструкции и, в худших случаях, за этим следует разрушение от усталости. Величина динамической ударной нагрузки на рельсовые сиденья варьируется от 200 кН до 750 кН [11].

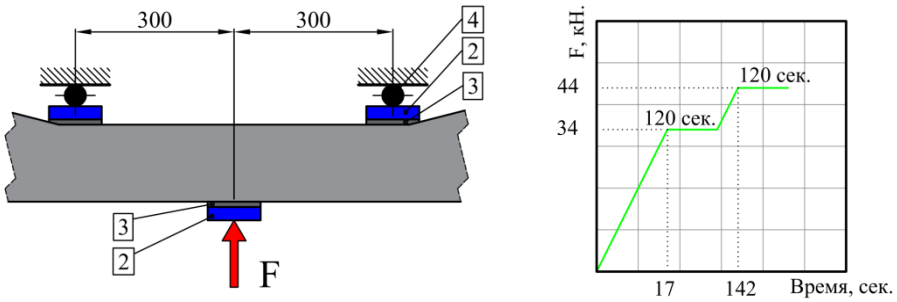
Испытания шпал на трещиностойкость проводятся в соответствии с ГОСТ 33320–2015. При испытаниях на трещиностойкость статическая нагрузка прикладывается к двум рельсовым и средним сечениям шпалы с помощью пресса. В каждом сечении нагрузка постепенна, при увеличении не более 2 кН/с, доводится до контрольного значения, указанного в таблице 2, поддерживаясь на этом уровне не менее 2 минут, после чего производится осмотр боковых поверхностей шпалы с обеих сторон для обнаружения видимых трещин. Схема приложения нагрузки и графики её изменения во времени приведены на рисунке 1.



а) в подрельсовом сечении



б) в среднем сечении при изгибе вверх



в) в среднем сечении при изгибе вниз

Рисунок 1. Схема испытаний шпалы на трещиностойкость:

1) Стальная пластина – толщиной не менее 25 мм, с уклоном нижнего основания 1:20; 2) Стальная пластина; 3) Упругая прокладка – деревянная толщиной не менее 25 мм или резиновая толщиной не менее 10 мм; 4) Стальная опора; 5) Стальная пластина – толщиной не менее 75 мм (для шпал типа II).

При испытании на трещиностойкость шпалы не должны показывать видимых трещин. Испытательная нагрузка сначала доводится до контрольного значения второго сорта, и при отсутствии трещин увеличивается до значения первого сорта.

Испытания шпал в среднем сечении сначала проводятся на изгиб вверх в соответствии с представленной схемой. При отсутствии видимых трещин допускается продолжить испытание этой же шпалы на изгиб вниз в среднем сечении. В случае появления трещины при изгибе вниз испытывают другую контрольную шпалу.

Таблица 2.

Контрольные нагрузки при испытаниях шпал на трещиностойкость

Сечение	**Направление**	**Контрольная нагрузка, кН**	
		первого сорта	**второго сорта**
Под рельсовое	Вниз	123	98
Среднее	Вверх	98	88
	Вниз	44	34

Заключение

В результате проведённого исследования была определена модель динамических нагрузок на железобетонные шпалы из органоминерального композитного материала, созданного на основе промышленных отходов. Основные выводы можно свести к следующему:

1. Использование органоминерального композита, содержащего переработанные промышленные отходы, позволило улучшить экологическую и экономическую эффективность производственного процесса железнодорожных шпал.

2. Проведённые лабораторные исследования показали, что физико-механические свойства нового материала сопоставимы с традиционными бетонными шпалами, а в некоторых аспектах, таких как трещиностойкость, превосходят их.

3. Разработанная модель динамических нагрузок продемонстрировала соответствие требованиям государственных стандартов, что подтверждает возможность практического применения нового типа шпал в железнодорожной инфраструктуре.

4. Применение органоминерального композита из промышленных отходов способствует решению экологических проблем, связанных с утилизацией отходов, а также повышению долговечности железнодорожных конструкций.

