

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Сибирский государственный индустриальный университет
Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

4 – 6 октября 2022 г.

Новокузнецк
2022

УДК 69+624/628+66/67+72
А437

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук., доцент Столбоушкин Андрей Юрьевич,
канд. техн. наук., доцент Алешина Елена Анатольевна,
доцент Матехина Ольга Владимировна,
канд. техн. наук., доцент Спиридонова Ирина Владимировна

А437 Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды III всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт ; под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ. – 2022. – 338 с.

Представлены материалы докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России», состоявшейся в Сибирском государственном индустриальном университете 4–6 октября 2022 г. Доклады отражают результаты работ по четырем актуальным направлениям конференции: «Архитектура и градостроительство промышленных регионов России»; «Новые материалы, конструкции и инновационные технологии в строительстве»; «Новые концептуальные подходы в проектировании и реконструкции инженерных систем жизнеобеспечения»; BIM-технологии в архитектуре и строительстве.

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников в области архитектуры и строительства, а также для обучающихся всех форм обучения и молодых ученых.

УДК 69+624/628+66/67+72

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник трудов опубликован по результатам III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России», которая состоялась в Сибирском государственном индустриальном университете 4-6 октября 2022 г.

Организатором конференции в первую очередь является кафедра инженерных конструкций, строительных технологий и материалов Архитектурно-строительного института СибГИУ при поддержке и содействии администрации университета.

Работа III Всероссийской научно-практической конференции «Строительство-2022» включала следующие основные направления:

- архитектура и градостроительство промышленных регионов России;
- новые материалы, конструкции и инновационные технологии в строительстве;
- новые концептуальные подходы в проектировании и реконструкции инженерных систем жизнеобеспечения;
- BIM-технологии в архитектуре и строительстве.

В конференции приняли участие свыше 100 ученых и специалистов из различных образовательных и производственных предприятий Российской Федерации, Казахстана, и Кыргызстана, в их числе:

- ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия,
- ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Россия,
- ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (Сибстрин), г. Новосибирск
- Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук, г. Москва, Россия,
- ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», г. Томск, Россия,
- ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» г. Томск, Россия
- Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Юрга, Россия,
- ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», г. Саранск, Россия,

- ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, Россия,
- Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия
- ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта», г. Калининград, Россия
- ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», Москва, Россия
- ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», г. Новочеркасск, Россия
- ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск, Россия
- ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск, Россия
- Торайгыров университет, г. Павлодар, Республика Казахстан
- Карагандинский технический университет, г.Караганда, Республика Казахстан
- ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл, Россия
- ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет», г. Магас, Республика Ингушетия, Россия
- ООО «ОК «Сибшахтострой» г. Новокузнецк, Россия и др.

Также в работе конференции приняли участие ученые и специалисты из Тюмени, Красноярска, Кемерово, Барнаула, Кызыла, Челябинска, Оренбурга, Ростова-на-Дону, Краснодар, Казани, Воронежа, Брянска и др.

Оргкомитет выражает благодарность всем участникам конференции и приглашает всех желающих принять участие в последующих конференциях, посвященных вопросам современного строительства промышленных регионов.

Оргкомитет конференции



Рабочие моменты конференции

Секция 1 АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

УДК 72.03

ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ АРХИТЕКТУРЫ

Матехина О.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, olgamatekhina@yandex.ru

Аннотация: С 1996 года во всем мире празднуется день Архитектуры. Этот праздник побуждает нас вспомнить наиболее выдающихся архитекторов прежних лет и современности. Их наследие окружает нас, формирует среду жизнедеятельности людей. «Застывшая музыка» определяет качество жизни, настроение людей. В статье рассматриваются работы архитекторов мирового уровня, российских, особое внимание уделено проектировщикам и преподавателям Новокузнецка.

Ключевые слова: архитектура, выдающиеся архитекторы, зодчество

В мире много профессиональных праздников. По решению Двадцатой Генеральной ассамблеи Международного союза архитекторов (МСА), проходившей в Барселоне в 1996 году, ежегодно в **первый понедельник октября** отмечается международный профессиональный праздник архитекторов и ценителей архитектурных шедевров – **Всемирный день архитектуры**.

Архитектура – все, что нас окружает. **Архитектүра**, или **зодчество** – искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения (включая их комплексы), а также сама совокупность зданий и сооружений, создающих пространственную среду для жизни и деятельности человека. Понятие *architectus* «архитектор», было заимствовано из древнегреческого ἀρχιτέκτων: *арχι-* (*главный, старший*) и *τέκτων* (*плотник, строитель*) – «главный строитель». В русском языке имеется оригинальное слово для обозначения строительного искусства: «**зодчество**» (старо-славянский «здьчий» от «здь» — глина, материя). С ним тесно связан древний глагол *здати* — строить, создавать. Первоначально зодчеством называли лишь каменное строительство. Летописи обычно разделяли понятие «создал» – построил каменное здание и «поставил» – деревянное.

От рождения мы находимся среди архитектурных сооружений и, естественно, нам хочется, чтобы наше окружение было красивым, интересным, производило впечатление. Наиболее значимые архитектурные сооружения становятся современными чудесами света и известны на весь мир. Их авторы – выдающиеся архитекторы, конструкторы, строители. Выбор работ и архитекторов, представленных в данной статье, можно сказать, случайный, всех достойных даже вкратце упомянуть нет возможности.

Антони Пла́сид Гилье́м Гауди́-и-Корне́т – испанский архитектор, большинство проектов которого, включая самую масштабную его постройку, храм Святого Семейства – рисунок 1, возведено в Барселоне.



Рисунок 1 – Храм Саграда Фамилия, Барселона, Испания

Редко кто относится к работам архитектора нейтрально. В них либо влюбляются с первого взгляда, либо активно не принимают. Еще при жизни его называли и гением, и сумасшедшим. Творчеству Гауди присуще практически полное отсутствие прямых линий и плоскостей, яркие краски, причудливый декор, использование керамики и следование природным аналогам. Его также можно назвать гениальным инженером своего времени. Многие технические решения, предложенные Гауди поражают своими неожиданными и очень простыми воплощениями. Самое известное произведение Гауди – Храм Святого семейства («Саграда Фамилия») в Барселоне. По его задумке этот храм – «Библия в камне». В нем все необычно – от колонн, поддерживающих своды, до оформления фасадов и завершения башен.

Дама **Заха Мохаммад Хадид** – ирако-британский архитектор и дизайнер арабского происхождения, представительница деконструктивизма. В 2004 году стала первой в истории женщиной, награждённой Притцкеровской премией. Дама – командор ордена Британской империи (2012), иностранный член Американского философского общества (2013). По разному определению газеты The Guardian, Заха Хадид – «королева кривой», которая «освободила архитектурную геометрию» (рисунок 2). Кроме чисто архитектурной работы с крупными формами, Заха Хадид охотно экспериментирует в жанре инсталляции, а также создаёт театральные декорации, выставочные и сценические пространства, интерьеры, обувь, картины и рисунки. Также она читала лекции и устраивала мастер-классы по всему миру, включая Россию, каждый раз собирая полные аудитории.

Рисунок 2 – Апартаменты, офисы, Белград, Сербия



Норман Роберт Фостер

— британский архитектор и дизайнер, барон, лауреат Императорской и Притцкеровской премий, член Ордена Заслуг. Фостер, тесно связанный с развитием архитектуры в стиле «хай-тек» и внедрением **энергоэффективных** строительных технологий, признан ключевой фигурой британской современной архитектуры.

Одно из известнейших зданий, выполненных по его проекту - 40-этажный небоскрёб Мэри-Экс (1997 – 2004) в Лондоне, где размещается главный офис швейцарской страховой компании «Swiss Re». Конструкция выполнена в виде сетчатой оболочки с центральным опорным основанием. Жители за зеленоватый оттенок стекла и характерную форму называют его «огурец», «корнишон». Первым претендует на звание экологического небоскрёба. Нижние этажи здания открыты для всех посетителей. Фостер хотел использовать солнечное освещение и естественную вентиляцию. Здание высотой в 180 метров получилось экономичным: потребляет вдвое меньше электроэнергии, чем другие постройки такого типа. Небоскрёб не имеет углов, что не позволяет ветровым потокам стекать вниз.

В 2004 году Фостер спроектировал самый высокий мост в мире, Виадук Мийо

Фостер в интервью называет русского инженера В.Г. Шухова конца XIX века своим кумиром и широко использует в своём творчестве шуховские сетчатые оболочки.

Скура́тов, Серге́й Алекса́ндрович – российский архитектор, президент компании «Сергей Скуратов Architects», член Правления Союза Московских Архитекторов, профессор Международной Академии Архитектуры, лауреат многочисленных российских и международных конкурсов и смотров, почётный строитель города Москвы.

Среди наиболее значимых реализованных проектов – жилой комплекс в Бутиковском переулке, жилой комплекс «Соррер House», дом (небоскрёб) на Мосфильмовской.

Óскар Рибейру ди Алмэйда ди Нимейер Суáрис Фíлью — латиноамериканский архитектор XX века, один из основателей современной школы бразильской архитектуры. Убеждённый коммунист, член президиума Всемирного совета мира, лауреат Международной Ленинской премии «За укрепление мира между народами» (1963), почётный член Академии художеств СССР (1983) и зарубежный почётный член Российской академии художеств. В канун столетнего юбилея Нимейера Владимир Путин подписал указ о награждении архитектора орденом Дружбы «за большой вклад в развитие российско-бразильских отношений».

Среди его произведений – жилые и общественные здания, в частности, Дворец Национального конгресса и Дворец правительства в Бразилиа (1960), Президентский дворец «Алворада» (1958), кафедральный собор (1960 – 1970), театр (1962) – рисунок 3.



Рисунок 3 – Концертный зал
парка Ибирапуера

Архитектуру Нимейера отличает пластичность, выразительность и теплота. Он одним из первых увидел и реализовал художественные возможности монолитного железобетона. Несмотря на остроту и необычность, проекты Нимейера всегда детально разработаны, функционально и конструктивно обоснованы, зачастую сообщая функции неожиданное, но весьма рациональное воплощение. Нимейер постоянно стремится к обогащению архитектурной формы – к пластике и контрастным сопоставлениям объёмов, к динамичности членений, к разработке фактуры поверхностей, к введению цвета, а также к включению в архитектурную композицию произведений смежных искусств.

Фрэнк (Эфраим) Гери – американский архитектор польско-семитского происхождения. Гери принадлежат самые известные образцы архитектуры деконструктивизма: «танцующий дом» в Праге (1995), обшитый титановыми листами музей Гуггенхайма в Бильбао (1997 – рисунок 4), концертный зал имени Уолта Диснея в Лос-Анджелесе (2003). Именно музей Гуггенхайма в Бильбао в свое время произвел огромное впечатление и влияние на творчество Захи Хадид.



Рисунок 4 – Музей Гугенхайма, Бильбао, Испания

Тотан Кузембаев – российский архитектор казахского происхождения, наш современник. Член профессионально-творческого союза художников и графиков. Его называют гением деревянной архитектуры. В своих проектах разрабатывает не только архитектуру здания, но и интерьеры, мебель, детали декора. Член Союза архитекторов России, награжден медалью имени В.И. Баженова «За высокое зодческое мастерство», руководитель собственной архитектурной мастерской.

Сантьяго Калатрава Вальс — испанско-швейцарский архитектор и скульптор, автор многих футуристических построек в разных странах мира. Его эстетику иногда определяют как «био-тек». Трудно перечислить его самые известные произведения. Среди них «Город искусств и наук» в Валенсии – рисунок 5, опера «Аудиторио-де-Тенерифе», Телебашни, Мосты, аэропорты и железнодорожные станции и т.д.

Рисунок 5 – Город искусств и науки, Валенсия, Испания



В 2012 году в Государственном Эрмитаже прошла персональная выставка Калатравы, ставшая самой посещаемой архитектурной выставкой 2012 года в мире.

Выпов Александр Иванович – с 1965 по 1984 годы – главный архитектор города Новокузнецка. В самый разгар строительного бума в городе Выпов принимал активное участие в проектировании и строительстве наиболее значительных сооружений: драматического театра, цирка, гостиницы «Новокузнецкая», первого в Сибири Дома быта, Универсама, Универмага, кинотеатра «Сибирь», жилых комплексов Левого берега, Новоильинского района и Новобайдаевского микрорайона.

Он автор монумента, посвященного 50-летию СССР и герба города со стилизованной домной. После возвращения городу исторического герба после распада СССР герб советского периода (от 1970 года) так и не был отменён, так что в настоящее время у города официально два герба.

За участие в разработке проекта уникального, первого в мире моста (через реку Томь на Запсиб) с использованием напряжённого железобетона Александр Иванович был удостоен высокой чести: его имя внесено в Большую советскую энциклопедию. Выпов ещё и великолепный художник, в коллекции которого более трёхсот авторских работ. С 1984 года живопись была главным его занятием.

Магель Виктор Иванович – был архитектором, главным архитектором проектного института «Кузбассгражданпроект», зам. директора проектно-строительной фирмы ТОО «Русь», затем зам. начальника городского управления архитектуры. Заслуженный архитектор России (2001 г.). За 35 лет профессиональной творческой практики Виктор Иванович принимал участие в разработке многих крупных проектов для Новокузнецка и других городов Кузбасса. Общественные центры городов, микрорайоны, общественно-деловые комплексы, стадионы, концертные залы, жилые дома, объекты обслуживания и многое другое. В Новокузнецке – здание гостиницы возле ресторана «Москва», магазин «Интерьер» Заводском районе, комплекс «Зеленстрой» на проспекте Пионерском, часовня у здания УВД, проект общественного центра Новокузнецка и прилегающего к нему микрорайона № 45 -46, бюст маршалу Жукову в сквере его имени.

В настоящее время – профессор кафедры архитектуры Архитектурно-строительного института СибГИУ, руководитель дипломных проектов, автор монографии «Новокузнецк. История генерального плана города».

Журавков Юрий Михайлович – архитектор, почетный гражданин г. Новокузнецка. Принимал участие в разработке Генплана города Кузбассгражданпроект. Является автором и руководителем многих проектов застройки города, зданий, храмов, мемориальных комплексов, памятников. В их числе – проект застройки ул. Кирова (от Дома быта до Левого берега), Площадь Побед с монументом «Танк», Бульвар Героев, первый в Сибири планетарий, храм Святой Троицы в Осинниках, восстановление Спасо-Преображенского собора в Новокузнецке, памятник бойцам ОМОН, погибшим в Чечне, и т.д.

С 1997 г. совмещает работу архитектора с преподаванием в университете. В настоящее время является профессором-консультантом кафедры архитектуры.

Назаренко Иван Кириллович – выпускник первого набора инженеров-строителей Сибирского металлургического института (ныне СибГИУ). Всю жизнь посвятил работе в

нашем вузе. Ведущий преподаватель, создатель кафедры архитектуры и ее первый заведующий. По-праву может называться инженером-архитектором. Практически все работы связаны с г. Новокузнецком и другими городами и населенными пунктами юга Кузбасса. Подготовил несколько сотен выпускников, являясь руководителем их дипломных проектов. В настоящее время является профессором-консультантом кафедры архитектуры СибГИУ.

Ершова Дора Владимировна – архитектор, геометр, дизайнер, ландшафтный архитектор, кандидат технических наук, доцент, член Союза архитекторов России. В настоящее время возглавляет кафедру архитектуры СибГИУ. С 1997 работает в университете. Руководит курсовыми и дипломными проектами, которые всегда отличаются неординарностью форм и замыслов – рисунок 6. В 2018 г. под руководством и при непосредственном участии Ершовой Доры Владимировны была завершена двухлетняя работа над макетом Кузнецкой крепости. Макет был передан в музей к 400-летию города и в настоящее время находится там.

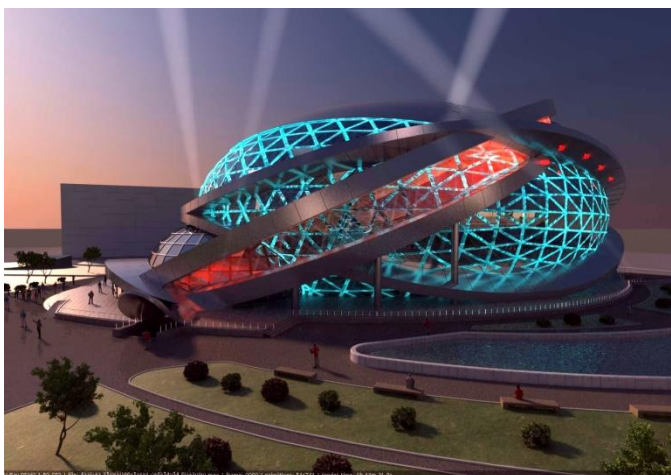


Рисунок 6 – Проект концертного зала, г. Новокузнецк

Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, член Правления Новокузнецкого отделения Союза архитекторов Российской Федерации. Очень много времени уделяет вопросам сохранения исторического архитектурного наследия нашего города и всей Кемеровской области. В числе дипломных проектов, выполненных под руководством Елена Анатольевны – общественные центры, спортивные комплексы, оранжерея, проект реконструкции доменной печи № 5 КМК. К сожалению, на момент окончания работы над проектом печь уже была демонтирована.

В настоящее время в составе кафедры архитектуры 17 человек. Это архитекторы, строители, графики, художники. В 2022 г. кафедре исполнилось 40 лет и 20 лет, как был осуществлен первый набор на специальность «Проектирование зданий». С этого момента кафедра стала выпускающей, а наш институт приобрел новое название – Архитектурно-строительный. Только в нашем университете в Кузбассе осуществляется подготовка архитекторов с высшим образованием, причем присутствуют обе ступени – и бакалавриат, и магистратура.

Наши студенты выполняют самые разные проекты – и жилых домов, и общественных зданий, и комплексов, и фрагментов городской застройки. В их числе есть предложения по новым объектам и реконструкции существующих. Мы вместе с нашими обучающимися стремимся сделать наш город и регион более красивым, функциональным и благоустроенным.

Сведения об авторах:

Матехина Ольга Владимировна – доцент, доцент кафедры архитектуры СибГИУ

ИСТОРИЯ ОДНОГО ДОМА

Матехина О.В., Куртуков К.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, kurtukov.kostya@yandex.ru

Аннотация: В работе рассматривается история и архитектурные особенности одного из домов г. Новокузнецка с полузамкнутой планировочной структурой. Здание имеет конструктивные и архитектурно-художественные решения, свойственные советской архитектуре послевоенного периода и до введения решения об «устранении архитектурных излишеств» во второй половине 50-х годов XX века. Полузамкнутый двор, характерный для многих зданий Центрального района Новокузнецка, создает для жителей повышенный комфорт проживания.

Ключевые слова: советская архитектура, сталинский ампир, планировка дворовой территории.

В мае 1945 года заслуженный архитектор СССР Градов Георгий Александрович назначен руководителем мастерской Гипрогора, проектировавшей г. Сталинск. В течение пяти лет, до 1950 года, он жил между Москвой и Сталинском, где его проекты воплощались при застройке проспектов Курако, Металлургов, Бардина. Также он разрабатывал проекты отдельных зданий, в числе которых был жилой дом по пр. Металлургов, 17. Здание было построено в 1953 году – рисунок 1.



Рисунок 1 – Жилой дом, 1953 г.

В 1954 году Градов, будучи начальником сектора НИИ общественных зданий Академии архитектуры СССР, направил в ЦК КПСС письмо с критическим анализом «порочной эстетско-архаической направленности советской архитектуры и предложениями по устранению ошибок и недостатков в теории и практике архитектуры», в результате чего был приглашён принять участие в подготовке «знаменитого» Постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 4 ноября 1955 года «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве».

Сталинский ампир был главным архитектурным стилем с момента создания Союза архитекторов в 1932 году и до 1954-го, когда Никита Сергеевич Хрущев объявил всю сталинскую архитектуру «преступным излишеством». 1953 год явился олицетворением закончившейся эпохи сталинского ампира. Начало перемен отразилось на строительстве дома:

проект дома был экспериментальным в конструкциях и отделке фасадов использовались сборные железобетонные элементы для ускорения и более экономичного строительства. Так, например, фасадная плитка дома по пр. Metallургов 17 выполнена из бетона, а не из природного камня.

Конструктивные элементы. Фундамент выполнен из железобетонных блоков на свайном основании. Стены: кирпичные. Перекрытия из железобетонных плит. Отделка внешнего фасада – бетонные плитки. Крыша металлическая. После капитального ремонта металлическое фальцевое покрытие крыши приняло приближенный вид крыш Санкт-Петербурга. Дверное заполнение из филенчатых дверей (частично заменены на современные металлические и пластиковые).

Архитектурное решение. Количество этажей в доме пять. В одиннадцати подъездах разместилось 108 квартир (в среднем по три квартиры на площадке). Однокомнатных квартир в доме нет, есть только двух-, трех- и четырех-комнатные, достаточно просторные и с высотой потолка 3,3 метра. Во многих квартирах в общих комнатах есть наклонные эркеры в форме равнобедренной трапеции, увеличивающие площадь комнаты и ее освещенность. Первый этаж отведен под помещения общественного назначения.

Вдоль фасада тянется и придаёт форму зданию венчающий карниз, замыкающийся в ритме над эркерами арочным карнизом – рисунок 2. Венчающие карнизы устанавливаются под козырёк крыши. Основной функцией таких карнизов является сбор дождевой воды, чтобы она не лилась с крыши по всему её периметру. Кроме того, он необходим для создания эффекта монументальности здания. Арочный карниз – особая форма венчающего карниза на кронштейнах, получившая распространение в эпоху раннего Ренессанса.

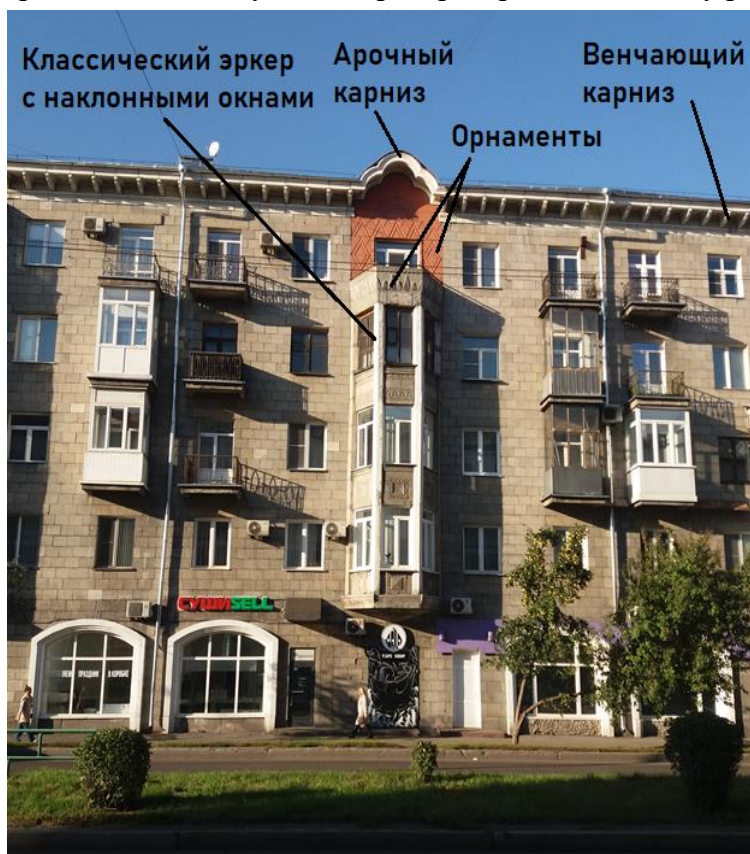


Рисунок 2 – Вид с торца на фасад дома пр. Metallургов 17

Парадный вход во двор дома украшает картуш над центральной аркой, на котором отражены голуби как символ мира, пятиконечная звезда, венок и доменная печь КМК. Советские архитекторы не просто перенимали детали исторических стилей, но и идеологически правильно их трактовали. Так, вместо традиционных декоративных орнаментов использовалась советская символика, а классические скульптуры и рельефы заменяли на изображения рабочих и трудящихся.

На главном фасаде также считываются элементы Сталинского ампира – упрощенные колонны, отделанные искусственным камнем из бетона с дорической капителью сверху. Сводчатые арки над окнами первого этажа и между колонн дают отсылку к стилю модерна – рисунок 3.

Рисунок 3 – Парадный фасад и центральная арка дома Metallургов, 17



Лестничные клетки украшает модная на тот момент метлахская плитка. Перила стальные в классическом дизайне и поручни из настоящего дерева, изящной формы для удобства и красоты.

Над каждым входом в дом, на эркерах, пространство между гербом занимает узорная плитка – орнамент. Во двор из подъездов в стенах есть круглое отверстие – окулус. Это окно круглой или овальной формы, например, так называемый «бычий глаз».

Особого внимания заслуживает **планировочное решение дворовой части дома**.

Выигрышное положение занимают дворы домов типа каре или квадрат, скоба или замкнутый многоугольник. Основная квартальная застройка в стиле Сталинского ампира во многом следует именно этой планировочной схеме. Архитекторы СССР оказались впереди всех в мире, придумав дворовую территорию с плотной застройкой, внутри которой бушует зелень и создана комфортная обстановка для жителей дома. Входя на территорию дома, мы оказываемся в тихом, закрытом от посторонних глаз дворе. Ограниченное для внешних посетителей пространство создает чувство безопасности и уюта, жители таких домов ощущают себя «дома», даже до входа в свою парадную.

Внутренний двор имеет все необходимые атрибуты дворовой территории: детские и малые спортивные площадки, зоны отдыха взрослого населения, хозяйственные площадки. В современных условиях единственной проблемой становится ограниченное количество парковочных мест, так как в период строительства таких зданий количество личных автомобилей у населения насчитывало единицы. Однако, практически всегда небольшая реконструкция двора – создание общедворовых проектов для участия в федеральном проекте «Комфортная городская среда» – позволяет решить и эту проблему – рисунок 4.

Застройка Центрального района г. Новокузнецка, которая осуществлялась в 40-е – 60-е годы XX века, включает довольно большое количество аналогичных домов с внутренними дворами: дома №№ 25, 39 по пр. Metallургов, № 1 по проезду Курбатова, № 16 по пр. Курако (дом-«гайка») и др. Все эти здания отличает необычность планировки квартир, повышенный комфорт, особые условия дворовых пространств.

Архитектурное решение дома № 17 по пр. Metallургов в значительной части повлияло и на архитектуру застройки прилегающих домов по ул. Кутузова и на более позднюю застройку пр. Metallургов в сторону вокзала.



Рисунок 4 – Двор дома
Металлургов, 17

Здание (рисунок 5) поистине является одним из самых удобных для проживания и украшает один из главных проспектов нашего города.



Рисунок 5 – Дом № 17, пр. Metallургов, современное состояние

Библиографический список

1. Art-dot.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://art-dot.ru/neoklassitsizm/>.
2. Artfasad.com [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/32Ec4B>.
3. Tramvaiiskusstv.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/32Ec3x>.
4. Wikipedia.org [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://clck.ru/32Ec34>.
5. Новокузнецк. История создания генерального плана города: монография В.И. Магель; СибГИУ – Новокузнецк: изд. центр СибГИУ, 2017. -386 с., ил.
6. Giprogor.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.giprogor.ru/about/history/>.

Сведения об авторах:

Матехина Ольга Владимировна – доцент, доцент кафедры архитектуры СибГИУ

Куртуков Константин Владленович – магистрант, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт.

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА

Ершова Д.В., Сердюкова Е.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, deyadeya@mail.ru

Аннотация: В статье приведены перспективные территории для размещения жилой застройки с учетом исторической преемственности и перспективного плана развития города Новокузнецка. Предложена концепция застройки территории Абагурского района, с использованием различных типов зданий, в том числе – современных урбан-вилл.

Ключевые слова: жилая застройка, генеральный план, Абагурский район, Островская площадка, Новокузнецк, архитектура, территориальное зонирование, градостроительство, архитектурное проектирование, Новокузнецк, Кузбасс.

В 2021 году на рабочей встрече президента России и губернатора Кузбасса обсуждались планы по созданию городов-миллионников на базе городов Новокузнецка и Кемерово. Это задача на долгую перспективу, и основной целью ее достижения является создание комфортных условий для жизни и работы в Кузбассе. Ключевыми предпосылками для увеличения численности населения региона является создание высокотехнологичных и высокооплачиваемых рабочих мест, развитие социальной инфраструктуры, в том числе жилья и культурных объектов, совершенствование транспортной и инженерной инфраструктуры.

К 2026 году планируется создание не менее 40 тысяч новых рабочих мест в не угольных отраслях экономики — химической промышленности, машиностроении, на производствах по обработке древесины, производстве бумаги, стройматериалов, а также в сельском хозяйстве Кузбасса. Поэтому решение вопросов создания комфортной и экологически чистой жилой среды для жизни населения крупного промышленного центра является одной из важнейших задач. Так, по программе социально-экономического развития Кузбасса до 2024 года на улучшение экологии только в Новокузнецке будет направлено 6,6 млрд. рублей.

Ориентируясь на поставленную губернатором задачу увеличить население города Новокузнецка до 1 млн. человек, необходимо определить наиболее перспективные площадки для развития строительства. В соответствии с Градостроительным кодексом РФ генеральный план является основным документом территориального планирования города, обеспечивающим устойчивое развитие территории. Генеральный план определяет направления и границы развития территории города, зонирование территории, направления развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, градостроительные требования к сохранению объектов историко-культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, экологическому и санитарному благополучию [1].

Центральный район города Новокузнецка практически сформировался и имеет ограниченные возможности размещения новых жилых массивов. Перспективным планом застройки города предусматривается выход селитебной зоны на берег реки Томь и организацией набережной с разнообразной общественной функций (рисунок 1).

Новоильинский район имеет большие возможности для размещения многоквартирной и индивидуальной застройки. Тем не менее, последним генпланом сдерживается территориальное развитие этого района в целях снижения диспропорции в расселении-тяготении городского населения.

В Абагурском районе намечено наиболее масштабное развитие общественной, многоквартирной и индивидуальной жилой застройки. Наиболее значимым в градостроительном отношении узлом является впадение реки Кондомы в Томь, где предусматривается формирование Нового Центра города, с жилой, офисной, торгово-коммерческой и досуговой застройкой (рисунок 2) [2].



Рисунок 1 –
Перспективная застройка
Новокузнецка.
Центральный район.
Островская площадка.
Ярко-розовый –
планируемая застройка
многоэтажных жилых
зданий, красный –
общественные здания



Рисунок 2 – Перспективная за-
стройка Абагурского района

Площадь территории данной площадки для строительства позволяет разместить на ней крупный планировочный район с населением до 90 тысяч человек. Возможность использования территории Абагура-Лесного для жилой застройки связана с уменьшением или ликвидацией в будущем санитарно-защитной зоны существующих промышленных производств Абагурской аглофабрики на территории Южного промышленного района. Также, площадка Абагура-Лесного требует выполнения комплекса мероприятий по инженерной подготовке и инженерно-транспортному обеспечению территории [3].

В Верхнеостровском районе предусматривается масштабное развитие общественной, многоквартирной и индивидуальной жилой застройки на возвышенных (экологически чистых) территориях (рисунок 1). Значительное удаление промышленной территории от жилого района обеспечивает рассеивание выбросов в атмосферу и снижение их концентрации на границе жилых территорий. Тем не менее, они всё же попадают в речную долину в связи с преобладающим направлением ветров и близким размещением реки Томи [3]. Таким образом район включается в зону ближнего окружения центра и, совместно с Абагурским, определяет повышение компактности развития городской среды [2].

Предпосылки для застройки данной территории появились еще в XX веке. Одновременно с освоением территории промышленного района и строительством Запсиба началось строительство жилого района. Строительство завода нуждалось в рабочих и притягивало большое количество людей, приезжавших на стройку со всей страны. Для расселения строителей и будущих рабочих завода необходимо было построить большое количество жилья, а для этого – разработать проект полноценного жилого района города, соответствующего масштабам строящегося завода (рисунок 3). Для достижения этих целей было принято чрезвычайно важное решение, в соответствии с которым с 1958 года всё дальнейшее проектирование строительства нового района осуществлял местный проектный институт Кузбассгорпроект (г. Сталинск). Это позволило уже в том же году разработать «Проектное задание детальной планировки I очереди жилого района на Нижне-Островской площадке г. Сталинска» (рисунок 4).

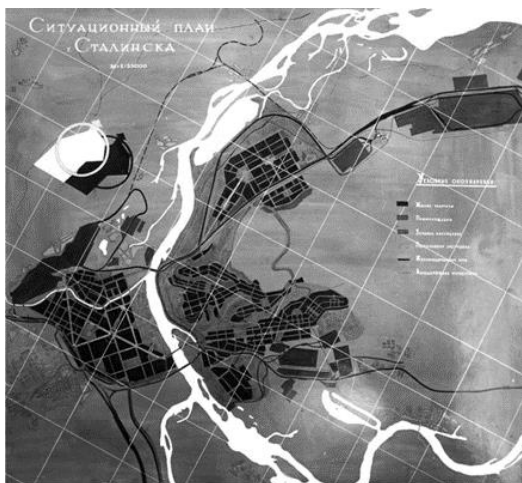


Рисунок 3 – Ситуационный план размещения Островского (Заводского) планировочного района г. Сталинска. Вторая половина 1950-х годов. Фото из архива КГЗР г. Новокузнецка

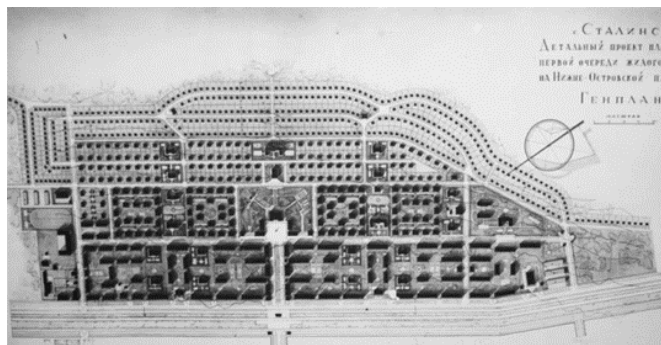


Рисунок 4 – Проектное задание детальной планировки I очереди жилого района на Нижне-Островской площадке г. Сталинска. Генплан. 1958 год. Фото из архива КГЗР г. Новокузнецка

Проект предполагал размещение жилого района на Островской площадке, расположенной в 6-ти километрах севернее бывшего села Островское между селом и площадкой строительства Запсиба. Экспериментальная проектно-конструктивная разработка предлагала создание концепции архитектурно-планировочного решения квартала с эскизным предложением застройки шести микрорайонов на территории Абагурского района. В основу проекта положено решение генерального плана перспективного развития города для выбранной территории.

Ныне разработка проекта застройки селитебных территорий Абагурского района по-прежнему является актуальной. Общее природное окружение, наличие стариц и водоемов на территории района позволяет определить положение и конфигурацию территорий жилой застройки, ее общественные и рекреационные зоны.

Для определения потенциала селитебной территории выполнена эскизная проработка застройки района. Проектное предложение предлагает создание общей градостроительной концепции зоны Абагура с шестью микрорайонами на его территории. В основу проектного предложения положено решение генерального плана перспективного развития города. Застройка общественного центра района, помимо жилых групп зданий, содержит все необходимые объекты инфраструктуры: школы и садики, поликлиники и спортивные комплексы, офисы и торговые площади, дворцы культуры, школы искусств, и т.д. (рисунок 5).

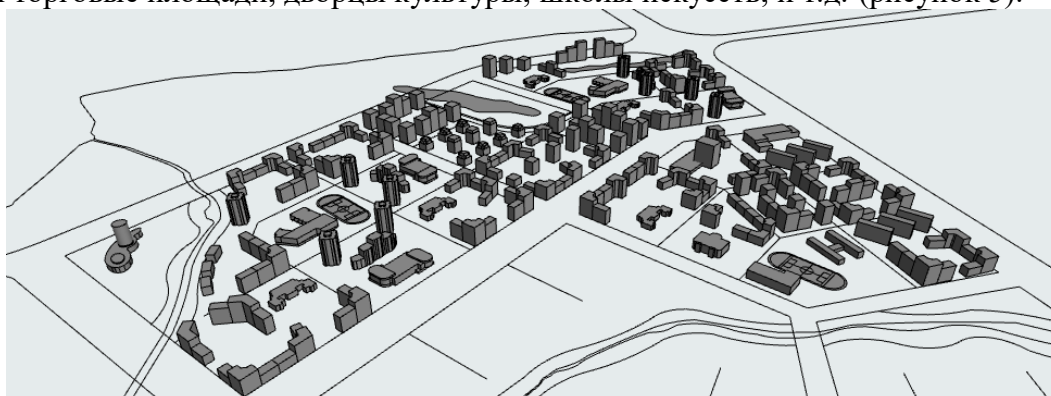


Рисунок 5 – Работа над эскизным предложением застройки Абагурского района
Предложение Сердюковой Е.А.

Помимо привычной многоэтажной застройки района предлагается разнообразные по высоте и качеству проживания жилые здания. Один из кварталов предлагается построить урбан-вилами (рисунок 6). Потребностью многих горожан является возможность жить близко не

только к основным объектам инфраструктуры города, но и иметь доступ к объектам природной среды на благоустроенной территории двора, то есть фактически совмещать удобство городской среды и комфорт загородного дома, что отражено в концепции урбан-вилл. В урбан-виллах могут располагаться, как комфортные квартиры большой площади с большими окнами, пентхаусы с панорамным остеклением и террасами, двухуровневые квартиры с личными патио и отдельными входами на первых этажах. Выход на террасу придаст недвижимости загородный характер проживания и позволит проводить время на свежем воздухе, оставаясь в пространстве своего жилья. Патио полностью меняет качество квартир на первом этаже, и если ранее такие квартиры считались не самым лучшим вариантом, то при наличии собственного дворового пространства они становятся уникальным предложением [4].

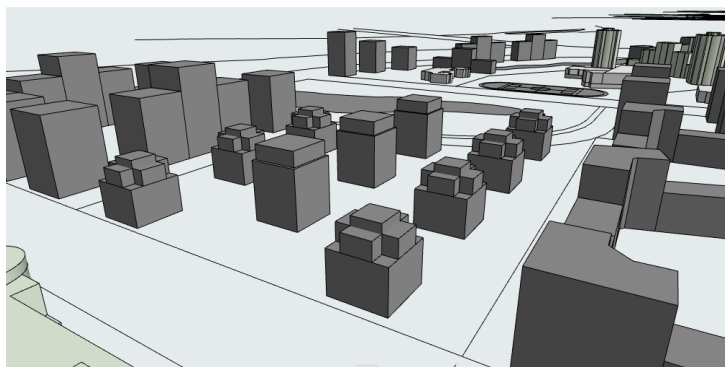


Рисунок 6 – Вариант эскизного решения квартала с застройкой урбан-виллами.
Предложение Сердюковой Е.А.

Концепция кварталов с урбан-виллами предполагает обязательное развитие дворового пространства. Отказ от внутридворовых автомобильных стоянок и их перенос под землю или организация парковок в стилобатной части здания помогут решить ряд проблем, связанных с благоустройством дворовой территории и создать комфортную здоровую среду для отдыха и времяпрепровождения жителей. Отсутствие машин во дворах позволит увеличить территорию для создания небольших парковых зон, садов, спортивных и игровых площадок, велодорожек между домами, а современная ландшафтная архитектура создаст качественный вид из окон. Дома в квартале предлагается располагать в шахматном порядке, чтобы минимизировать расположение окон соседних домов напротив друг друга.

Для уточнения возможности организовать парковочные места в зданиях на территории Абагурского района в подземном уровне требуется произвести дополнительное геологическое исследование по расположению грунтовых вод в данной местности. В случае отрицательного решения по этому вопросу в проекте будет применен вариант организации стилобатной части для создания парковочных мест или перенос автотранспорта в многоуровневые гаражи, расположенные на территории микрорайона.

Идея организации бестранспортного двора набирает популярность, и многие современные жилые комплексы запроектированы с подземным паркингом (рисунки 7,8).



Рисунок 7 – Разрез пятого квартала МФЖК «Садовые кварталы». Разработка бюро Sergey Skuratov Architects

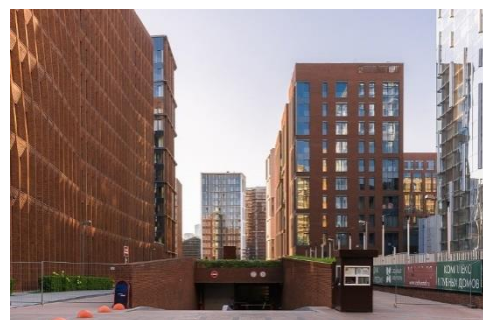


Рисунок 8 – Организация въезда в подземный паркинг МФЖК «Садовые кварталы»

Подобное решение организации дворовых пространств применяется в ЖК «На Никитина» в городе Новосибирске, проект урбан-вилл разработан голландским архитектурным бюро DROM, проект благоустройства двора жилого комплекса – Novascape (рисунок 9). Подземный паркинг жилого комплекса расположен под двором жилой группы. Также во дворе расположены трехуровневые террасы, благодаря которым протяженное пространство двора разделено на тематические дворики: лесной сад с деревьями, сад изгородей, водный сад и сад цветов. Многолетники и вечнозелёные сосны создают в парке сезонность и колорит в холодное время года. Террасы квартир на первых этажах окружены живыми изгородями. Количество мощения внутри квартала минимально, что позволяет сделать окружающую среду максимально природной (рисунок 10).



Рисунок 9 – Урбан-виллы «На Никитина». Бюро DROM



Рисунок 10 – Мастер-план ландшафта ЖК «На Никитина». Бюро Novascape

Таким образом, развитие территорий Новокузнецка и увеличение численности населения, предусмотренного генеральным планом города, в перспективе может быть реализовано при условии проведения необходимых инженерных мероприятий, решения транспортных задач, создания высокотехнологичных и высокооплачиваемых рабочих мест и развитием социальной инфраструктуры. В этой связи, создание крупных, современных жилых массивов с комфортными условиями проживания является одной из важнейших, стратегических задач развития города

Библиографический список

1. Власть рассказали, как сделать Кемерово и Новокузнецк миллионниками: подробный план [Электронный ресурс] / НОВОКУЗНЕЦК.РУ URL: <https://novokuznetsk.ru/2021/10/07/vlasti-rasskazali-kak-sdelat-kemerovo-i-novokuznetsk-millionnikami-podrobnyj-plan/>
2. Краткая справка по проекту «Генеральный план городского округа г. Новокузнецк» [Электронный ресурс] / Муниципальный сайт города НОВОКУЗНЕЦК URL: <http://admnkz.ru/document.do?id=84563>.
3. Магель В.И. Новокузнецк. История создания генерального плана города: монография. - Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2017. - 386 с.
4. Сердюкова Е.А. Современные тенденции жилой архитектуры / Наука, студенчество, образование: Актуальные вопросы современных исследований : сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2 ч., г. Пенза — 2022. — С. 248-250.

Сведения об авторах:

Ершова Дора Владимировна – к.т.н., доцент, Сибирский государственный индустриальный университет

Сердюкова Елена Александровна – студентка, бакалавриат, Сибирский государственный индустриальный университет.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОГО АЭРОПОРТА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

Автор: студент Ладутько М. Д.

Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, ladutko.mix@yandex.ru*

Аннотация: Выполнен анализ исторического развития действующего аэропорта в городе Новокузнецке, Кемеровская область – Кузбасс. Определены его основные проблемы, решение которых является актуальным в настоящее время. Разработано проектное предложение здания нового аэропорта. Приведено решение генерального плана и благоустройства территории, выполнен анализ объёмно-планировочного и конструктивного решений объекта, предложено архитектурное и композиционное решение проектируемого здания.

Ключевые слова: архитектура аэропорта, каркас, функциональные зоны, объёмно-планировочное решение.

В наши дни современные аэропорты предлагают широкий спектр услуг, а не просто служат единственной цели перевозки. Миллионы людей, путешествуют по всему миру, а архитекторы сталкиваются с огромными проблемами, чтобы представить лучший из лучших проектов. На протяжении последних лет архитектура аэропортов эволюционировала с ростом модернизации технологий, полностью обеспечивая комфорт, эстетику и функциональные пространства для людей.

История нашего аэропорта берет свое начало с создания авиапредприятия города Новокузнецка в 1952 году, путем слияния нескольких авиакомпаний, местом базирования на тот момент был выбран аэродром Абагур. С появлением новых видов самолетов к концу 1956 года были открыты рейсы на Новосибирск, Кемерово, Томск и другие населенные пункты.

В 1968 году открывается аэропорт, относящийся к городу Новокузнецку, в селе Спиченково, в 20 км от центра города. Новый на тот момент аэровокзальный комплекс состоял из одной взлетно-посадочной полосы, здания аэровокзала, гостиницы и инфраструктуры, необходимой для функционирования. С 1968 по 1985 год аэропорт осуществляет перевозки на самолётах Ил-14, Ан-24, Ил-18 и вертолётах Ми-2, Ми-4, Ми-8. Рейсы расширяются до Москвы, Дальнего Востока, Черноморского побережья.

В 1985 году завершается строительство новой взлетно-посадочной полосы длиной 2679 метров из твердого покрытия, выполняются полеты на самолете Ту-154. В 1991 году были построены дополнительные инфраструктурные объекты: помещение котельной, ангары, аварийно-спасательные станции. Вводится в эксплуатацию здание медицинского обслуживания работников авиапредприятия. С 1998 года стали выполняться международные чартерные рейсы, и в 2012 году аэропорт получил статус международного.

В 2018 году Кемеровский областной совет принял решение о присвоении аэропорту Новокузнецк-Спиченково имя советского летчика-космонавта Б.В. Волынова. Аэропорт включен в список аэропортов федерального значения РФ.

На основе проведенного исследования были выделены основные проблемы действующего аэропорта:

- Внешний облик аэропорта не соответствует современным тенденциям развития архитектуры аэропортов;
- Наблюдаем застой в функционально-планировочном развитии аэропорта, без каких-либо перспектив на дальнейшее расширение территории и самого здания;
- Отсутствие удобного, комфортабельного терминала. Во многих аэропортах России, терминал включает в себя, помимо зала ожидания, торговые точки, рестораны, кафе,

выставочные павильоны. В терминале создается атмосфера комфортного длительного пребывания для пассажиров;

- Отсутствует современное благоустройство территории аэровокзала. Среда вокруг не гармонирует с существующим зданием (по цветовой составляющей, озеленению, организации проездов, расположению зданий);

- Не продуман дизайн внутреннего пространства, его логистика, нет единой стилистики, зоны фудкорта (буфета, кафе).