В будущих исследованиях с помощью описанной авторами модели можно будет проводить испытания реальных образцов железнодорожных шпал, изготовленных из органоминерального композитного материала, на трещиностойкость.

Таким образом, результаты данного исследования открывают перспективы для внедрения новых типов шпал в железнодорожное строительство, что может способствовать снижению затрат и увеличению устойчивости путей.

Список литературы:

1. Гридчин А.М., Золотых С.Н. Изучение эксплуатационных особенностей работы подрельсовых конструкций высокоскоростных линий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. (2). – С. 7–10.
2. Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Михеевская М.А., Паринов Д.А., Сафонов А.О., Мозговой Н.В., Первакова Е.А. Состояние вопроса производства и эксплуатации железнодорожных шпал из различных материалов // Лесотехнический журнал. – 2017. – № 7(4 (28)). – С. 157–166.
3. Попов В.Г., Боровков Ю.Н., Нефёдова И.В. Экологические аспекты применения шпал из полимерных композитных материалов // Московский экономический журнал. – 2022. – № 5. – С. 308–316.
4. Суслов О.А., Рессина Н.В., Портнов А.В., Новиков А.А., Марийчук В.А. Определение режимов нагружения для ресурсных испытаний железобетонных шпал на основе экспериментального измерения их напряженного состояния в условиях Экспериментального кольца, Щербинка // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВЕСТНИК ВНИИЖТ). – 2021. – № 80 (3). – С. 127–135.
5. Таймаров М.А., Лавирко Ю.В., Садыков Р.А., Валиуллин Б.Р. (2018). Разработка конструкций новых типов шпал для высокоскоростных поездов типа «Сапсан» // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2018. – № 2 (44). – С. 281–287.
6. Хвостик М.Ю. Шпалы композитные как альтернатива деревянным // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВЕСТНИК ВНИИЖТ). – 2016. – № 3. – С. 179–182.
7. Djumabayev A., Ziyamukhamedova U., Tursunov N., Nafasov J., Turgunaliev E. Prospects of Industrial Use of Concretes Based on Modified Sulfur Binders // American Journal of Technology Advancement. – 2024. – № 1(5). – С. 18–22.
8. Gadamov D., Ziyamuhammedova U., Miradullaeva G. Chemical resistance of a hydrophobic-hemostable organomineral composite material in aggressive liquid media // Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them. – AIP Conf. Proc. Vol. 3045. – Pp. 060017-1–060017-6.
9. Moon J., Kalb P.D., Milian L., Northrup P.A. Characterization of a sustainable sulfur polymer concrete using activated fillers // Cement and Concrete Composites. – 2016. – Vol. 67. – Pp. 20–29.
10. Randi R.P., Trautwein, L.M., dos Santos A.C. Aspects of Modeling Prestressed Concrete Sleepers Subjected to Positive Moment Test at Midspan // Buildings. – 2024. – Vol. 14(8). – P. 2387.
11. Remennikov A.M., Kaewunruen S. A review on loading conditions for railway track structures due to wheel and rail vertical interactions // Progress in Structural Engineering and Materials. – 2008. – Vol. 15. – Pp.207–234.
12. Sýkorová J., Bártová J., Štemberk P. Prestressed concrete sleeper under extreme loading conditions // Engineering Mechanics. – 2012. – Vol. 222.
13. Yazıcı O. Yeni Nesil Çevreci Kompozit Traversler // Demiryolu Mühendisliği. – 2020. – Vol. 12. – Pp. 3–21.
14. Ziyamuxamedova U.A., Nafasov J.H., Miradullaeva G.B., Rustamov M.U., Maxamadieva N.F. Modifikatsiyalangan oltingugurt polimer kompozitning mexanik xossalarini tadqiqotlash // Journal of Transport. – 2024. – Vol. 1(2). – Pp. 60–64.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 10(127)
Октябрь 2024

Часть 3

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: *mail@7universum.com*
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1
16+