Проектирование нового аэропорта города Новокузнецка выполнено на анализе существующего положения, культурных и исторических ценностей города Новокузнецка, градостроительных и климатических особенностей, аналогов зарубежного и отечественного проектирования [1], по результатам которых принято оптимальное решение по реновации территории и проектированию здания.

Формообразование опирается на историю создания первых самолетов [2], и на то, как люди вдохновлялись полетом птиц и стремились осуществить мечту о полете.

В основу внешнего облика проектируемого здания положена также история индустриального становления города Новокузнецк. На вопрос: «Чем славится город Новокузнецк?», многие из нас сразу скажут о промышленной составляющей. В годы Великой Отечественной войны Новокузнецк обеспечивал страну высококачественным металлом для производства танков, самолетов, вооружения и боеприпасов. И по сей день на промышленных предприятиях города идет производство различных видов металла. Так, возникла идея создания образа «металлической птицы» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид здания аэровокзала (3D модель)

Конструктивный каркас аэровокзала состоит из 40 стальных V образных опор, которые держат перекрытие здания, они опираются на 40 бетонных блоков, уходящих под землю образуя фундамент. В качестве основы для кровли здания служат металлические фермы, в которых находятся системы отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, сантехники, акустики, электричества и освещения. Фермы крепятся к опорам при помощи шарнирных соединений (рисунок 2).

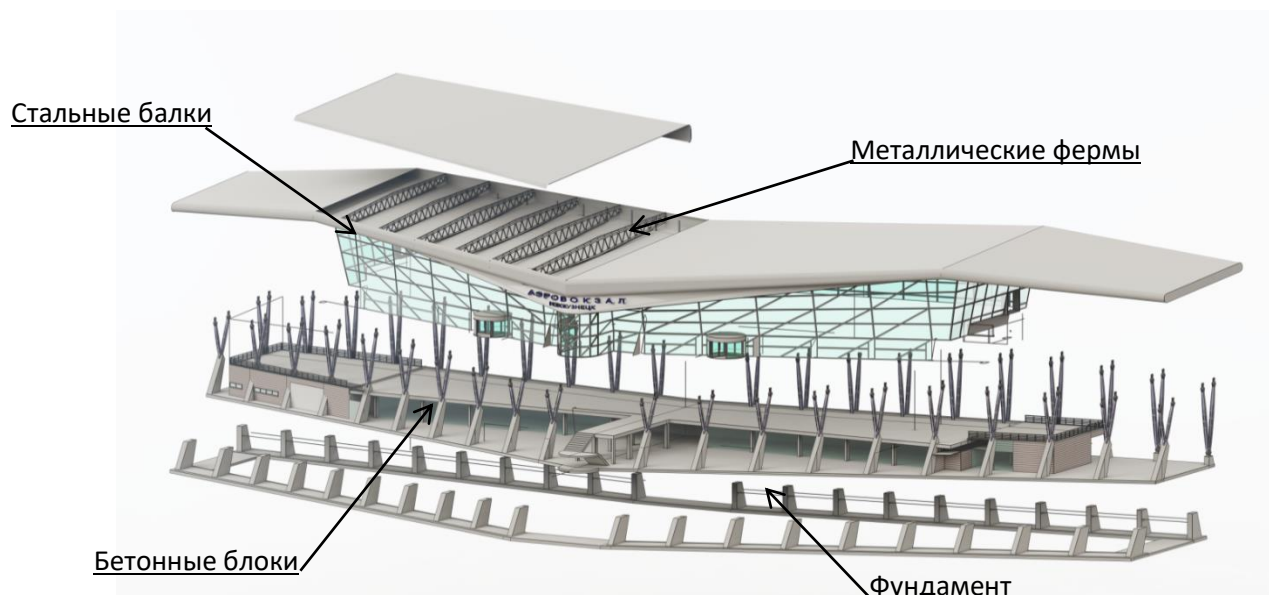


Рисунок 2 – Конструктивная схема здания аэровокзала

Стены здания аэровокзала выполнены по технологии навесного фасада с панорамным остеклением. Конструкция состоит из металлического профиля и стеклянных панелей. Ритм повторяющихся унифицированных металлических и сборных железобетонных конструкций, открытых в интерьере и легко читаемых на фасаде, создаёт впечатляющий художественный облик и запоминающийся архитектурный образ.

В здании на первом этаже (рисунок 3) размещены: комната отдыха персонала, ресепшн, зоны досмотра, офисы авиакомпании, кухня, зал выдачи багажа, крытая парковка для специальной техники и др.

В проекте были учтены основные требования к аэропортам: экологические, противопожарные, требования по освещению, защите от шума и вибраций.

В заключении можно отметить, что данный проект выполнен с учетом перспективы развития городов Новокузнецка и Прокопьевска, а в дальнейшем и с возможным увеличением количества рейсов: местных, по России и международных.

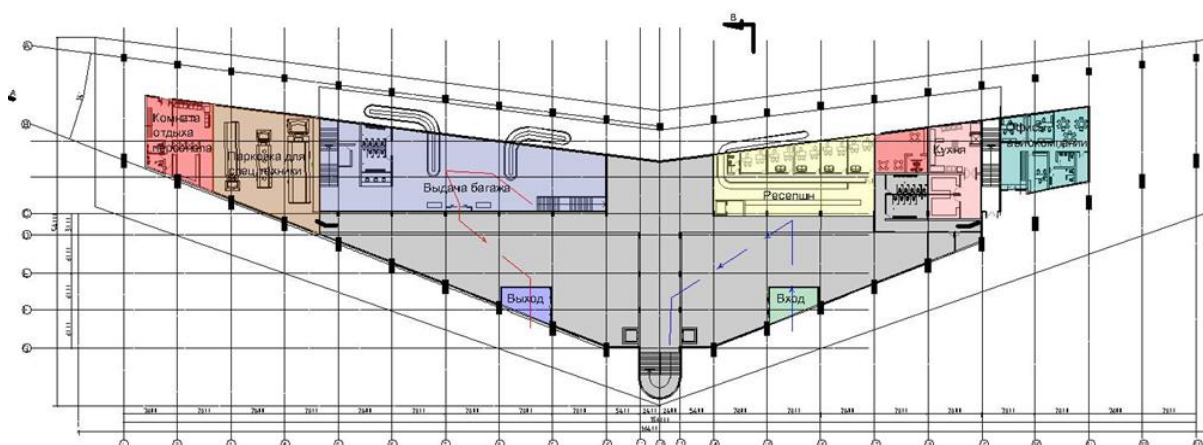


Рисунок 3 – План первого этажа

На втором этаже расположены: международный зал ожидания, зал ожидания внутренних авиалиний, терраса, кафе и ресторан и др. (рисунок 4).

Площадь нового здания составляет – 4625 м². Было учтено, что часть из этой площади уйдет под опорные колонны каркаса здания, а также на переходы с телескопическими трапами, по которым пассажиры будут садиться в самолет, не выходя на улицу.

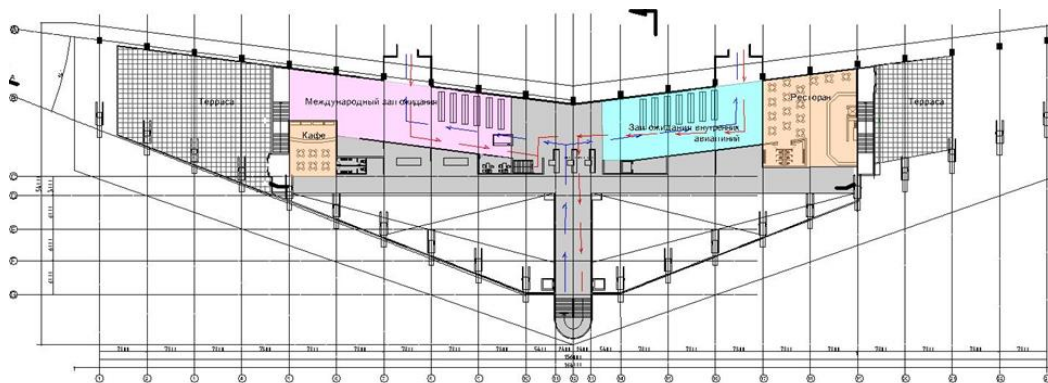
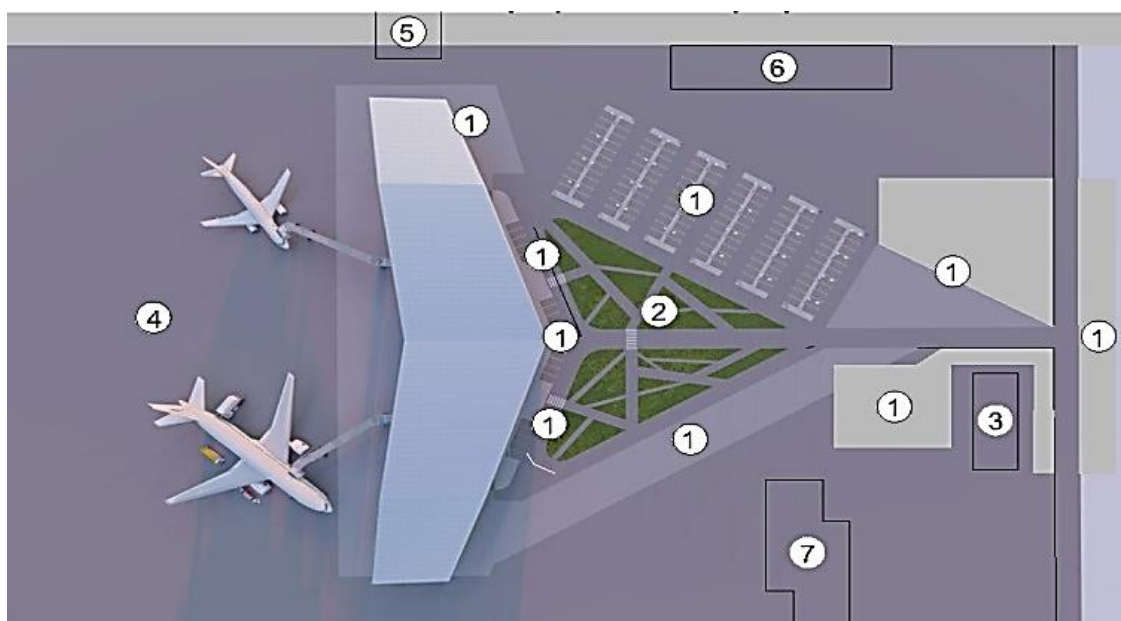


Рисунок 4 – План второго этажа



1 – парковка, 2 – привокзальный парк, 3 – отель, 4 – перрон,
5 – диспетчерская вышка, 6 – административное здание, 7 – хозяйственный комплекс.
Рисунок 5 – Схема благоустройства привокзальной территории

Заключение. В процессе разработки концепции проектного предложения здания аэропорта было предложено его новое функциональное зонирование. Проектирование аэропорта проводилось на основе единого технологического и градостроительного решения всего комплекса, в состав которого вошли следующие взаимосвязанные элементы: привокзальная площадь; основные пассажирские, служебно-технические и вспомогательные здания и сооружения, перрон. Архитектурно-пространственная композиция здания аэровокзала выявляет его доминирующее значение как основного сооружения всего комплекса.

Библиографический список

1. Ашфорд Н. и др. [Текст]// Функционирование аэропорта. М., 1990 М.: «МАДИ», 2009. – 68 с.
2. Ярошевич, Н.Ю. Особенности развития аэропортовых комплексов в системе международных воздушных перевозок //Н.Ю. Ярошевич//Прикладная экономика. – 2010. – 13 с. ВНТП

Сведения об авторах:

Автор: Ладутько Михаил Денисович – магистрант, СибГИУ, Архитектурно-строительный институт.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

КОНЦЕПЦИЯ ТУРИСТКОГО ЦЕНТРА ВБЛИЗИ Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Ершова Д.В., Митюгова К.С.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, devadeya@mail.ru

Аннотация: Рассматриваются вопросы развития внутреннего туризма Кемеровской области, территориальный потенциал формирования туристской зоны вблизи Новокузнецка, особенности проектирования туристского комплекса, отелей, спортивных зон и глэмпинга.

Ключевые слова: Туризм, концепция, проект, туристский центр, гостиница, глэмпинг, архитектура, проектирование, Кузбасс, Новокузнецк.

В современном мире роль отдыха и времяпрепровождение на природе, за пределами городских бетонных стен, с каждым годом растет. Ездить отдыхать на большие расстояния от места проживания и работы не всегда позволяют возможности, поэтому расположение туристских комплексов вблизи города особенно актуально. Отпуск на выходные или же возможность поработать удаленно вне города, комфортное пребывание на свежем воздухе, воссоединение с природой – это все сегодняшние тенденции современного общества. Из этого следует, что туристский центр должен соответствовать всем выше перечисленным потребностям и при этом находится в быстрой доступности от города.

Одной из важных целей развития внутреннего туризма области является разработка общей концепции туристского центра и отеля на территории, вблизи г. Новокузнецка, что положительно скажется на развитии туризма в данном регионе. Выбранная тема дает возможность найти варианты решений важной в настоящее время проблемы организации комфортного и доступного времяпрепровождения за пределами города.

В качестве примера реализации объекта внутреннего туризма области можно предложить планировочную идею по размещению перспективного туристского образования в месте, которое уже некоторое время используют туристы для стихийного кемпинга. Это свидетельствует о востребованности не только данного вида отдыха, но места у водоема.

Зона планируемого размещения нового туристского объекта находится в 15 км от города Новокузнецка. Озеро, рядом с которым проектируется туристский комплекс, располагается между двух крупных поселков: Костенково и Листвяги, что является преимуществом для транспортной доступности места строительства и будущего комплекса (рисунок 1).

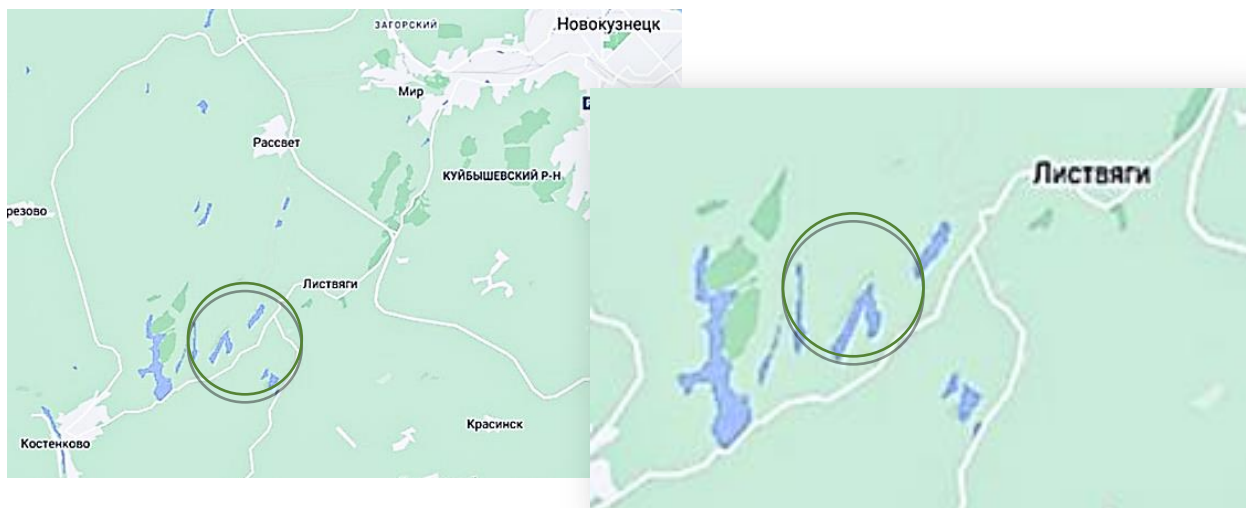


Рисунок 1 – Расположение озера

Пейзаж данной территории удовлетворяет всем эстетическим требованиям для туристического комплекса, что, несомненно, является преимуществом при проектировании гостиницы и в дальнейшем развитой зоны с различными формами размещения туристов. (рисунки 2, 3).



Рисунок 2 – Фотофиксация местности



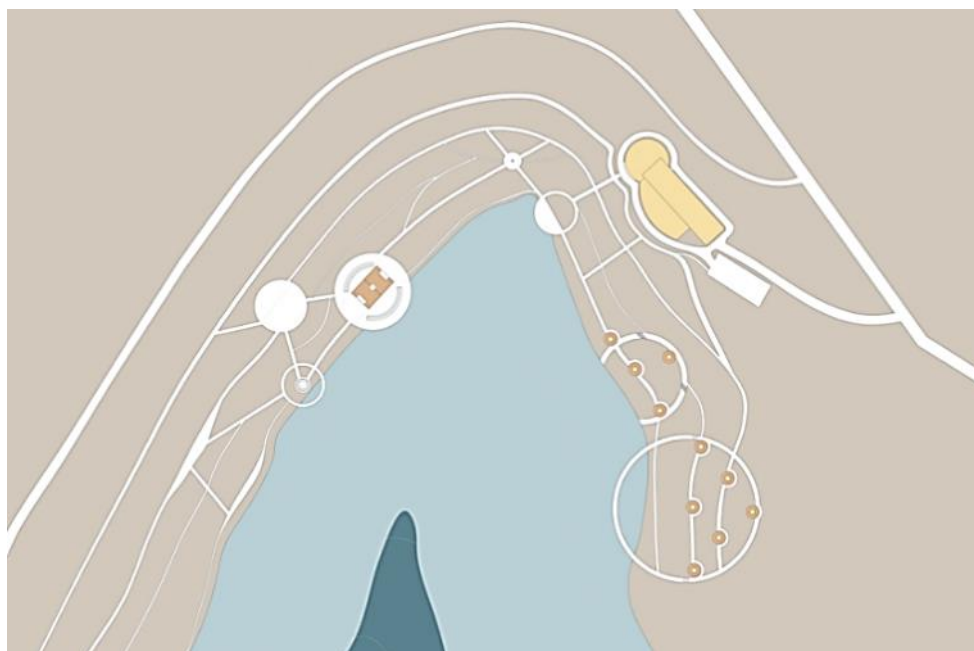
Рисунок 3 – Фотофиксация местности

Главная задача при разработке концепции проекта – гармонично вписать все компоненты туристского комплекса в окружающую природную среду.

На проектируемом участке предполагается разместить (рисунок 4):

- Трехэтажный отель, расположенный на рельефе
- Глэмпинг, в состав которого входят 10 домиков-капсул круглой формы, расположенных на деревянных террасах;
- Парковую часть с объектами благоустройства;
- Набережная с элементами благоустройства.

Рисунок 4 –
Расположение
основных объектов
туристского
комплекса



Здание главной гостиницы, как центра притяжения комплекса, предлагается вписать в окружающий ландшафт, однако представить его современными формами с крупными площадями остекления, для визуальной связи в номерах с окружающим ландшафтом. Это поможет гармонизировать объемы здания с окружающей средой и внутри, и снаружи (рисунок 5).



Рисунок 5 – Концепция объемно-пространственного решения центрального здания гостиницы

Вместо палаточного кемпинга, стихийно формирующегося на берегу озера, предлагается создать глэмпинг для желающих максимально погрузиться в природную среду. Капсулы глэмпинга предлагается эффектно разместить на активном рельефе у озера. Каждый домик размещен на террасе с местом отдыха в окружении деревьев и кустарников, что помогает сохранить уединенность места отдыха. Глэмпинг располагается на террасах, каждая из которых открыта в сторону озера (рисунок 6).



Рисунок 6 – Общая концепция глэмпинга

При разработке концепции проекта туристского комплекса важно для каждого из объектов выбрать современные, надежные, качественные и экологичные материалы, что добавит «природности» каждому из компонентов данного комплекса.

Общую территорию побережья озера можно разбить на несколько участков: на полуострове сделать небольшие бунгало в чаще леса, оборудовать место под палаточный лагерь с удобствами, так же на полуостров можно пустить небольшой паром. Учитывая развитие современных технологий, возможно на части поверхности озера разместить небольшие дома на воде и обустроить проход к ним. Так же можно развивать вопросы зимнего досуга: лыжные трассы, катки и тому подобное.

Рядом с выбранными озером есть еще одно, меньшего размера, на его территории уже существует турбаза «Крокодил», но ее территория пока не обладает развитой структурой. На ее площади установлен туалет, вышка, беседка и будка смотрителя. Берег озера не везде пригоден для купания: крутые склоны, большая глубина, пляжная линия не оборудована для

остановки и расположения людей. Рядом есть небольшая автостоянка и дорога, идущая вдоль озера до конца, въезд платный. Для улучшения этой туристской зоны можно обустроить и у этого озера базу для кемпинга, на основании уже имеющейся турбазы.

Перспективы развития:

- Расширить пляжную зону;
- Выделить места для установки палаток;
- Поставить душ, электро точку для зарядки устройств, место сбора мусора;
- Возможно освещение;
- Улучшить зону купания для детей, засыпать часть берега в озере, чтобы сократить глубину, поставить детские водные развлечения;
- Сделать спорт площадку для пляжных игр.

В данной статье была рассмотрена концепция современного туристского комплекса, который отвечает поставленным требованиям:

- Гармонично вливается в окружающий пейзаж, дополняет его, подчеркивает особенности;
- Обеспечивает комфортное пребывание посетителей комплекса и предоставляет на выбор интересные и разные по характеру места проживания;
- Предлагает респектабельный отдых посетителей комплекса на основе организации различных досуговых мероприятий. Благоустройство набережной, на территории комплекса, выгодно подчеркнет особенности рельефа и природных условий на данной местности.

Таким образом, наличие различных функций, и перспектива проведения досуга на свежем воздухе сделают этот комплекс одной из главных точек притяжения из ближайших городов, что, несомненно, отразится на сфере туризма Кузбасского региона.

Сведения об авторах:

Ершова Дора Владимировна – к.т.н., доцент, Сибирский государственный индустриальный университет

Митюгова Ксения Сергеевна – студентка магистратуры, Сибирский государственный индустриальный университет.

ГЛЭМПИНГ КАК ВОСТРЕБОВАННАЯ ФОРМА РАЗМЕЩЕНИЯ ТУРИСТОВ И ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОСТИНИЦ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА

Ершова Д.В., Митришкина А.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, deyadeya@mail.ru

Аннотация: В статье рассматриваются проблемы строительства туристских объектов, гостиниц, глэмпингов и их комплексов в Кемеровской области.

Ключевые слова: туристский комплекс, гостиница, глэмпинг, архитектурное проектирование, Кузбасс.

На сегодняшний день, туристические направления внутри страны становятся популярными, как среди старшего поколения, так и среди молодежи. Не исключением является и Кемеровская область. По данным онлайн журнала NGS42.RU [1] за прошлый год регион посетило почти на 90 тысяч туристов больше, чем в прошлом. Их общая сумма составила около 300 тысяч человек. Таким образом, Кузбасс активно развивает отрасль внутреннего туризма, но достаточно ли для этого создания качественной среды для размещения и пребывания туристов на территориях туристских объектов и их комплексов?

Самым простым способом уехать отдохнуть от городского шума и пыли – является проживание в палаточных лагерях. Но даже такие, казалось бы, примитивные стоянки малочисленны на обширной территории Кузбасса. В основном – это необорудованные места, без возможности организации комфортного ночлега, интересного досуга, развлекательных мероприятий, безопасных пляжей и т.д.

В современных условиях палаточные лагеря получили высокий уровень модернизации в форме глэмпингов. Термин «глэмпинг» подразумевает «роскошный отдых на природе». В капсулах глэмпинга, которые пришли на смену палаткам, есть все необходимое для комфортной жизни на природе: горячий душ, чистый туалет в отдельной комнате, мягкая постель, вкусная еда и прочная крыша над головой. Чаще всего домики глэмпинга – это купольные конструкции, с расположенными внутри кухней и санузлом, пример представлен на рисунке 1. Таким образом, для посетителей созданы максимальные комфортные условия для отдыха в природных условиях.

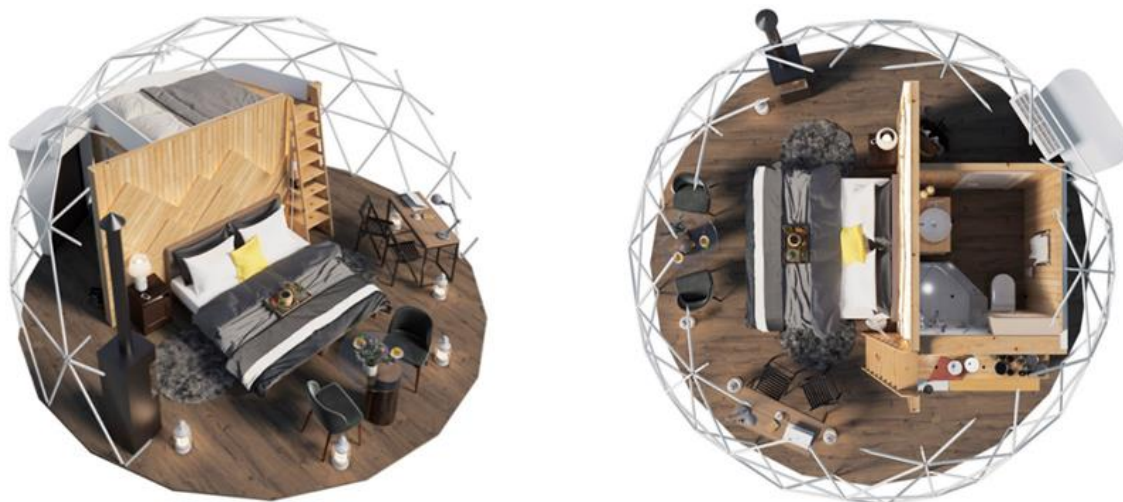


Рисунок 1 – Модуль глэмпинга: общий вид и вид сверху

Главным плюсом создания глэмпинга является неприхотливость данных сооружений к территории строительства, так как их не сложно расположить как на равнинных, так и на горных участках. Таким образом, можно сделать популярные места отдыха на территориях, где условия строительства менее пригодны для проекта крупных гостиниц. Основные характеристики глэмпинга представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики глэмпинга

Параметры	Характеристика
Количество и тип модулей	Модули жилые Модули общественной зоны
Каркас	Чаще используется металлический каркас, способный выдерживать ветровые нагрузки
Обшивка	Стойкие к износу ПВХ ткани
Утепление-термоизоляция	Холлофайбер, толщина которого варьируется от 40 до 100 мм, в точке росы обязательно фольгированная часть, укрытая декоративными элементами внутри помещения
Диапазон температур	К конструкциям, защищенным от суточных или же сезонных изменений, не нужно учитывать климатические воздействия
Отопление и вентиляция	В санузлах применяется принудительная вентиляция Внутри помещения допускается иметь: Камин, Теплый пол, Газовый котел, Кондиционер
Водоснабжение	Использование скважин, бойлеров, близлежащих водоемов, или привозная вода и т.д
Энергоснабжение	Солнечная энергия в виде солнечных панелей, различного рода генераторы, или подключение к местной сети
Безопасность	Охраняемая территория, датчики пожаротушения, огнетушители
Санузел	Сантехнический узел (душевая, унитаз, раковина)
Кухня	Оснащение в соответствии со спецификацией
Мебель	Оснащение в соответствии со спецификацией
Экстерьер территории	Костровые зоны /барбекю зоны, зоны тихого отдыха с уличными диванами, лежаки, гамаки и т.д

Глэмпинг – это не обязательно палатки или каркасный купол. В России за последние несколько лет он приобрел форму музея под открытым небом, в котором интересно не только побывать, но и пожить. Таким примером могут послужить арт-домики в Калужской области и другие объекты парка. Они интересны тем, что имеют небольшой уютный модуль, собранный из обычных деревянных досок, напоминающих деревенский забор, пример представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Арт домики в Калужской области



В теплых регионах распространены тенты и шатры для отдыха, которые не уступают по своей комфортности стандартному модулю глэмпинга. Санузлы в таких случаях расположены в отдельных палатках, кухня становится общей зоной. На территориях располагают кинотеатры под открытым небом, библиотеки, велосипедные дороги и другие площадки для развлечений и активного отдыха.

Тематические сооружения тоже имеют популярность среди туристов, например, в Мексике были созданы домики-бочки, символизирующие местные традиционные алкогольные напитки. Фанаты авокадо, так же, были бы не против пожить в одноименном глэмпинге, и таких примеров по всему миру существует очень много, что безусловно привлекает туристов, как местных, так и из других регионов и стран.

Конечно же, чаще всего люди выбирают самый комфортный вариант проживания – гостиницы. Существует три основных типа гостиниц по количеству посетителей: малые, средние и крупные. В кемеровской области широко распространены малый и средний тип. В основном, это гостиницы или отели на территории городской застройки, выполняющие роль проживания со сравнительно не широким спектром развлекательных услуг.

По объемно-планировочному решению их подразделяют на три типа: централизованный, блочный и смешанный. В условиях городской застройки самым распространенным является – централизованный тип, так как он позволяет в едином здании расположить все функциональные зоны, при этом, иметь компактную планировку, что, безусловно, важно в тесных городских улицах. Преимущественно гостиницы будут иметь высокую этажность, подземные парковки и небольшую территорию озеленения. Распространенными минусами данного типа могут послужить близкое соседство функциональных зон, которые часто не защищены от шума и запахов. Но такие проблемы легко решаются конструктивными мерами.

Блочный тип так же используется в городской застройке, но чаще применим в условиях строительства на природных участках, позволяющих расположить отдельные здания гостиницы на существенном расстоянии друг от друга, тем самым, разделив функциональные зоны на блоки. Здания гостиниц блочного типа часто имеют интересные формы плана, большие площади озеленения, оснащены различными видами площадок для отдыха. В условиях городской застройки данный тип, как и централизованный преимущественно имеет большое количество этажей, подземные парковки, но при этом может иметь интересные вариации внутренних дворов для отдыха. Смешанный тип распространен в объемно планировочном решении различными многоуровневыми переходами между блоками зданий, тем самым, объединяет в себе характеристики двух вышеперечисленных типов.

Крупной площадкой для отдыха в Кузбассе является – горнолыжный комплекс Шерегеш. На территории построено более сотни гостиниц и отелей разного уровня комфорта и объемно планировочного типа. Здесь созданы все условия для круглогодичного проживания и активного отдыха рядом с горными склонами. В летний период местные гостиницы служат местом пребывания детей в лагерях, так как территории многих гостиниц оснащены бассейнами, как внутри зданий, так и открытого типа, спортивными площадками, велосипедными и конными трассами. Проблемой для жителей Кемеровской области остается расположение комплекса, так-как от крупных городов он находится на расстоянии более ста километров, что подходит далеко не для всех граждан.

Не менее популярными местом можно назвать гостиницу Аврора, которая находится в живописном парке Зенковский. Гостей привлекает близость к городам Новокузнецк и Прокопьевск, на территории парка есть большой пруд с пляжем и большим количеством водных развлечений. Функционально гостиница оснащена достаточным спектром услуг, например, двумя различными по вместимости конференц-залами, аквацентром с сауной и бассейном. Для активного отдыха здесь предусмотрены боулинг, теннисный корт, каток, лыжная трасса и волейбольная площадка. Номера гостиницы различны по своему фонду, от стандартным до апартаментов.

Таким образом, в результате анализа туристских объектов Кузбасса, можно сделать вывод, что на обширной территории области недостаточное количество действительно оснащенных по своему функционалу и комфортности проживания гостиниц и комплексов для загородного отдыха. Однако, крупный территориальный и природный потенциал Кемеровской области предполагает развитие многообразных видов отдыха. Использование традиционных способов размещения туристов в сочетаниях с новыми формами позволил бы привлечь на внутренние туристские объекты области больше отдыхающих из различных групп населения, способствуя развитию туризма.

Библиографический список

1. Зимин Е.Н. Электрооборудование промышленных предприятий и установок / Е.Н. Зимин – М.: Энергоатомиздат, 2006 г.
2. Ипатов И.И. Организация и планирование машиностроительного производства / И.И. Ипатов – М.: Машиностроение, 2008 г.
3. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок / Ю.Б. Липкин – М.: Энергоатомиздат, 2010 г.
4. Неклепаев Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций, справочник материалы / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков – М.: Энергоатомиздат, 2009 г.

Сведения об авторах:

Ершова Дора Владимировна – к.т.н., доцент, СибГИУ

Митришкина Анастасия Андреевна – студентка магистратуры, СибГИУ

УРБАН-ВИЛЛЫ КАК НОВЫЙ ФОРМАТ ГОРОДСКОЙ ЖИЗНИ

Наумочкина В. С., Сердюкова Е. А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, : serdyukovaalyona@yandex.ru, origami8@yandex.ru

Аннотация: В статье рассмотрен формат нового вида жилья «Урбан-виллы» и проанализированы основные причины роста спроса на него. Также в статье приведены основные преимущества урбан-вилл и связь данного формата жилья с благоустройством дворовой территории. Иллюстративный пояснительный материал подобран с опорой на квартал «На Никитина» в городе Новосибирске.

Ключевые слова: урбан-вилла, благоустройство территории, двор, квартал «На Никитина», патио, функциональное зонирование.

На сегодняшний день все большую популярность приобретает новый вид жилых кварталов, включающих урбан-виллы, это происходит за счет увеличения конкуренции между застройщиками, повышению функциональных требований к благоустройству территорий жилых комплексов в результате изменений потребностей покупателей, влияния тенденций строительства западных стран, роста конкуренции на рынке недвижимости, а также последствий пандемии. Пандемия COVID-19 повлияла на представления об идеальном жилье, поскольку в период ухода на самоизоляцию люди проводили 100% времени в домашних условиях. Наличие благоустроенной территории двора позволяло жителям жилых комплексов проводить время на открытом воздухе и чувствовать себя в этот период комфортнее, чем люди, которые дворовой территории не имели [1].

Основным желанием большинства горожан является возможность жить близко к объектам инфраструктуры, что позволяет экономить большое количество времени, и при этом иметь доступ к природе на благоустроенной территории двора, то есть фактически совмещать удобство городской среды и комфорт загородного дома, что отражено в концепции урбан-вилл и является основным преимуществом.

В результате выявления потребности горожан в наличии мест для отдыха во дворе постепенно приходится решать проблемы благоустройства существующих дворов. К основным проблемам стоит отнести скудное озеленение, отсутствие освещения, неудовлетворительное состояние дорог и тротуаров, устаревшее оборудование, малое разнообразие функциональных зон и площадок, а также выполнение дворами транзитной функции, наличие большого количества автомобилей и недостаток парковочных мест [2]. Приказ Министерства регионального развития РФ от 2011 г. (с изм. 2014 г) «Об утверждении методических рекомендаций по разработке норм и правил по благоустройству территории муниципальных образований» обязывает девелопера благоустраивать дворовую территорию. На основании методических рекомендаций устанавливаются общие параметры и рекомендуемое минимальное сочетание элементов благоустройства для создания безопасной, удобной и привлекательной среды жилых микрорайонов города [3].

Идея бестранспортных дворов стала активно воплощаться архитекторами в жизнь в 2000-е годы. Это позволило выделить дополнительное пространство для детских площадок, спортивных и прогулочных зон, избавиться от шума и выхлопных газов от автомобилей, повысить безопасность жителей. Для создания таких дворов пешеходное движение поднимается на уровень выше, а проезды остаются в уровне земли. Такой способ популярен при строительстве жилых комплексов на небольших территориях. Другой метод предполагает оставить в уровне земли пешеходные пути и организовать заглубление проездов и гаражей на один или несколько уровней под землю [4].

Данный вектор развития градостроительства и влияние европейской архитектуры привели к появлению и востребованности урбан-вилл в России и повышенному спросу на

этот уникальный формат жилья. Данную концепцию успешно реализует российская девелоперская компания Брусника в Новосибирске, Тюмени, Екатеринбурге, Омске.

Рассмотрение урбан-вилл в визуальном формате будет проводиться на примере квартала «На Никитина» в городе Новосибирске от застройщика Брусника (рисунок 1). Проект разработан голландским архитектурным бюро.



Рисунок 1 – Урбан-виллы «На Никитина», г. Новосибирск

Урбан-виллы представляют собой небольшие дома от 3 до 10 этажей с одним общим входом, рассчитанные на 40 – 50 семей. Квартиры в урбан-виллах имеют большую площадь и нестандартные варианты, например, пентхаусы с панорамным остеклением на верхних этажах и террасами и двухуровневые квартиры с личными патио, оборудованными отдельными входами на первых этажах

На последних этажах террасы оборудованы ограждением для безопасности и предназначены для обустройства места отдыха. На террасе можно поставить качели или гамак. Благодаря террасе в квартире сделаны окна в пол: прилегающая комната — спальня или кухня-гостиная, наполнена светом. Выход на террасу устроен из квартиры и придает недвижимости загородный характер проживания. Терраса подобна приусадебному участку, который позволяет проводить время на свежем воздухе, оставаясь в пространстве своего жилья (рисунок 2) [5].

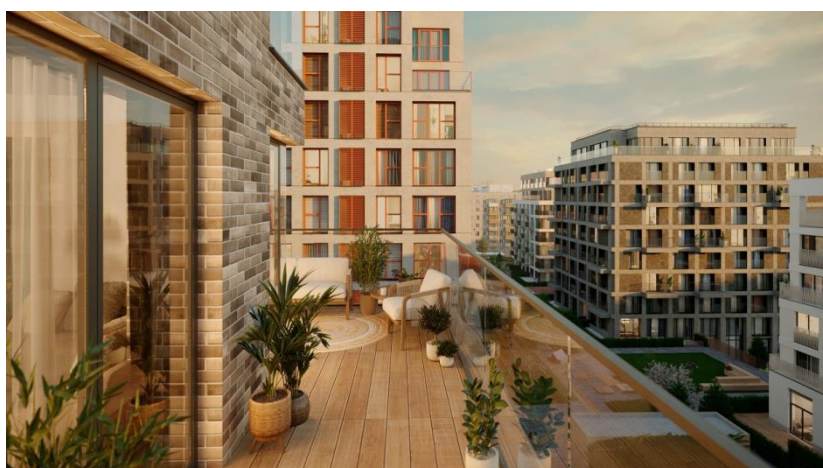


Рисунок 2 – Урбан-виллы «На Никитина». Квартира с террасой

Патио позволяет жителям иметь собственный зеленый уголок в черте города и полностью меняет качество квартир на первом этаже, если ранее такие квартиры считались не самым лучшим вариантом, то при наличии собственного дворового пространства они становятся уникальным предложением (рисунок 3).



Рисунок 3 – Урбан-виллы «На Никитина». Квартиры с отдельным входом с улицы

Гармония жилого комплекса с окружающим миром, слияние внутренних пространств и внешнего окружения также являются необходимыми аспектами формирования благоприятной среды для жизнедеятельности человека. Организация «зеленых зон» на эксплуатируемой кровле и террас позволяет человеку быть ближе к природе и позволяет предусмотреть в квартире дополнительные зоны для работы или отдыха [1].

Концепция кварталов с урбан-виллами предполагает обязательное развитие дворового пространства. Отказ от внутриворотовых автомобильных стоянок и их перенос под землю, организация небольших парковых зон и искусственных водоемов во дворах, современная ландшафтная архитектура создают качественный вид из окон.

Главным принципом организации придомовой территории является формирование функционального зонирования, учитывающего современные потребности жителей и удовлетворяющего всем градостроительным нормам и требованиям.

Вместе с популяризацией здорового образа жизни во дворах предусматривают велосипедные и беговые дорожки, а также спортивные площадки с тренажерами для взрослых и детей. Также в концепцию современного двора добавилась идея создания территорий для совместного времяпрепровождения соседей, это обусловлено замыслом остановить рост общения в социальных сетях и мессенджерах и «вернуть в моду» живое общение. На таких территориях располагаются площадки для занятий йогой, теннисом, спортивных игр, предусмотрены зоны барбекю и установлены беседки [1].

Урбан-виллы «На Никитина» окружены единым протяженным двором. Он устроен как уютный парк для жителей и приподнят над уровнем земли. Доступ автомобилей на территорию закрыт. Общественные пространства двора сменяются уютными камерными садами между домов — лесным, водным, садом цветов и изгородей, и продолжаются прогулочными аллеями. Террасный двор завершается зелёной площадью со стрит-ритейлом, где располагаются полезные сервисы. Во дворе выполнена плотная посадка уже взрослых прямостоящих деревьев, кустарников, вечнозелёных растений, злаковых трав и цветов. Предусмотрены места спокойного отдыха, детских игр и спорта, водные объекты. Площадь твёрдых покрытий и мощения минимизирована. Двор имеет природный ландшафт и естественный загородный характер (рисунок 4) [5].

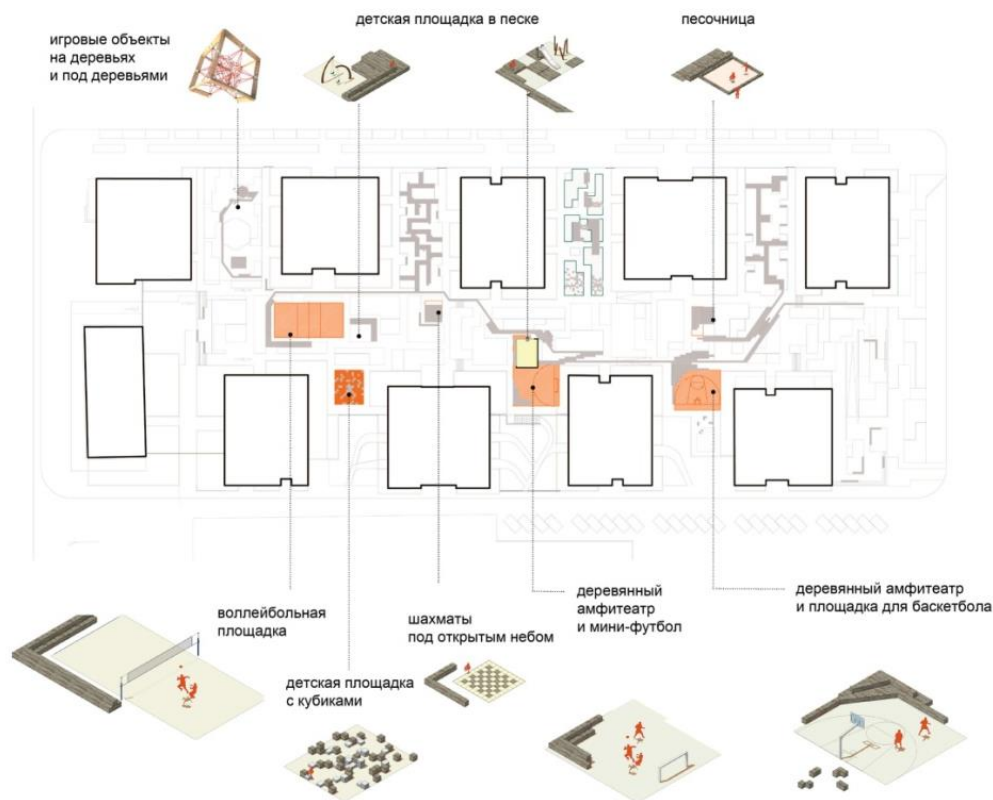


Рисунок 4 – Урбан-виллы «На Никитина». Программа тематических садов

Появление новой градостроительной единицы – кварталов с урбан-виллами, положительно сказывается на развитии градостроительства. Еще непопулярный, но уже востребованный формат жилья задает стандарты для благоустройства дворовых территорий и формирует грамотные представления о предоставлении комфортных условий для жизни человека в городе.

Библиографический список

1. Сердюкова Е.А. Современные тенденции жилой архитектуры / Наука, студенчество, образование: Актуальные вопросы современных исследований : сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2 ч., г. Пенза – 2022. – С. 248-250.
2. Габрава В. А. Традиции и новаторство в формировании среды дворовых пространств / В. А. Габрава, Л. А. Михайлова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2022. – № 22 (417). – С. 37-42. – URL: <https://moluch.ru/archive/417/92380/>.
3. Кульков Андрей Александрович, Рогожникова Анна Андреевна Проблемы формирования комфортной и безопасной среды дворового пространства в условия развития жилищного строительства // Российское предпринимательство. 2017. №23. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-formirovaniya-komfortnoy-i-bezopasnoy-sredy-dvorovogo-prostranstva-v-usloviya-razvitiya-zhilischnogo-stroitelstva>
4. Протасова Юлия ОТ МИКРОРАЙОНА К БЕСТРАНСПОРТНОМУ ЖИЛОМУ КВАРТАЛУ // Наука и инновации. 2020. №12 (214). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-mikrorayona-k-bestransportnomu-zhilomu-kvartalu>
5. Квартал с урбан-виллами на Никитина [Электронный ресурс] / Компания Брусника URL: https://sibakademstroy.brusnika.ru/projects/nikitina/?utm_source=zen&utm_medium=article&utm_campaign.

Сведения об авторах:

Наумочкина Василина Сергеевна – ассистент кафедры архитектуры, СибГИУ

Сердюкова Елена Александровна – обучающаяся, бакалавриат, Архитектурно-строительный институт, СибГИУ

АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОБЮДЖЕТНОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Столбоушкин А.Ю., Зайцева В.С.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, stanyr@list.ru

В статье представлено сравнение планировочных решений малобюджетного жилья на современном этапе. Проанализированы общие недостатки проектных решений домов старой и современной постройки, такие, как отсутствие уникальной архитектуры, малое разнообразие планировок и недостаточная площадь квартир. Описаны возможности повышения комфортности жилья малой площади: расширение полезной площади путем трансформации малоиспользуемых зон, перераспределение площади с выделением отдельных функциональных зон, использование круговой планировки. Предлагается в перспективе расширить спектр уникальных архитектурных и планировочных решений в современном строительстве.

Ключевые слова: квартира, перепланировка, улучшение жилья, планировочное решение, доступное жилье

Жилищный вопрос во все времена являлся проблемой молодого поколения, однако сегодня благодаря проектированию и строительству малобюджетного жилья, появилась возможность приобретения отдельного жилья практически для всех групп населения.

В современной России для повышения уровня и качества жизни молодых семей с возможностью приобретения собственного жилья существуют и разрабатываются различные программы государственной поддержки [1]. Все они входят в состав 12 национальных проектов страны [2]. Одним из важнейших нацпроектов, предопределивших исследования настоящей работы, является «Жилье и городская среда». Его ключевые цели – это увеличение продолжительности жизни, рост суммарного коэффициента рождаемости, увеличение доли граждан, ведущих здоровый образ жизни и граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом.

В Кузбассе в рамках этого проекта департамент образования и науки Кемеровской области совместно с другими службами реализует региональный проект «Содействие занятости женщин – создание условий дошкольного образования для детей в возрасте до трех лет» [3].

Строительство малобюджетного жилья для молодых семей также особенно актуально в связи с неблагоприятной демографической ситуацией, сложившейся в России в силу целого ряда объективных и субъективных причин, перечень которых – тема отдельного исследования. Анализ динамики рождаемости последних десятилетий и изменений в структуре возрастных групп населения свидетельствует о том, что меры по повышению рождаемости, принятые государством, развеивают миф о так называемом «русском кресте» [4].

Решение рассматриваемых проблем на региональном уровне (введение регионального материнского капитала, ежемесячной денежной выплаты на третьего ребенка, бесплатное предоставление земельного участка для индивидуального жилищного строительства и др.) также способствуют оздоровлению демографической ситуации в современной России [1]. Однако следует отметить, что в ряде регионов наблюдается недостаточное увеличение численности населения. Например, в Кузбассе удельный вес городских жителей в последние десятилетия значительно упал. Такая ситуация связана с целым рядом причин, в том числе и с миграцией людей работоспособного возраста в столичные города. Интересным моментом, определяющим функциональное проектирование жилья, является и тот факт, что структура городского населения напрямую связана с типологией жилых зданий и квартир [1].

Актуальность исследования. Обзор и предварительный анализ литературы свидетельствуют об актуальности проектирования и строительства многофункционального бюджетного жилья для молодых семей.

Цель работы заключалась в обосновании и необходимости разработки новых проектов многофункционального жилого дома с учетом современных демографической ситуации и требований к высококачественному жилищу на примере Кузбасского региона.

Результаты и обсуждение. Исторически сложилось так, что на протяжении всего периода существования Советского Союза вопросы обеспечения людей жильем всегда стояли очень остро. После Великой Отечественной войны с целью решения жилищного кризиса в стране была развернута программа по массовому строительству типового жилья. Возводимые дома были предельно просты, функциональны и строились по типовым сериям. Ярким примером, высмеивающим излишнюю унификацию, типизацию и стандартизацию в строительстве, является фильм Эльдара Рязанова «С легким паром». Однако такой «упрощенный домострой» позволил обеспечить многие семьи благоустроенными квартирами.

К сожалению, обратной стороной медали стало обезличивание городов, стремительно заполнявшихся кварталами одинаковых домов с одинаковыми квартирами малых габаритов. У людей, переселявшихся из бараков, общежитий и коммуналок, на многие годы сформировалось отношение к жилью по принципу «пусть маленькое, но свое, отдельное» [5].

После распада СССР социалистический принцип предоставления бесплатного жилья перестал существовать, однако отношение людей к жилью существенно не изменилось. И сегодня желание людей иметь «пусть и маленькую, но свою» квартиру по-прежнему определяет приоритеты современного жилищного строительства.

На сегодняшний день большая часть вновь возводимых домов – это квартиры так называемого «эконом-класса». Большинству семей с доходами ниже среднего уровня их доступность обеспечивается как относительно невысокой ценой, так и существующими социальными жилищными программами, принятыми на государственном уровне.

И в Советском Союзе, и в современной России большая часть новостроек – это доступные, но не всегда комфортабельные по площади дома, которые можно отнести к жилью социального типа. При этом в отличие от развитых европейских стран, где социальное жилье является временным и предоставляется государством на небольшой срок, в нашей стране квартиры категории «эконом» строятся «на долго» и приобретаются людьми в собственность [6]. Так же следует отметить, что даже временное социальное жилье за рубежом отличается большим разнообразием архитектурных и планировочных решений и по своим характеристикам и удобству сопоставимо с жильем более высокого класса.

Ущербность отечественной строительной архитектуры массовых жилых домов обусловлена целым рядом причин, в том числе и упразднением академии архитектуры в так называемый хрущевский период, однако это тема отдельных исследований. На современном этапе постперестроечной России ситуация в строительстве массового жилья начала кардинально меняться и необходимость разработки новых проектов многофункционального жилого дома с учетом региональной специфики и местной стройиндустрии является актуальной.

Для достижения цели настоящей работы была поставлена и решена *задача проектирования* малобюджетного жилья для молодых семей на примере Кузбасского региона.

В Центральном районе города Кемерово (Кемеровская область – Кузбасс) был запроектирован 19-ти этажный жилой дом башенного типа. При выборе района было принято во внимание наличие городской инфраструктуры, малых архитектурных форм и близкое расположение объектов, необходимых для удобной и интересной жизни в городе.

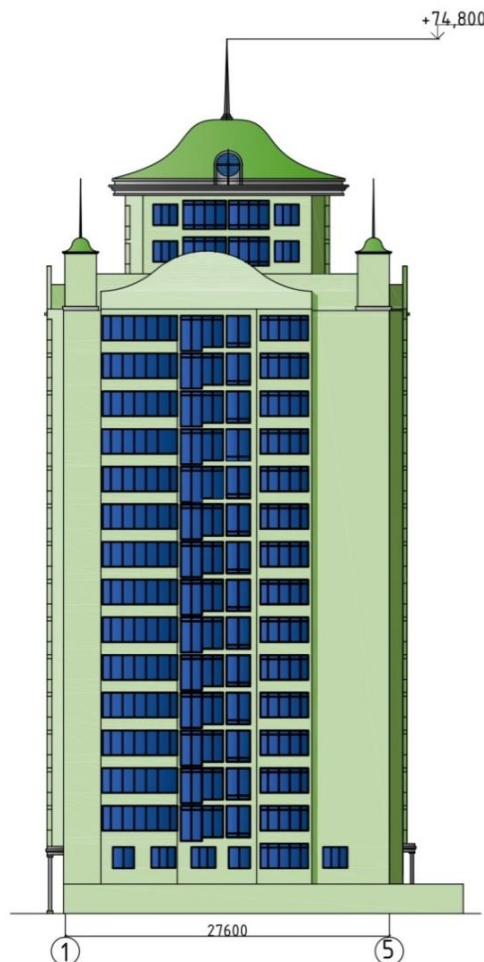
Проектируемый объект представляет собой прямоугольное в плане здание с габаритными осевыми размерами 22,2×27,6 м, имеет высоту 76,8 м и по функциональной схеме является одиночной секцией башенного типа с центральным куполом на крыше (рис. 1). В жилом доме запланировано устройство двухуровневого паркинга, первый находится на уровне цокольного этажа, второй – на уровне первого этажа здания.

Разработанный проект характеризуется следующими основными параметрами:

- *конструктивная схема здания* – бескаркасная с продольными и поперечными монолитными несущими стенами, толщина стен 220 мм;

- *фундаменты* – буронабивные свайные фундаменты с монолитным ростверком в виде сплошной плиты толщиной 1,2 м под всей площадью здания;
- *перекрытие* – монолитные железобетонные ребристые плиты и пролетами 3,6 до 10,8 м;
- *покрытие* – с теплым чердаком, малоуклонное, с внутренним водостоком и рулонной кровлей;
- *кровля* для основной части здания принята из рулонных битумнополимерных материалов, купол – из листовых штучных материалов (металлочерепица).

Рисунок 1 – Фасад здания в осях 1 – 5



При проектировании был проведен сравнительный анализ различных вариантов объемно-планировочного решения жилого дома с функциональной адаптацией к нуждам молодой семьи. Ниже представлены схемы поэтажного плана с различным количеством квартир на этаже (рисунки 2 – 4).

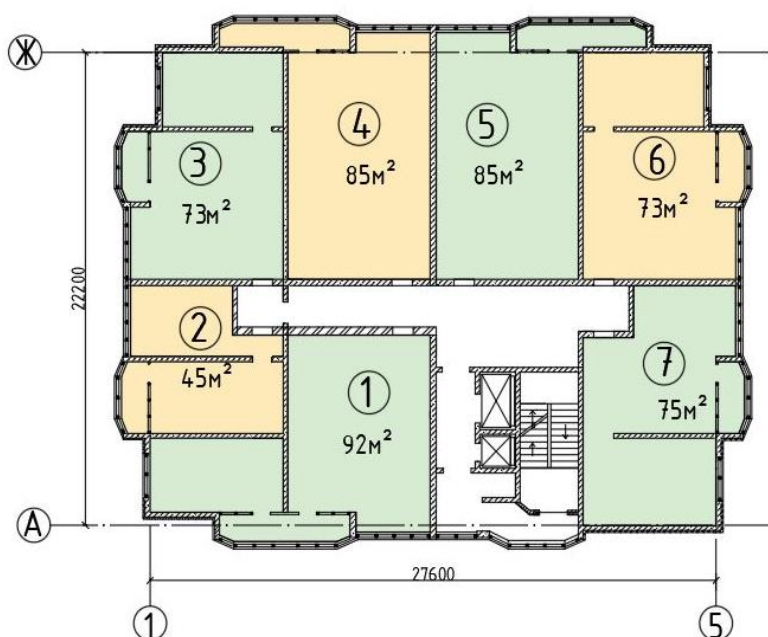


Рисунок 2 – Схема 7-квартирного поэтажного плана жилого дома для молодых семей: 1-7 – квартиры общей площадью соответственно: 92 м²; 45 м²; 73 м²; 85 м²; 85 м²; 73 м²; 75 м²

На рисунке 2 представлен вариант планировки жилого дома башенного типа с центральным коммуникационным узлом. Лестнично-лифтовый узел имеет изолированную двухмаршевую лестницу и два лифта с разной грузоподъемностью. На каждом этаже расположено по 7 квартир различной планировки и площади (рисунок 2). Квартиры имеют прихожую, кухню-столовую, санузел, жилые и летние помещения. Также предусмотрены гардеробная площадь и внутриквартирные коридоры. Ниже приведена планировочная характеристика квартир:

1) *четырёхкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 18 м²; спальная комната на одного человека – 10 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; спальная комната для однополых детей – 16 м²; кухня-столовая – 12 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

2) *однокомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4,8 м²; общая комната – 22 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²;

3) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²; коридор – 10,8 м²;

4) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

5) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

6) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²; коридор – 12,8 м²;

7) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6,2 м²; коридор – 12,8 м².



Рисунок 3 – Схема 6-квартирного поэтажного плана жилого дома для молодых семей: 1-6 – квартиры общей площадью соответственно: 117 м²; 101 м²; 85 м²; 85 м²; 73 м²; 75 м²

На рисунке 3 представлен вариант планировки жилого дома башенного типа с центральным коммуникационным узлом. Лестнично-лифтовый узел имеет изолированную двухмаршевую

лестницу и два лифта разной грузоподъемности. На каждом этаже расположено по шесть квартир различной планировки и площади (рисунок 3). Квартиры имеют прихожую, кухню-столовую, санузел, жилые и летние помещения. Также предусмотрены гардеробная площадь и внутриквартирные коридоры. Ниже приведена планировочная характеристика квартир:

1) *четырёхкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 8 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; спальная комната для однополых детей – 16 м²; кухня-столовая – 16 м²; санузел – 10 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

2) *четырёхкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; спальная комната для однополых детей – 16 м²; кухня-столовая – 12 м²; санузел – 5,2 м²; санузел – 5 м²; коридор – 8,6 м²;

3) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

4) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 5 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната на одного человека – 12 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6 м²; коридор – 9 м²;

5) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 16 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 5,2 м²; коридор – 12,8 м²;

б) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: прихожая – 4 м²; общая комната – 22 м²; спальная комната для брачной пары – 18 м²; кухня-столовая – 13 м²; санузел – 6,2 м²; коридор – 12,8 м².

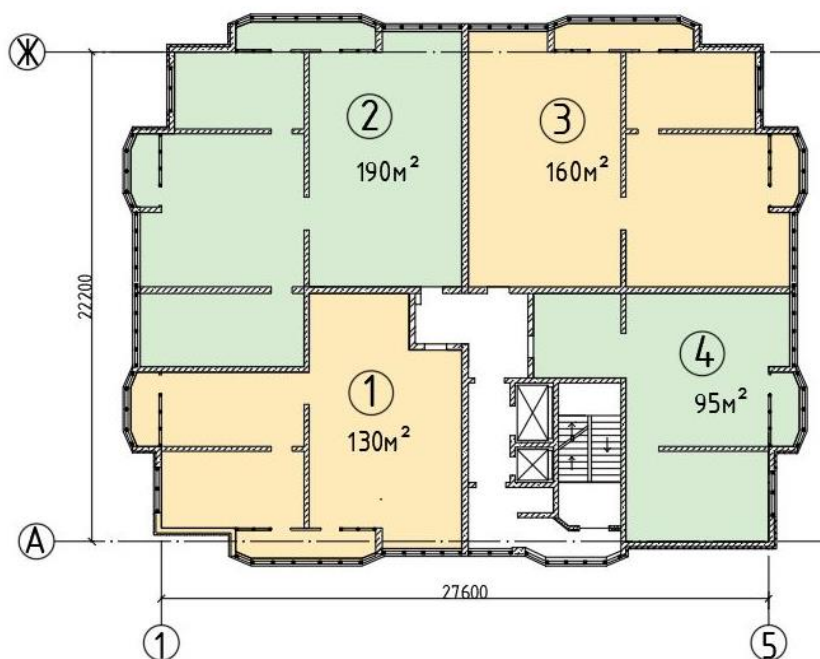


Рисунок 4 – Схема 4-квартирного поэтажного плана жилого дома для молодых семей: 1-4 – квартиры общей площадью соответственно: 130 м²; 190 м²; 160 м²; 95 м²

На рисунке 4 представлен вариант планировки жилого дома башенного типа с центральным коммуникационным узлом. Лестнично-лифтовой узел имеет изолированную двухмаршевую лестницу и два лифта разной грузоподъемности. На каждом этаже расположено по 4 квартиры различной планировки и площади (рисунок 4). Квартиры имеют прихожую, кухню-столовую, санузлы, жилые и летние помещения. Также предусмотрены гардеробная площадь и внутриквартирные коридоры. Ниже приведена планировочная характеристика квартир:

1) *трехкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: коридор – 24,4 м²; общая комната – 23,3 м²; спальная комната для брачной пары – 24,6 м²; спальная комната для однополых детей – 22,6 м²; кухня-столовая – 12 м²; санузел – 12 м²; санузел – 11,1 м²;

2) *пятикомнатная квартира* состоит из следующих помещений: коридор – 28,1 м²; общая комната – 35,6 м²; спальная комната на одного человека – 17,6 м²; спальная комната

для брачной пары – 24 м²; спальная комната для однополых детей – 19,5 м²; спальная комната для гостей – 17,6 м²; кухня-столовая – 23 м²; санузел – 13,5 м²; санузел – 11,1 м²;

3) *четырёхкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: коридор – 28,1 м²; общая комната – 23,2 м²; спальная комната на одного человека – 17,6 м²; спальная комната для брачной пары – 24 м²; спальная комната для однополых детей – 19,5 м²; кухня-столовая – 23 м²; санузел – 13,5 м²; санузел – 11,1 м²;

4) *двухкомнатная квартира* состоит из следующих помещений: коридор – 19,9 м²; общая комната – 24 м²; спальная комната для брачной пары – 17,9 м²; кухня-столовая – 18,2 м²; санузел – 9 м²; санузел – 6 м².

Основной целью перепланировки является создание максимально комфортной среды для проживания молодых семей. Грамотный подход к изменению плана квартиры с учетом пожеланий владельца позволяет разработать различные варианты перепланировки, несмотря на существующие ограничения, связанные с конструктивной схемой здания.

Трансформируя пространство квартиры эконом-класса можно улучшить ее характеристики за счет расширения жилой (полезной) площади. Этого можно достичь путем изменения назначения малоиспользуемых проходных зон. Например, малофункциональный внутриквартирный коридор можно преобразовать в кухонную зону или кабинет, гардеробную или игровую.

Еще одной возможностью для улучшения планировочного решения является перераспределение площади путем выделения в квартире различных функциональных зон, учитывающих предпочтения заказчика. Например, в спальне или прихожей может появиться гардеробная, в детской – тренажерная зона или место для творчества, в гостиной – барная стойка или библиотека. При этом совершенно необязательно разделять различные зоны перегородками, используя один из принципов Корбюзье [8], перераспределить объём помещения можно также с помощью легких стеклянных или деревянных конструкций, или расстановкой мебели. При необходимости можно предусмотреть и дополнительные места хранения, скажем, с помощью встроенного шкафа. Еще одним вариантом функционального расширения пространства помещения может быть отдельное цветовое решение для каждой зоны, использование различных систем освещения и др.

Улучшить исходный проект можно, применив круговую планировку. Такая трансформация маленькой квартиры значительно разнообразит варианты маршрутов перемещения жильцов и создаст иллюзию большего помещения, чем реальная площадь квартиры. При таком виде планировки все помещения удобно связаны без дополнительных коридоров и переходов. Если позволяют конструктивные особенности, в центре можно разместить кухонную или санитарную зону. Удачным вариантом может быть размещение в центре квартиры гардеробной.

При перепланировке пространства малой площади необходимо учитывать перспективу от точки входа до окна, визуально увеличивающую восприятие помещения. Такой же эффект зрительного увеличения объема достигается организацией открывающейся взгляду «длинной линии» за счет единой столешницы или ряда полок на всю длину стены.

Представленные возможности преобразования пространства малой площади с учетом предпочтений конкретной семьи являются актуальными при перепланировке малогабаритных квартир и старого, «советского» фонда, и вновь возводимых новостроек. На наш взгляд, перспективным представляется строительство жилых домов разнообразной архитектуры с предусмотренной проектной возможностью создания уникальных планировочных решений, максимально учитывающих предпочтения заказчика в виде каждой конкретной семьи.

Заключение. В результате проведенных исследований установлена актуальность проектирования и строительства малобюджетного жилья для широких масс населения России и, прежде всего, для молодых семей с учетом среднестатистических финансовой возможности работника (брачной пары) и рыночной стоимости квадратного метра жилой площади.

Рассмотрены различные варианты поэтажной планировки квартир на примере точечной секции с центральным коммуникационным узлом. Увеличение количества одно- или

двухкомнатных квартир с небольшой площадью (45-75 м²) позволяет значительно снизить их стоимость и делает доступным для заселения и приобретения в собственность с использованием государственной поддержки при ипотечном кредитовании молодыми семьями с невысокими доходами.

Приведены различные приемы функциональной организации и визуальной трансформации малобюджетного жилья, включая цветовое решение внутреннего пространства, позволяющие улучшить рациональную организацию квартиры с небольшими габаритами и сделать ее удобной для проживания молодой семьи (брачная пара и дети).

Библиографический список

1. Указ президента РФ «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» (с изменениями на 1 июля 2014 года) [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902064587>
2. Работа Правительства «Национальные проекты» [Электронный ресурс] URL: <http://government.ru/rugovclassifier/section/2641/>
3. «Национальные проекты» в Кузбассе [Электронный ресурс] URL: https://kem-edu.ucoz.ru/index/nacionalnye_proekty/0-78
4. Материал из Википедии — свободной энциклопедии «Русский крест (демография)» [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82_\(%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D1%80%D0%B5%D1%81%D1%82_(%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F))
5. Лин М.В. Современный дизайн. Пошаговое руководство. Техника рисования во всех видах дизайна: от эскиза до реального проекта: архитектура, ландшафтный дизайн, дизайн интерьеров, графический дизайн. /Пер. с англ. Бурмаковой О.П. – М.: АСТ, Астрель, 2012. – 199 с.
6. Гребенщиков К.Н. «Функционально-планировочная организация многоквартирного жилища для семей с разным уровнем дохода» [Электронный ресурс] URL: <https://www.dissercat.com/content/funktsionalno-planirovochnaya-organizatsiya-mnogokvartirnogo-zhilishcha-dlya-semei-s-raznym->
7. Материал из Википедии — «Пять отправных точек архитектуры» Ле Корбюзье [Электронный ресурс] URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8F%D1%82%D1%8C_%D0%BE%D1%82%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D1%85_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%B5%D0%BA_%D1%81%D0%BE%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D1%8B

Сведения об авторах:

Столбоушкин Андрей Юрьевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов Сибирского государственного индустриального университета

Зайцева Виктория Станиславовна – магистрант 3-го курса кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов Сибирского государственного индустриального университета

АВТОРСКИЙ ПРОЕКТ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НОВОГО ТИПА

Матехина О.Г., Осипов Ю.К., Матехина О.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, olgamatekhina@yandex.ru

Аннотация: Рассмотрены возможности организации школьного пространства с позиции образовательных технологий и архитектуры.

Ключевые слова: современное образование, архитектурная функция, новое образовательное пространство.

Динамичные изменения, произошедшие в XXI веке в социальной, технологической, цифровой сферах российского общества потребовали соответствующих изменений и в области образования, достижения его нового качества – на всех уровнях, в том числе на уровне общего образования. Это фактически заставило пересмотреть целостный подход к общему образованию и сформировать новую модель школы, которая будет способствовать достижению качественно новых образовательных результатов. Т.О. Сундукова отмечает: «Анализ систем школьного образования и тенденций их развития показывает, что целью школьного образования XXI века является не столько передача знаний как таковая, сколько обучение учащихся методам самостоятельного приобретения знаний, анализу событий и явлений окружающего мира, выработке верных решений и путей их реализации с учетом возможности неограниченного доступа к информации на фоне резкого уплотнения информационного потока по содержанию и времени его изменения» [1].

Основные задачи развития и модернизации образования представлены в государственной программе Российской Федерации «Развитие образования», которая определяет стратегические приоритеты в сфере реализации государственной программы до 2030 г. «Повышение доступности, эффективности и качества образования в соответствии с реалиями настоящего и вызовами будущего – одно из базовых направлений реализации государственной политики, общая рамка системных преобразований, которые обеспечат решение вопросов социально-экономического развития страны», – отмечается в документе [2].

Как отмечают исследователи, к основным российским и мировым тенденциям развития образования относятся следующие [3, 4]:

1. Переориентация образования со знаниевой парадигмы на *компетентностную*, согласно которой основной целью образования является не набор знаний, а способность и готовность использовать их в практической деятельности. Компетентностная парадигма требует практикоориентированности образования, включения обучающихся уже на этапе школьного обучения в проектную деятельность различного вида и уровня сложности.

2. Практикоориентированный подход потребовал поиска современных форматов *профессиональной ориентации* школьников. Важным вопросом, который решает современная школа, является поиск и реализация таких форматов профессиональной ориентации, которые способствовали бы осознанному выбору школьниками организаций высшего или среднего профессионального образования и будущей сферы профессиональной деятельности.

3. *Гуманизация образования* – ориентация процесса обучения на развитие и саморазвитие личности, на приоритеты общечеловеческих ценностей, на оптимизацию взаимодействия личности и социума. Российской школе необходимо совершить переход от педагогики принуждения к педагогике сотрудничества. Задачей современной школы является создание условий, учитывающих индивидуальность каждого школьника и способствующих его самореализации, раскрытию творческого, учебного, спортивного потенциала.

4. *Цифровизация образования.* Развитие современного этапа информатизации связано с ориентацией на практическое решение фундаментальной задачи индивидуализации учебного процесса, а нарастающий темп развития новых информационных технологий открывает новые перспективы для трансформации образовательного процесса. К основным технологиям можно отнести мобильные технологии, открытый интернет-контент, сенсорные интерфейсы, технологии дополненной реальности, геймеризацию образования, визуализацию данных и т.д.

5. *Инклюзивное образование* предполагает равные возможности для получения образования всеми участниками образовательного процесса, в том числе обучающимися с ОВЗ. При этом школьники с особенностями здоровья не изолируются, а на равных участвуют в образовательном процессе, взаимодействуют с остальными обучающимися и социализируются.

Нельзя также забывать о значении личности учителя, уровня его подготовки и качества общения с обучающимися. Учитель – главное лицо в школе, чья задача – обучение, воспитание, формирование новой личности, а не «оказание образовательных услуг». Каковы учителя – таковы и результаты учебы.

Указанные тенденции потребовали пересмотреть не только содержание, но и условия и организацию образовательного процесса в общеобразовательной школе. Новые требования, предъявляемые к образованию, сформировали и новые требования к образовательному пространству. Модульное обучение, проектные сессии, открытое образовательное пространство, гуманистическая система, направленная на раскрытие индивидуальности каждого ребенка, его активное включение в образовательные и социальные процессы, – все это требует принципиально новой школьной архитектуры, создания концепта школы нового типа.

Среди основных тезисов этого концепта можно выделить следующие:

- 1) возможность трансформации учебного пространства в малое, среднее и большое по принципу «ученик – группа – класс – поток»;
- 2) формирование крупных функционально-планировочных зон: классов-студий, помещений для конференций, лекториев и т.п.;
- 3) формирование «открытой» системы: отсутствие традиционных замкнутых учебных помещений либо создание открытых многофункциональных образовательных пространств, которые могут использоваться и как релаксационные зоны, и как игровые, и как пространства для творческой деятельности или общения;
- 4) наличие помещений, которые рассчитаны на проведение различных видов занятий с учетом возрастных особенностей (игровые, мастерские, лаборатории, творческие студии и т.п.);
- 5) наличие условий для развития здоровья учащихся, которые будут соответствовать запросам детей;
- 6) камбузная организация пространства, объединение в одно архитектурное целое разных ступеней, уровней образования с их зонированием и функциональным разделением: начальное, среднее, дополнительное, профессиональное образование, предуниверсарий и т.д.;
- 7) цифровая укомплектованность учебных помещений, свободный доступ участников образовательного процесса к цифровым образовательным системам и технологиям;
- 8) безопасность и комфортность пространства для всех участников образовательного процесса;
- 9) формирование образовательной среды, доступной для лиц с ОВЗ.

Рассмотрим возможности реализации данного концепта на конкретном примере.

Для начала следует уточнить интересующую нас проблему: какими принципами руководствуется архитектор, komponуя сооружение (в данном случае это здание средней школы) из множества составляющих его ячеек, залов, коммуникаций, открытых пространств. Каким путем архитектор формирует из этой сложной смеси целое? Концепция здания, основанная на вышеперечисленных тезисах, лежит в основе пространственной организации школьного сооружения.

Архитекторы часто вспоминают, что в природе нет прямых линий – архитектура вырывается из прямоугольного плена и осваивает эстетику криволинейных форм. Тяга к криволинейным формам проявляется не только в легких покрытиях спортивных залов, зданиях цирковых арен, выставочных комплексов и т.д. Так родилась идея создать проект школьного здания круглой формы – рисунок 1.

Рисунок 1 – Макет школы
нового типа



Главное в школе это дети, поэтому, создавая проект школы нового типа, авторы исходили из того, что необходимо создать удобное, безопасное и свободное пространство в котором ребенку хотелось бы учиться.

Исходя из сказанного на кафедре архитектуры СибГИУ создан проект общеобразовательной школы нового типа, в основе которого положено создание функционального пространства, которое обеспечивает оптимальные условия для развития школьников, является безопасным и эргономичным, должно положительно влиять на психику и настроение школьника, т.е. обеспечивать оптимальный воспитательный и образовательный процессы.

Объемно-пространственная композиция здания школы выстроена по блочному типу (рисунок 2). Четыре блока несут разную функциональную нагрузку. Блоки связаны между собой крытым школьным двором и кольцевым коридором. Блок начальных и блок старших классов – пространственно разделены, что позволит избежать сложных отношений между учениками. Блок общественных помещений включает входную группу, помещения администрации, зал собраний, медицинский пункт и пост охраны. Блоки учебных помещений объединены коридором с блоком, в котором расположены спортивный и актовый залы, а так же столовая.

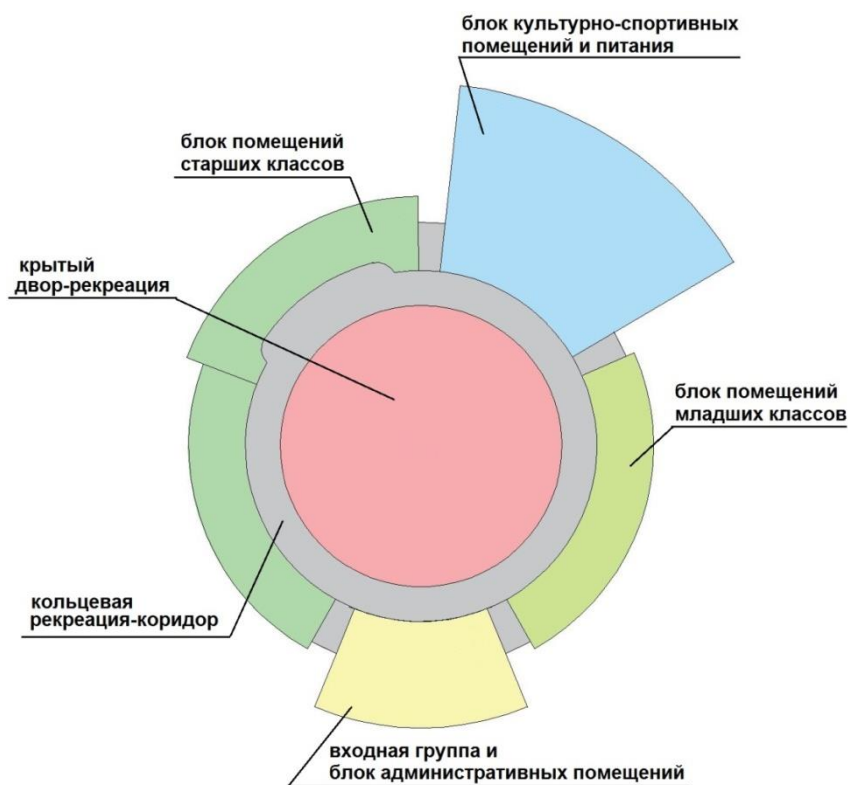


Рисунок 2 – Функциональное
зонирование помещений
школы

На прилегающей к школе территории находится наружное спортивное ядро. Достоинством блокированной композиции является возможность:

- хорошо рассредоточить коллективы учащихся, для создания оптимальных педагогических и гигиенических условий при сохранении удобных и относительно коротких связей между отдельными группами помещений;
- обеспечить для каждой функциональной группы школьных помещений присущего ей планировочного решения, добиться сочетания расчлененности объектов и компактности общей композиции;
- кроме того, создание комплексного централизованного объемно-планировочного решения, взамен линейных коридорных решений, применяемых ранее, позволит повысить уровень тепловой защиты здания школы и снизить затраты школы на отопление, примерно на 20%.

В проекте школы предложено все помещение разместить вокруг круглого двора – рисунок 3. Все учебные помещения связаны кольцевым коридором, пространство двора круглой формы перекрыто куполом со светопрозрачным покрытием.

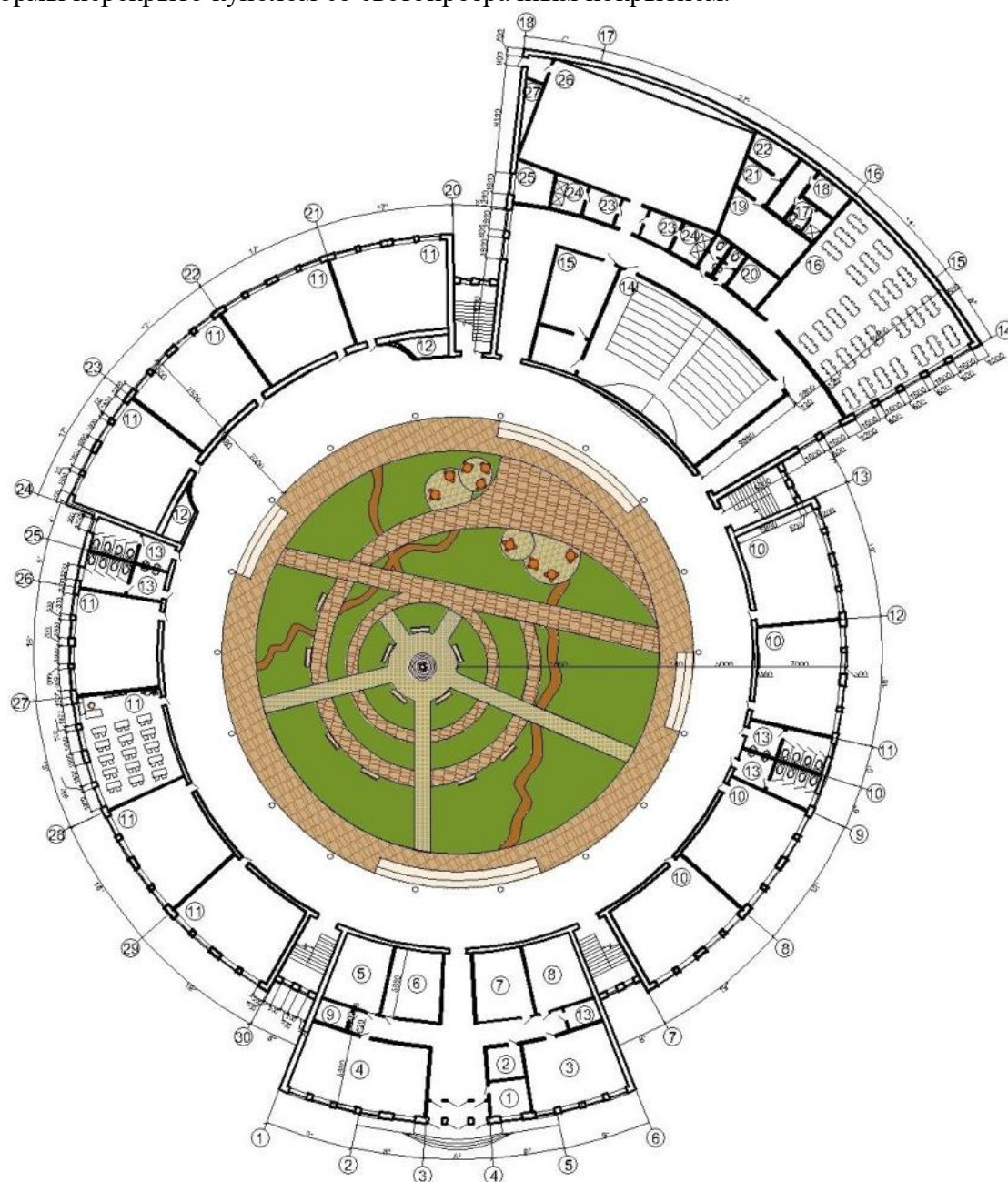


Рисунок 3 – Планировочное решение первого этажа

Крытые пространства школьного двора обеспечивают максимальную безопасность школьников в перерыве между занятиями, как с точки зрения возможного и нежелательного общения с посторонними людьми (с улицы), так и с точки зрения здоровья. Крытый двор это гармоничное рекреационно-ландшафтное пространство для учащихся, где они могут находиться в любое время года без верхней одежды. Эвакуация учащихся в случае аварийной ситуации осуществляется через четыре выхода в уровне первого этажа.

Выводы:

1. Реформирование школьного образования требует новых подходов к объемно-пространственным композициям школьных зданий.

2. Школа нового типа с точки зрения архитектуры – это образовательное пространство, которое организует детей и делает процесс обучения желанным и комфортным.

Библиографический список

1. Сундукова, Т. О. Современные тенденции развития мирового образования [Электронный ресурс] / Т.О. Сундукова // Образование в современном мире: сб-к науч. статей / Под редакцией профессора Ю.Г. Голуба. – 2018. – С. 103-108. – Режим доступа: https://www.sgu.ru/sites/default/files/conf/files/2018-03/sundukova_osm_2018.pdf.
2. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 26 декабря 2017 г. N 1642. – Режим доступа: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
3. Далингер, В. А. Тенденции развития современного российского образования [Электронный ресурс] / В.А. Далингер // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. – 2020. – №3 (35). – С. 12-16. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-razvitiya-sovremennogo-rossiyskogo-obrazovaniya/viewer>
4. Клячко, Т. Л. Образование в России и мире. Основные тенденции [Электронный ресурс] / Т.Л. Клячко // Образовательная политика. - 2020. - №1 (81). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obrazovanie-v-rossii-i-mire-osnovnye-tendentsii>
5. ВСН 50-86/Госгражданстрой «Общеобразовательные школы и школы-интернаты».
6. Кривинцова Е.Е., Осипов Ю.К. Современная общеобразовательная школа на 800 учащихся / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т - Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч.IV. Естественные и технические науки. – с. 103 – 105.

Сведения об авторах:

Матехина Ольга Геннадьевна – к.пед.н., доцент, доцент кафедры филологии, СибГИУ

Осипов Юрий Константинович – к.т.н., доцент, доцент кафедры архитектуры, СибГИУ

Матехина Ольга Владимировна – доцент, доцент кафедры архитектуры, СибГИУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ВСЕСТОРОННЕГО РАЗВИТИЯ НА 1100 МЕСТ С УЧЕТОМ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Автор: студент Сердюкова Е. А.

Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, serdyukovaalyona@yandex.ru

Аннотация: С учетом выявленных проблем общеобразовательных школ в Кемеровской области разработана концепция и представлено проектное решение новой школы всестороннего развития в квартале 45-46 города Новокузнецка. Данный проект выполнен в рамках смотра-конкурса BUILD SCHOOL PROJECT 2022, номинация «Лучший студенческий проект». Проектирование школы проводилось с учетом модернизации системы образования и современных требований к возведению образовательных учреждений.

Ключевые слова: архитектура школы, функциональные зоны, объемно-планировочное решение, образовательные пространства, инклюзивность.

В настоящее время согласно государственной программе «Содействие созданию в субъектах Российской Федерации (исходя из прогнозируемой потребности) новых мест в общеобразовательных организациях» на 2016 – 2025 годы происходит постепенная ликвидация вторых смен в школах. Весь учебный процесс должен будет вестись только в первую смену. По данным социологических опросов большинство учащихся школ, их родителей и преподавателей не поддерживают обучение в школе во вторую смену. Также из существующих зданий школ с износом 50% и выше планируется перевести обучающихся в новые школы [1]. В связи с принятием к реализации вышеприведенной программы тема проектирования и строительства новых школ в Кемеровской области, в Новокузнецке в частности, является особенно актуальной.

К 2021 году по национальному проекту «Образование» в Кузбассе было построено шесть новых школ: в 2018 году открылась школа №36 в г. Кемерово; в 2019 году – школа в селе Журавлево; в 2020 году – школа №81 в г. Новокузнецке и школа в жилом районе Лесная Поляна в г. Кемерово; в 2021 году – школа с бассейном в поселке Metallургов Новокузнецкого района и школа в г. Тайга. В рамках губернаторской программы «Моя новая школа» в регионе было капитально отремонтировано и переоснащено двадцать пять общеобразовательных учреждений: пять школ в 2019 году, десять – в 2020, в 2021 году к 1 сентября было введено 10 школ.

По программе «Моя новая школа» с 2019 года из областного бюджета выделено шесть миллиардов рублей, два из которых пошло на переоснащение учебных заведений. Еще 10,4 миллиарда рублей по нацпроекту «Образование» поступило в регион для строительства новых школ. За последние три года во многих школах региона стали обучать детей по новым цифровым стандартам. Особое внимание уделяется дополнительному образованию – открываются классы робототехники, фото- и видеостудии, инновационные лаборатории по различным предметам. «Это поможет ребятам из малых поселений Кузбасса углубленно изучать любимые направления и готовиться к поступлению в вузы и ссузы», – подчеркнул губернатор Сергей Цивилев [2].

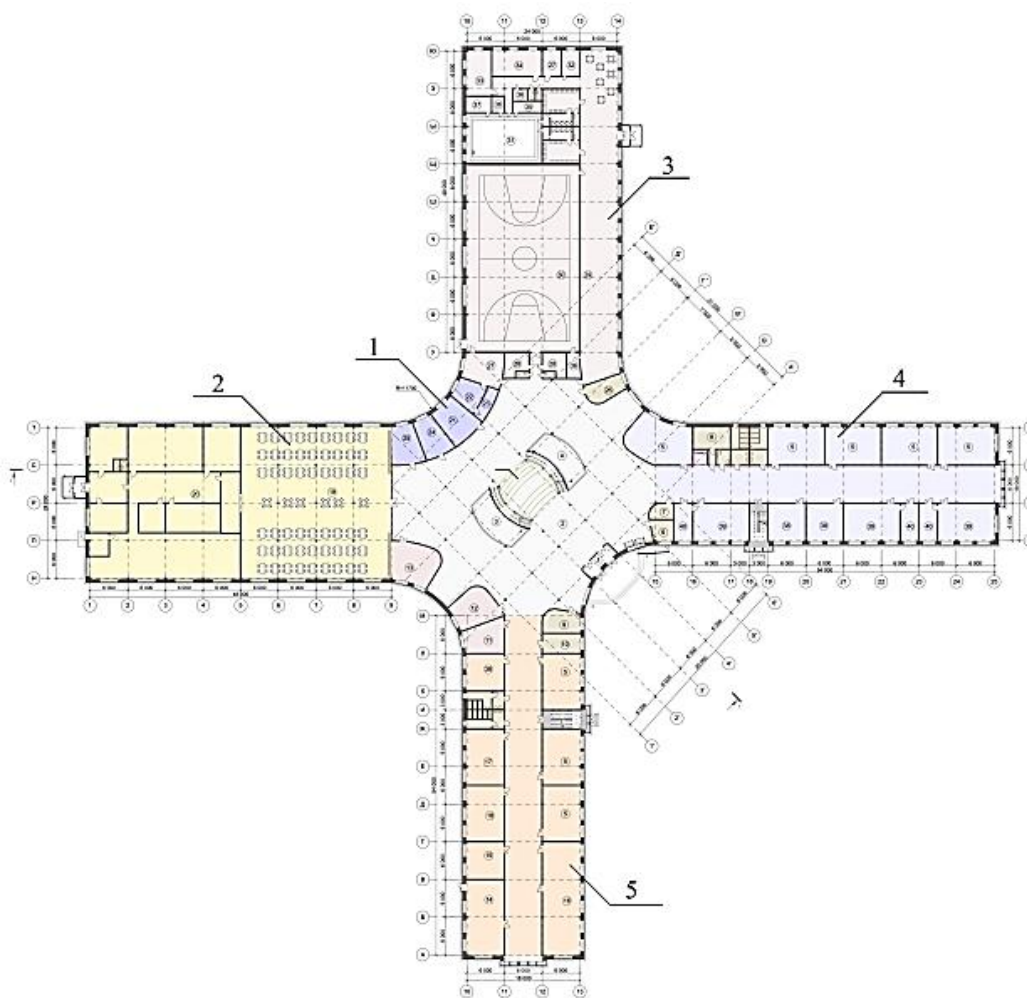
Несмотря на проводимые мероприятия и принятые меры проблема нехватки школ в городе Новокузнецке является актуальной. Школы, лицеи и гимназии вынуждены открывать дополнительные классы с наполняемостью более 25 человек и переводить детей на обучение во вторую смену. Администрацией было подчеркнуто, что в городе не хватает порядка 9 школ, также минимум 11 школ Новокузнецка перегружены [3].

В связи с этим было принято решение запроектировать школу в новом современном квартале 45-46 Новокузнецка, на территории, предусмотренной Генпланом города для строительства общеобразовательного учреждения.

Данный проект принимает участие в смотре-конкурсе BUILD SCHOOL PROJECT 2022 в специальной номинации «Лучший студенческий проект». В этом году смотр-конкурс проходит в рамках VI Международной выставки BUILD SCHOOL 2022, в выставочном комплексе «Гостиный двор» в г. Москва.

Учитывая новые цифровые стандарты и трансформацию учебного процесса, концептуальное решение новой общеобразовательной школы всестороннего развития для одаренных детей на 1100 мест принято с опорой на характеристики современных учебных заведений.

Здание школы в плане имеет X-образную форму (рисунок 1), что позволяет ограничить пересечение потоков школьников разных ступеней обучения. В центральной части находится общешкольная зона с лестницей-амфитеатром, над которой располагается атриум (рисунок 3). Особенность этого проекта заключается в том, что объемно-планировочное решение соответствует функциональному разделению помещений. Школа оборудована пандусами на входе, лифтом в здании, санузлом для МГН на каждом этаже и предполагает реализацию программы «Доступная среда».



Основные функциональные зоны:

1. общешкольная распределительная зона с главной лестницей-амфитеатром;
2. столовая;
3. спортивный комплекс;
4. блок средней и старшей школы;
5. блок младшей школы.

Рисунок 1 – План первого этажа с обозначением функциональных зон

Композиционное решение фасадов представлено чередованием вертикальных и горизонтальных элементов (выступающих и отступающих), отмасштабировано для комфортного восприятия архитектуры школы обучающимися. Колористическое решение гармонично подобрано, соответствует функциональному назначению здания (рисунок 2).



Рисунок 2 – Визуализация общеобразовательной школы

Новые научные разработки и открытия, технический и социальный прогресс ведут к отказу от старой и появлению новой системы образования, что требует также развития пространственно-планировочной структуры учебных заведений. В то же время новая архитектура школьных зданий также настраивает на изменение представлений о традиционном образовании, поддерживая новую современную систему обучения, направленную на развитие индивидуальности учащихся [4].

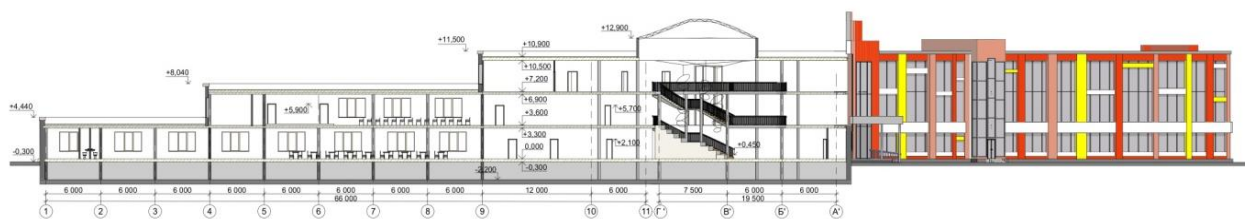


Рисунок 3 – Разрез центральной части школы с атриумом

Школа участвует в формировании личности ребенка, поэтому в данной школе применяются современные методики образования и коммуникативного развития для обеспечения потребностей всех детей. Инклюзивность образования подчеркивается осуществлением индивидуального подхода к каждому ребенку. Всестороннее развитие в данной школе предполагает:

- развитие интеллекта и расширение кругозора детей. Для этого организованы учебные кабинеты, музей, библиотека, кружок робототехники, мастерские и кабинеты домоводства, шахматный клуб;
- физическое развитие. В школе имеется спортивный блок, включающий спортивный зал, бассейн, тренажерный зал, многофункциональный зал;
- духовное развитие с точки зрения приобщения школьников к искусству. В школе запроектирован актовый зал, кабинеты для индивидуальных и групповых занятий музыкой и изобразительным искусством, театральная студия;
- развитие soft skills у детей. Для развития этих важных навыков в школе есть кабинет ораторского мастерства, студия формирования организаторских способностей.

Проект школы представляет собой современное здание, продуманное пространство для обучения и досуга детей. В одном здании сосредоточены все необходимые программы для воспитания и формирования творческой и всесторонне развитой личности ученика.

Учебные классы расположены по коридорной системе и отделены от рекреаций стеклянными перегородками, тем самым создавая видимость отсутствия границ между помещениями аудиторий и зон отдыха. Пространство рекреаций за счет прохождения большого ко-

личества естественного света через прозрачные перегородки может использоваться и для организации учебного процесса.

Здание школы является архитектурно-композиционным и социально-культурным центром жилого квартала (рисунок 4). Спортивный блок школы и стадион открыт для посещения не только учащимся, но и жителям микрорайона города.



Генеральный план, функциональные зоны:

1. площадь мероприятий;
2. игровая площадка;
3. учебно-опытная зона;
4. зона тихого отдыха;
5. хозяйственная зона;
6. баскетбольная площадка;
7. стадион;
8. площадка с уличными тренажерами;
9. площадка для гимнастики;
10. комбинированная площадка для спортивных игр;
11. зеленые насаждения;
12. парковка.

Рис. 4 – Генеральный план общеобразовательной школы в структуре квартала

Проект новой школы актуален и востребован, будет являться решением проблемы отсутствия образовательного учреждения в квартале 45-46 города Новокузнецка. Также в процессе проектирования было выявлено, что создание необходимых обществу и государству объектов должно проводиться с опорой на изменения, касающиеся сферы проектирования, в данном случае модернизацию системы образования, что в значительной мере повысит востребованность проекта и шансы на его реализацию.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 23.10.2015 № 2145-р [Электронный ресурс] / ИСС «Аюдар Инфо» URL: https://www.audar-info.ru/na/editArticle/index/type_id/3/doc_id/4367/release_id/20882/sec_id/169206/
2. За три года в Кузбассе создали 31 современную цифровую школу [Электронный ресурс] / Вести-Кузбасс URL: <https://vesti42.ru/news/za-tri-goda-v-kuzbasse-sozdali-31-sovremennuyu-cifrovuyu-shkolu/>
3. Власти Новокузнецка признали проблему нехватки школ [Электронный ресурс] / Городская электронная газета Новокузнецк URL: <https://novokuznetsk.su/news/city/1286416>
4. Поздняков А.Л., Позднякова Е.В., Скрипкина Ю.В., Ефанова Т.А. Тенденции и принципы проектирования современных общеобразовательных школ. Известия Юго-Западного государственного университета. 2018;22(6):72-80. <https://doi.org/10.21869/2223-1560-2018-22-6-72-80>

Сведения об авторах:

Автор: Сердюкова Елена Александровна – студент бакалавриата, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

ГЕНЕЗИС И РАЗВИТИЕ ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНЫХ ЦЕНТРОВ

Автор: Наумочкина В.С.

Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, origami8@yandex.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты анализа особенностей развития торгово-развлекательных центров в России и за рубежом, их объемно-пространственное решение, представлена концепция торгово-выставочного мебельного центра в крупнейшем городе Кузбасса – Кемерово. Разработана функционально-планировочная схема сооружения, которая отвечает современным техническим, эстетическим и экономическим требованиям.

Ключевые слова: архитектурно-планировочная структура, торгово-выставочный центр, экологичность, многофункциональность.

В настоящее время в самом крупном индустриальном городе Кузбасса – Кемерово – нет многофункционального общественного торгово-выставочного комплекса, сочетающего в себе досуговую, производственную и коммерческую функции. Отсутствует комплексный подход к внедрению современных креативных решений городских общественных пространств.

Целью исследования является анализ развития отечественных и зарубежных торговых центров и разработка собственной архитектурной концепции торгово-выставочного мебельного центра – нового функционально и эстетически организованного пространства в современной городской среде.

Основным приоритетом концепции торгово-выставочного мебельного центра стало создание комфортных условий для производственной, коммерческой и культурно-развлекательной деятельности для всех групп населения.

Задачи исследования:

- изучение аналогов, анализ и систематизация архитектурно-планировочных решений торговых центров;
- разработка архитектурно-пространственной композиции торгово-выставочного мебельного центра как самостоятельной единицы в составе общественного пространства в современной городской среде.

Актуальность исследования определяется значимостью создания торгово-выставочного мебельного центра в городе Кемерово. Разработка концепции торгово-выставочного мебельного центра позволит привлечь молодых специалистов к развитию собственной коммерческой деятельности, создать уникальный объект с различными функциями (производственными, торговыми, рекреационными) путем освоения новых городских пространств.

Объектом исследования являются проектные предложения архитекторов, отражающие инновационный поиск и новые подходы к разработке архитектурно-планировочной структуры торговых комплексов.

Торговый центр – совокупность торговых предприятий и/или предприятий по оказанию услуг, которые реализуют универсальный ассортимент товаров и услуг, расположенных на определенной территории, спланированных, построенных и управляемых как единое целое и предоставляющих в границах своей территории стоянку для автомобилей.

В XX веке такая форма организации торговли приобрела свои особенности благодаря влиянию научно-технического прогресса на все отрасли народного хозяйства, но, по мнению авторов, торговый центр как явление имеет древние корни. В подтверждение данной точки зрения рассмотрим генезис и развитие отечественных и зарубежных торговых центров [2].

Первые проявления централизованной организации внутренней торговли положили начало в Сирии и Тегеране в VII–X вв. Поэтому, условно первым прототипом торгового центра можно считать базар Аль-Хамидия, который до сих пор функционирует в городе Дамаске, столице Сирии. Крытый рынок в Оксфорде был официально открыт 1 ноября 1774 г. и активен в настоящее время. Он возник в ответ на пожелание горожан и властей очистить основную улицу в центре Оксфорда от киосков и торговых развалов [5]. Авторы считают приемлемым относить рынки (базары) к первым прототипам современных торговых центров, таким образом, рынок – это крытая или открытая территория, соединенная пешеходными переходами, на которой сконцентрированы торгово-розничные и оптовые единицы, что перекликается с определением торговых центров [2].

Позднее, с конца XVIII в., в крупных городах мира началось активное строительство пассажей, торговых галерей. Например, Гостиный Двор в Санкт-Петербурге, открытие которого датируется 1785 г., и может рассматриваться как один из первых специально построенных торговых центров, так как он состоит из более чем 100 магазинов площадью от 570000 м²; Галерея Виктора Эммануила II в Милане (1877г.), Верхние торговые ряды (в настоящее время ГУМ) в Москве (1893 г.) [2].

Если обращаться к отечественной истории, то многие гостиные дворы и торговые ряды в советский период были перестроены в универсальные магазины. Именно универмаги долгое время были наиболее крупной формой оптово-розничной торговли, до появления торговых центров современного образца. В XX в. они послужили основой для создания современных торговых и торгово-развлекательных центров [5].





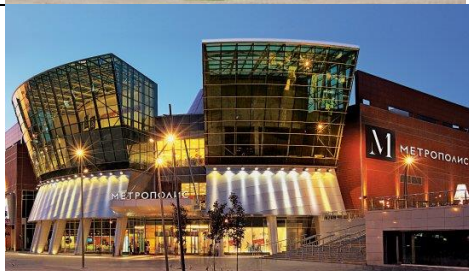
Следует отметить, что появление и генезис торговых центров современного образца в России произошло в два раза быстрее, чем на западе (США и страны Европы). Чтобы разобраться в данном явлении, рассмотрим основные этапы генезиса торговых центров в США, где и зародился такой формат торговли, и сравним их с аналогичным процессом в России [1].

Возникновение торговых центров современного образца в США было обусловлено необходимостью сферы торговли и услуг оперативно отреагировать на перемещение городского населения в пригороды и удовлетворить нужды новых покупателей, чаще всего зажиточных и имеющих личные автомобили. Для их открытия необходимо было выполнить три условия: найти приемлемый по цене участок земли, чтобы устроить бесплатную автостоянку, обеспечить эстетическую привлекательность центра, предоставив возможность большому числу коммерсантов реализовывать в нем свою продукцию, и иметь достаточное число покупателей, которые могли бы добраться до торгового центра на автомобиле [1].

Развитие торговых центров в России сначала проходило по западному образцу – с помощью ступенчатой системы функционирования. В ее основу входит размещение торговых центров от меньшего к большему объему жилой застройки. Также учитываются ступени спроса, который может быть повседневным, эпизодическим и периодическим. Несмотря на кажущуюся простоту принципа этого построения, в процессе его осуществления на практике стал очевиден ряд недостатков, вследствие чего ступенчатая организация постепенно заменилась функциональной системой. При ней магазины города равномерно распределены по всей территории жилых районов, чтобы быть доступными и пешеходам [4].

Главной целью существования торгово-развлекательных центров считается создание комфортных условий для реализации торгово-производственной деятельности и проведения досуга для всех групп населения. Исходным условием, благоприятным для формирования торгово-развлекательного центра в конкретном регионе, является наличие в нем крупного озелененного земельного участка с шаговой доступностью до остановок общественного транспорта и жилых районов, с возможностью размещения подземной и открытой автомобильной стоянки и подъездами для служебных автомобилей на территории центра. А так же заинтересованность в его деятельности и необходимая поддержка со стороны государства, местных органов власти и организаций по развитию малого бизнеса для молодых специалистов [5].

Таблица 1. Современные торговые центры крупных городов России

№	Наименование	Особенности	Фото объекта
1	«Галерея Краснодар» в г. Краснодар	Крупнейший торговый центр юга России. Краснодару уже более 6 лет принадлежит звание самого обеспеченного торговыми центрами города с показателем более 950 кв.м на тысячу жителей	
2	ТЦ «Good'Ok», в г. Самара	Самара после открытия нового ТЦ Good'Ok, который станет крупнейшим в Поволжье, закрепит за собой статус самого обеспеченного торговыми площадями города-миллионника РФ.	
3	ТЦ «Академический» г. Екатеринбург	Столица Урала и четвертый по величине город России, Екатеринбург особенно активно застраивался торговыми центрами в 2009 и 2012 году.	
4	ТРЦ «Охта-Молл» г. Санкт-Петербург	В 2016 году в Петербурге открыли ТРЦ («Охта Молл» - 78 000 кв.м). В городе действует 58 качественных торговых центров суммарной площадью 2,25 млн кв.м.	
5	ТЦ «Метрополис» в г. Москва	На долю Москвы с 2016 г. приходится 37% всех торговых центров РФ. На сегодняшний день Москва лидирует по общему объему торговых площадей в Европе.	

Современный торгово-выставочный мебельный центр – это единый взаимосвязанный архитектурно-пространственный организм, объединяющий коммерческие, производственные, торгово-развлекательные зоны и рекреационное пространство (рисунок 2).

Архитектурная концепция (эскизный проект) «Торгово-выставочного мебельного центра» выполнена на основании технического задания. Земельный участок расположен в Кузбассе, город Кемерово, проспект Октябрьский, 55, ограничен с севера красной линией проспекта Октябрьский, с востока – ул. Тухачевского, с юга – границами земельного участка офисного центра, с западной стороны – планируемой пешеходной озелененной эспланадой (бульваром). Участок МЦ имеет падение рельефа с юга на север 4м. Площадь земельного участка составляет 1,5657 Га.

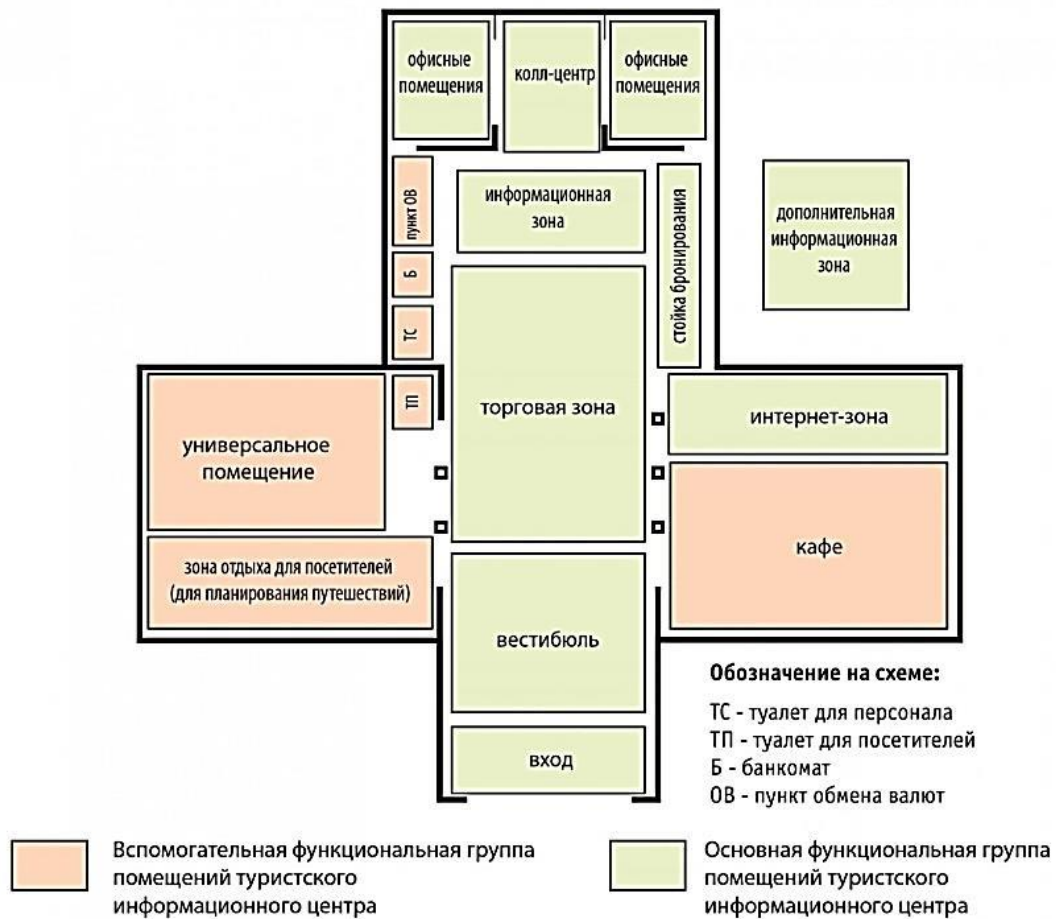


Рисунок 1 – Схема функционального зонирования торгового центра

Проект планировочной организации земельного участка выполнен в увязке с существующим ландшафтом, транспортными проездами, планируемой пешеходной озелененной эспланадой (бульваром). Въезд на территорию для грузовых фур и легкового транспорта предусмотрен с южной стороны.

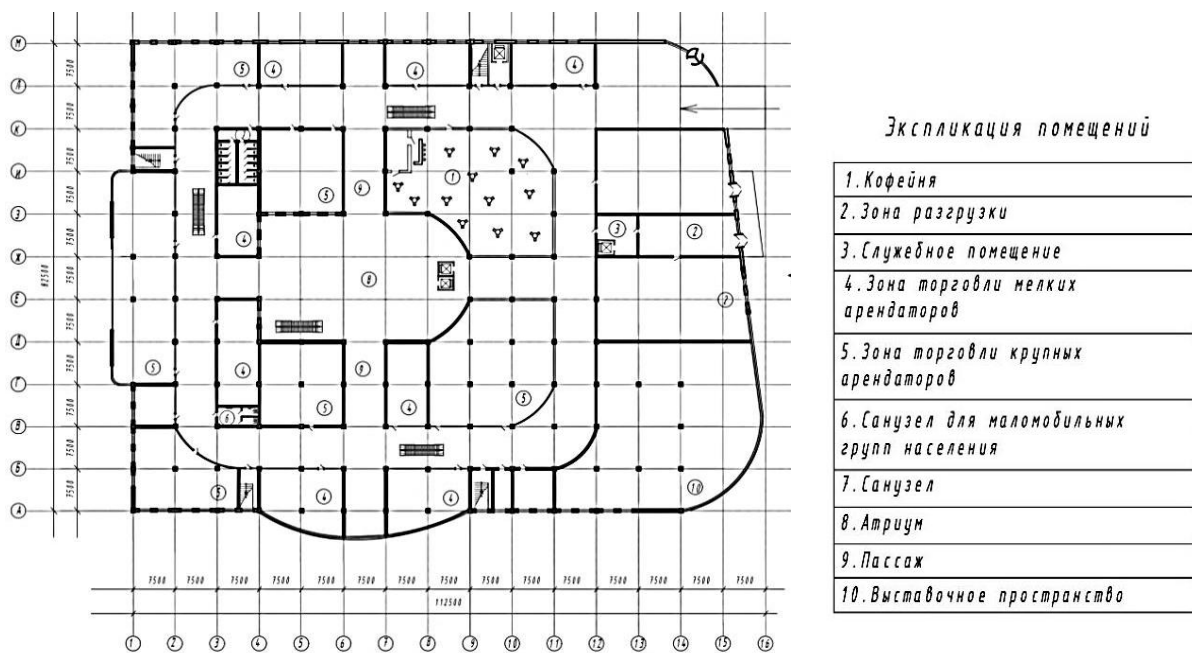


Рисунок 2 – План 1 этажа торгово-выставочного мебельного центра

В структуру генплана включены следующие объекты:

- здание торгово-выставочного мебельного центра;
- зона благоустройства на территории центра;
- открытая парковка на 80 м/мест;
- пешеходная озелененная эспланада.

Общая площадь здания составляет 25690 м², в т. ч. полезная площадь 22709 м² (67,5%). Объем здания, включая надземную и подземную части составил – 133650 м³.

За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола цокольного этажа, это соответствует абсолютной отметке + 203.100.

Торгово-выставочный мебельный центр имеет выразительное архитектурное и оригинальное композиционное решение, здание оснащено современными медиа-фасадами, выполняющими помимо трансляции визуальной информации, также декоративную функцию (обеспечивают уникальную подсветку здания).



Рисунок 4 – Визуализация торгово-выставочного центра (3-D модель)

Объемно-планировочное решение МЦ - трехъярусное здание прямоугольное в плане со скругленными углами и слегка срезанным углом с юго-восточной стороны.

Размеры в осях 1-16 – 112,5 м, в осях А-М – 82,5 м. За отметку 0,000 принят уровень пола цокольного этажа, два этажа надземной части на отметках +4.800 и +9.600. Подземное пространство с южной стороны здания используется для размещения встроенной автостоянки на 66 м/мест.

Основной пешеходный уровень в здании ТЦ, атриум и пассаж объединяют универсальные и специализированные магазины и мебельные салоны, экспресс-закусочные и другие объекты, обладающие большой притягательной силой, формирующие поток посетителей центра и общающиеся между собой с помощью вертикальных пешеходных коммуникаций – панорамного лифта и эскалаторов.

Ресторан с панорамным видом на зеленую зону пешеходной эспланады располагается на втором этаже вдали от основного потока посетителей.

Высота цокольного этажа – 4,8 м; первый и второй этажи имеют соответственно высоту 5 и 6 м. Связь между ними осуществляется посредством лестничных клеток и эскалаторов. Атриум расположен в наиболее высокой части МЦ. Со стороны основных входов в здание МЦ (северного, западного и восточного) выполнены витражные конструкции для обеспечения естественного освещения. По витражам установлены ламели, выполняющие декоративную и частично солнцезащитную функции.

Несущая система здания запроектирована в виде стального каркаса, состоящего из колонн, балок и ферм в качестве стропильных конструкций. Сопряжение колонн с фундамен-

тами жесткое. Сопряжение балок с колоннами – шарнирное. Геометрическая неизменяемость и требуемая жесткость здания обеспечивается системой связей в продольном и поперечном направлениях. Совместность работы вертикальных элементов обеспечивается работой горизонтального диска перекрытия. Перекрытия выполняются монолитными из железобетона.

Покрытие (кроме атриума) монолитная плита покрытия с кровельным ковром из полимерной мембраны. Ограждающие конструкции: кирпичные стены толщ. 250 мм с утеплением и облицовкой навесным вентилируемым фасадом с кассетами металлпрофиль; витражи алюминиевые.

Внутренние стены и перегородки – кирпичные 250 мм, перегородки кирпичные 120 мм, системы Knauf из ГКЛ на металлическом каркасе 125мм, остекленные, из легких разборных конструкций для необходимой трансформации образуемых ими помещений. В мокрых помещениях предусмотрена гидроизоляция стен, перегородок, пола с заводом на стены на 300 мм.

Лестницы – сборные железобетонные по металлическим косоурам.

Входные крыльца – монолитные железобетонные с покрытием из гранитных плит. Полы – бетонные, керамогранит плитка, наливные полы из полимерных материалов. Двери - глухие, двупольные и однопольные с ламинированным покрытием; Двери в технических помещениях – однопольные, глухие, в противопожарном исполнении. Предел огнестойкости не менее 0,6 часа. Двери наружные – остекленные в алюминиевом профиле, двупольные и металлические, глухие. Двери противопожарные ТУ 5262-001-51740 842-99. Окна алюминиевые профиля, светло-серого цвета, с поворотно-откидным открыванием, одинарной, двойной и тройной конструкции с использованием двухкамерных стеклопакетов из стекла с мягким покрытием, с лучшими характеристиками.

Внутренняя отделка – алюминиевые композитные панели, керамогранитная плитка, декоративная штукатурка, окраска акриловой краской. Подвесной потолок – ГЛК и «Армстронг». В проекте предусмотрены отделочные материалы с классами пожарной опасности материалов – КМ0; КМ1.

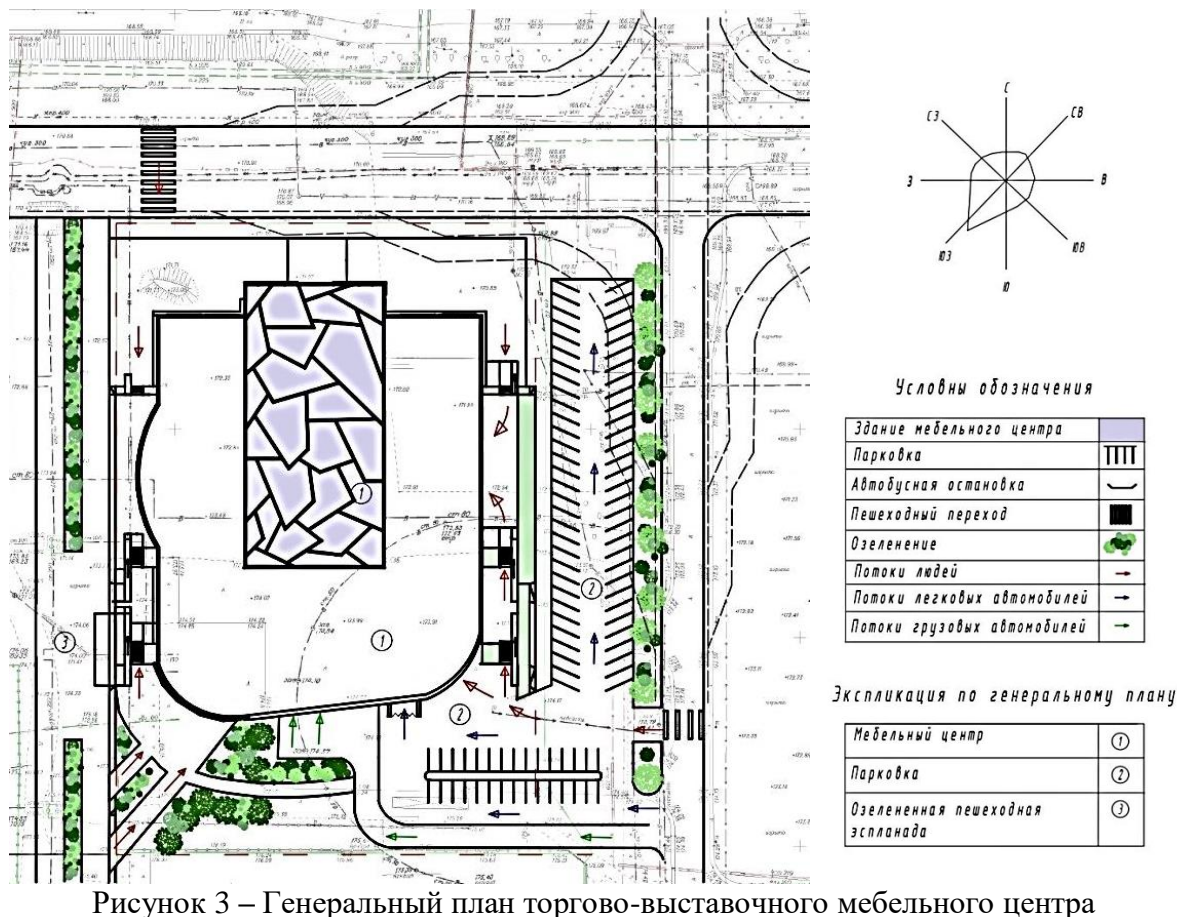


Рисунок 3 – Генеральный план торгово-выставочного мебельного центра

Торгово-выставочный мебельный центр – это уникальный торгово-рекреационный объект, совмещающий на своей территории различные функции: коммерческую, производственную и культурно-досуговую.

Реализация этого проекта поможет привлечь талантливых специалистов к проектной и коммерческой деятельности, а так же внести весомый вклад в градостроительное развитие городской территории. Многообразие функций и перспектива проведения культурного досуга сделают торгово-выставочный комплекс одной из главных точек притяжения для всех групп городского населения [3].

Библиографический список

1. Торговые центры США. Планировка торговых центров. Грюн В., Смит Л. 1966, 192 стр.
2. Токмачёва О. С. Торговые центры: подходы к определению сущности и классификации с учетом российской специфики // Вестник Российского экономического университета имени Г. В. Плеханова. – 2012. – № 7 (49). Дженкс Ч. Нелинейная архитектура. Новая наука – новая архитектура?: / Architectural Design 9/10 – 97.
3. Хайман Эдуард Скрипт в Архитектуре. Архитектор как Режиссер-Программист. Докл. для конф. «Взаимовлияние архитектуры и культуры» («Иконниковские чтения – 2008»). // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.myarchipress.com/archives/2008/02/03/324>.
4. Кира Канаян, Рубен Канаян, Армен Канаян К19, Проектирование магазинов и торговых центров.- М.: Юнион – Стандарт Консалтинг, 2005. – 424 с.: илл.

Сведения об авторах:

Автор: Наумочкина Василина Сергеевна – ассистент кафедры архитектуры, Архитектурно-строительного института, Сибирский государственный индустриальный университет.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г.НОВОКУЗНЕЦКА

Ершова Д.В., Ануфриева Н.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, deyadeya@mail.ru

Аннотация: В статье проанализированы концепции современных дендрологических центров, их технологические решения и архитектурные образы оранжерейных комплексов. По результатам исследования разработан проект современного оранжерейного комплекса на территории существующего ботанического сада в районе города Новокузнецка возле села Атаманово.

Ключевые слова: архитектура, экология, оранжерейный комплекс, ботанический сад, дендрологический центр, Сибирь, Новокузнецк.

Развитие процесса урбанизации и увеличение территории городского пространства являются источниками обострения проблем, связанных с экологией. Данные аспекты приводят к техногенному преобразованию природы, которое существенно влияет на трансформацию естественных ландшафтов. Вариантом решения указанных проблем является создание систем на основе ботанических исследований – оранжерейных комплексов и дендрологических центров. Цель проектирования такого объекта – создание сбалансированной экологической системы, оснащенной современными технологическими решениями, с научно-исследовательской и образовательной функциями.

На современном этапе проектирования оранжерейных комплексов учитываются не просто формальные стороны живой природы, но и устанавливаются связи между законами ее развития и предметным миром с целью природоохранного просвещения. Развитие ботанических садов как универсальных экологических ресурсов общества – мировой тренд при переходе к устойчивому постиндустриальному развитию, улучшению благосостояния людей [1].

В планировке ботанического сада важную роль играют оранжереи, которые бывают различны по своему назначению и конструкции. К примеру, они могут представлять собой обычные теплицы или же огромные павильоны ангарного типа – настоящие тропические сады. Яркими примерами являются оранжерейные сооружения в ботаническом саду Ботанического института имени В.Л. Комарова РАН (рисунок 1) или экспозиционные оранжереи Главном ботаническом саду РАН в Москве.

Фондовая оранжерея ГБС РАН (рисунок 2) выступает как связующее звено для коллекций тропических растений других ботанических садов России и стран бывшего Советского Союза. Оранжерея состоит из нескольких блоков с различными климатическими параметрами. Они соответствуют условиям влажных лесов, тропиков и субтропиков. Внутри экспозиционного зала расположены каскады бассейнов, водопадов, река, искусственный рельеф, системы троп, скал и гротов. С помощью климатического оборудования в оранжерее созданы необходимые для растений условия, в том числе тропический дождь и туман. Кроме того, здесь установлены системы полива и удобрений, отопления, а также обогрева почвы и купола [2].

Новые комплексы все чаще проектируют на рекультивированных территориях карьеров и промышленных зон. Ярким примером является проект «Эдем». Геодезические купола ботанического сада «встроены» в существующий ландшафт на месте бывшего карьера (рисунок 3). Вокруг оранжерей спроектирована парковая зона для прогулок и изучения прилегающих территорий. Также стоит отметить, что при проектировании данного комплекса использовали современные материалы, что не вредит экологии. Например, купола изготовлены из металлического каркаса и многослойной прозрачной фольги из сополимера этилена и тетрафторэтилена. Это экологически чистый материал, который по окончании срока службы быстро разлагается и

не загрязняет почву. В дендрологическом центре функционирует компьютерная система климатического контроля, которая регулирует температуру и влажность в каждом куполе.



Рисунок 1 – Оранжерея в Ботаническом саду Петра Великого



Рисунок 2 – Фондовая оранжерея ГБС РАН



Рисунок 2 – Геодезические купола ботанического сада «Эдем»



Рисунок 3 – Кристаллическая оранжерея в Китае

Современные технологические возможности позволяют создавать проектные разработки, в основе которых заложены творческие концепции. Например, источником вдохновения для дизайна оранжереи в китайском городе Сиань являются кристаллы (рисунок 4). Здание представляет собой драгоценный камень, основа которого вписана в существующий ландшафт территории. Форма равносторонних треугольников позволяет создать большое количество разнообразных объемов.

Таким образом, можно сделать вывод, что оранжереи являются одними из главных сооружений любого ботанического сада. Они позволяют сохранять баланс между природой, технологиями и творческим потенциалом архитекторов в создании уникальных комплексов. Источниками концептуальных идей для формообразования оранжерейных комплексов служат исторические архитектурные стили, природные формы, различные образы, что основаны на научных открытиях и современных технологиях.

На формирование архитектуры оранжерейного комплекса в градостроительном плане влияют следующие факторы: территориальное планирование; функциональное зонирование; планировочная структура; транспортные и инженерные сети; условия зрительного восприятия. Важным условием является то, что каждый аспект, являясь отдельным направлением проектирования, тесно взаимосвязан со смежными областями, и только комплексное рассмотрение всего процесса проектирования может обеспечить высокий результат. Территории ботанических садов, как правило, размещают изолированно от промышленных комплексов и предприятий, оказывающих неблагоприятное воздействие на растительную часть окружающей среды. Для нормального функционирования дендрологических центров отводят территории простой, нерасчлененной формы, имеющие перспективы развития. При выборе участка для ботанического сада учитывается возможность обеспечения подъездов и обслуживания городским транспортом. Это определяет расположение входов и хозяйственных въездов.

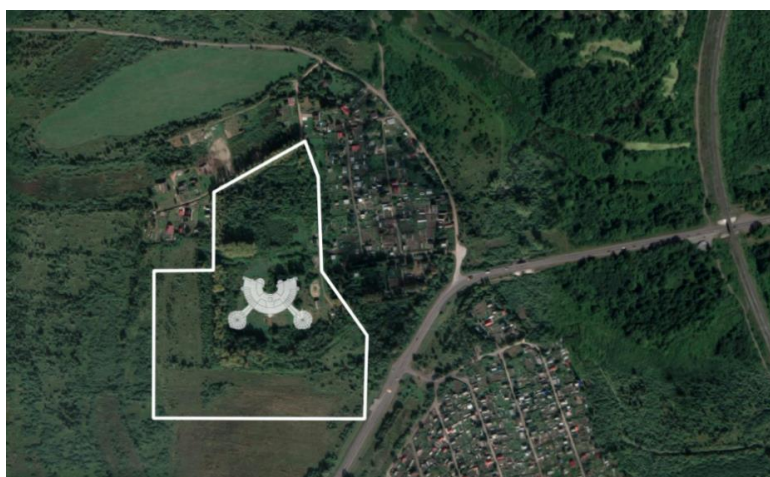
Функциональное зонирование и архитектурно-планировочная структура ботанического сада связана со специализацией по преимущественному профилю деятельности.

Для проектирования ботанических садов и оранжерейных комплексов в суровых климатических условиях Сибирского региона необходимо учитывать целый ряд задач архитектурно-конструктивного и функционально-технологического характера, таких как правильная ориентация здания по сторонам света и световой режим, рациональная организация систем отопления, вентиляции и полива и т.п.

Новокузнецк является промышленным центром, для которого формирование нового проекта ботанического сада с крупным оранжерейным комплексом является важнейшей задачей. Существующий ботанический сад города представляет собой преимущественно экспериментальную площадку для исследований с небольшим лабораторным корпусом и оранжерей. Несмотря на скромные размеры сад пользуется большим успехом у жителей города, вызывает большой познавательный интерес, а оранжерея тропических растений служит площадкой не только для исследований, но и для профессиональных фотосессий, и проведения различных мероприятий.

Учитывая актуальность темы и изученный опыт проектирования, строительства и эксплуатации оранжерейных комплексов мира, разработано экспериментальное проектно-конструкторское предложение современного оранжерейного комплекса с научно-исследовательской и образовательной функциями на территории существующего ботанического сада города Новокузнецк (рисунок 6).

Рисунок 4 – Предполагаемая территория для размещения оранжерейного комплекса вблизи п. Атаманово.
Ситуационная схема



Проектное предложение предполагает расширение существующих границ ботанического сада и создание новой исследовательской базы и экспозиционных территорий закрытого и открытого типа, с возможностью создания привлекательного рекреационного объекта для посетителей и экскурсий.

В основу генерального плана комплекса (рисунок 7) положена идея современного ботанического сада, что полностью соответствует функциональным и техническим требованиям, предъявляемым к данному типу объектов. Выбранная территория является удобной площадкой для проектирования различных ландшафтных композиций, благодаря отсутствию сильных перепадов высот рельефа. Главными целями проектной разработки являются: создание рекреационной зоны, просвещение городского населения в вопросе сохранения окружающей среды, ознакомление с различными видами растений путем представления их в экспозиционных зонах, что расположены на территории ботанического сада и в оранжереях.

Спроектированный ботанический сад представляет собой комплекс из оранжерейного центра, технических и обслуживающих, научно-исследовательских участков, экспозиционных территорий растений, мест для прогулок и отдыха. На границе расположена парковочная площадка, плавно перетекающая в общую композицию парковой зоны.

Проект организации рельефа предусматривает естественный отвод воды с территории в специально созданный искусственный водоем с последующим использованием воды для

снабжения дендрологического центра. Также на территории предусмотрены котельная и водонапорная башня, так как содержание ботанического сада является ресурсоемким процессом. В элементах благоустройства используются асфальтное покрытие для проездов, плиточное покрытие с деревянными вставками с разной интенсивностью для тротуаров и площадок, прорезиненное покрытие для терапевтического сада [3].



Рисунок 5 - Генеральный план оранжерейного комплекса в составе ботанического сада в г. Новокузнецке и визуализация оранжерейного комплекса

Функциональное зонирование (рисунок 8) выполнено с учетом всех особенностей проектируемой территории. Грамотное расположение всех значимых элементов и дорожной сети комплекса позволяет создать непрерывное пешеходное движение с минимальным соприкосновением с движением персонала дендрологического центра.

В Ботаническом саду построены основные экспозиции и созданы коллекционные участки – модели географических ландшафтов, обширная коллекция декоративных растений и экспозиции «Сибирь и Алтай», «Дальний Восток», «Урал», «Северная Америка», «Японский сад», «Сад непрерывного цветения» и «Теневого сада», научно-исследовательские зоны.

Главным объектом проектирования и центральным зданием всей композиции сада является оранжерейный комплекс с административным корпусом, научными лабораториями и экспозиционными оранжереями. Комплекс на плане представляет собой образ водного растения – кувшинки. Центр здания является «цветком», экспозиционные оранжереи – округлыми «листьями», плавающими на воде. Художественный контраст между геометрическими объемами здания и раскрытым живописным природным окружением повышает выразительность всего дендрологического центра. При проектировании комплекса были учтены нормы для людей с ограниченными возможностями.

На первом этаже (рисунок 9) представлены такие зоны, как входная группа с кассами, гардеробные, зона питания, торговая зона, зеленая зона, административная зона, помещения для персонала и технические помещения. Вестибюль является главным коммуникационным узлом с доступом в необходимые помещения. Санитарные узлы размещены за главной лестницей, входы в них устроены за перегородкой с декоративным оформлением. Остекление на первом этаже позволяет обеспечить взаимное обогащение интерьера и экстерьера здания. Зеленая зона разделена на шесть секций, посвященные разным климатическим зонам. Оранжереи представляют собой максимально остекленный объем.

Оранжерейная часть здания ориентирована на южную сторону для естественного освещения, так как для некоторых растений жизненно необходим солнечный свет. Кроме того, данный аспект позволяет сократить потребление электричества лампами [4].

В первой оранжерее воссоздан климат субтропической зоны. Во второй оранжерее созданы условия, соответствующие тропическому климатическому поясу.

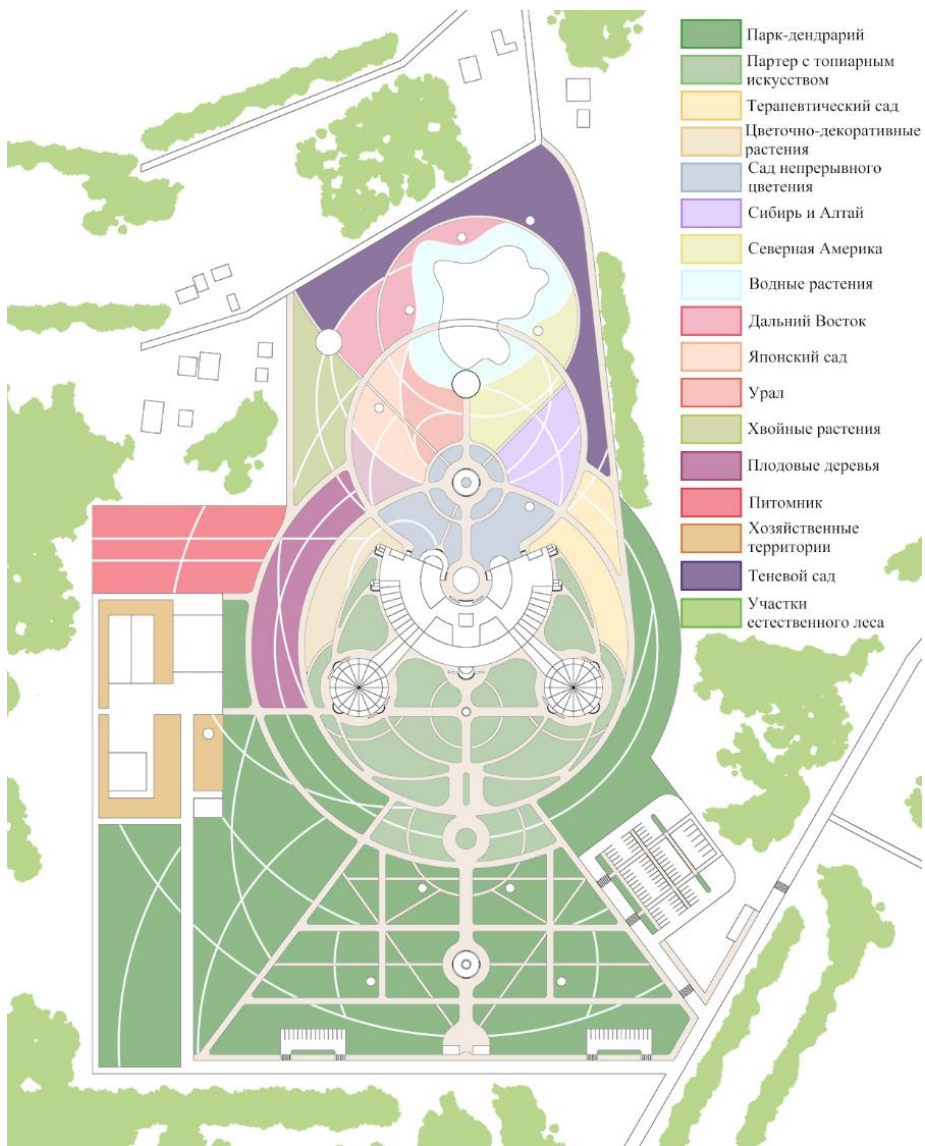


Рисунок 6 – Функциональная схема территории

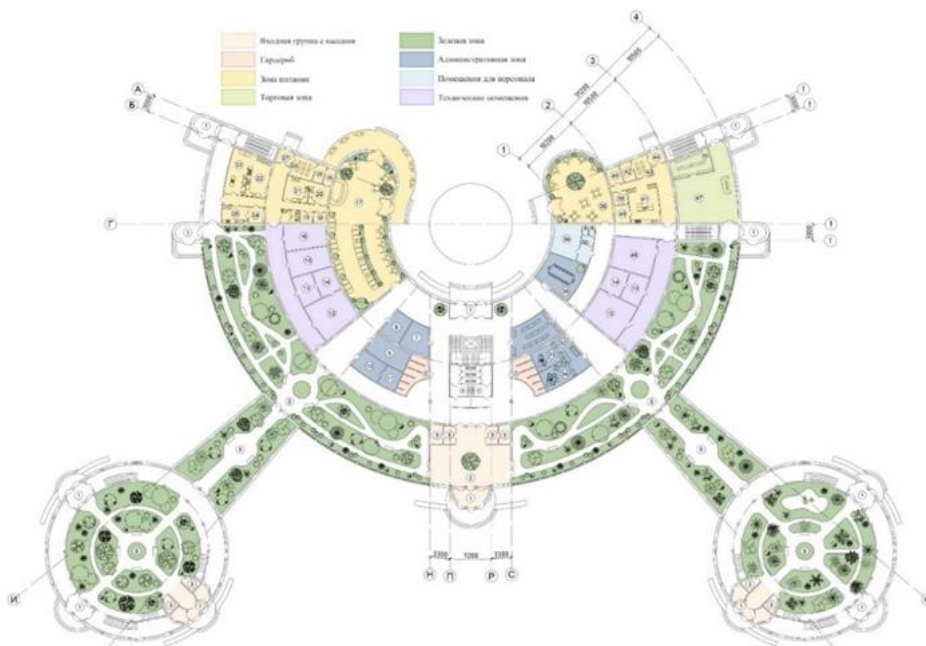


Рисунок 9 – План 1-ого этажа на отметке +0,000

На втором этаже представлены такие зоны, как научно-просветительская зона и зона лабораторий. В научно-просветительскую зону входят аудитории, лекционный зал, библиотека и гербарий. Предусмотрена эксплуатируемая кровля с проектируемым выходом на нее. На крыше будут размещены зеленые насаждения и исследовательские площадки.

Оптимальным решением для организации стеклянной кровли (рисунок 10) в Сибири является установка обогреваемой конструкции. При прохождении электрического тока по низкоэмиссионному покрытию стекла, его поверхность нагревается, что позволяет устранить наледь, конденсат и конвекцию. Благодаря возможности распределения обогрева светопрозрачных конструкций по зонам, можно организовать экономное расходование электроэнергии. Например, по мере таяния снега – перенаправлять мощность на нижнюю часть конструктивных элементов, куда поступают талые воды.



Рисунок 10 – Главные оранжереи ботанического сада. Визуализация

На хозяйственной территории ботанического сада представлен павильон для утилизации растительных отходов. В павильоне размещена уникальная установка rNature, что позволяет превратить органические отходы

в высококачественную высушенную биомассу. Данная инновационная технология позволяет удалять влагу и существенно сокращать массу и объем отходов. После обработки высушенную биомассу без запаха можно использовать в качестве источника возобновляемой биологической энергии или высококачественного компоста. Также, стоит отметить, что установка экономична и экологически безвредна.

Современный ботанический сад в архитектурно-планировочном отношении представляет собой сложный и весьма специфичный объект. Сложность планировочной структуры, в основном, определяется многообразием форм деятельности дендрологических центров. Создание микроклимата в оранжереях требует комплексного подхода.

Таким образом, на основе результатов, полученных при проведении предпроектного исследования, разработана концепция современного оранжерейного комплекса в городе Новокузнецке с целью создания сбалансированной экологической системы. Данная проектная разработка позволяет организовать рекреационную зону с научно-образовательной и развлекательными функциями привлекательную для жителей региона.

Библиографический список

1. Кузеванов В.Я., Ботанические сады как экологические ресурсы развития цивилизации [Текст] / В.Я. Кузеванов. – Томск, 2010. – 5 с.
2. Астров А.В., Ботанические сады Центральной Европы [Текст] / А.В. Астров, Н.В. Цицин. – Москва: Наука, 1976. – 120 с.
3. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях». – Москва: Стандартинформ, 2013 – 11 с.
4. СНиП 2.10.04-85 «Теплицы и парники». – Москва: Госстрой России, 2001 – 7 с.

Сведения об авторах:

Ершова Дора Владимировна – к.т.н., доцент, Сибирский государственный индустриальный университет.

Ануфриева Надежда Александровна – студентка магистратуры, Сибирский государственный индустриальный университет.

КОНЦЕПЦИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА НАБЕРЕЖНОЙ В ПОСЕЛКЕ АБАШЕВО Г. НОВОКУЗНЕЦК

Автор: студент Данилова А.А.
Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, reyven2000@mail.ru*

Аннотация: В статье рассматривается концептуальное предложение по благоустройству набережной в поселке Абашево города Новокузнецка. Проводится анализ существующей ситуации, выявляются достоинства и недостатки, выявляются градостроительные особенности прибрежной территории.

Ключевые слова: благоустройство, набережная, комфортная городская среда, развитие.

Люди с самых давних времен предпочитают выбирать для своих поселений территории вдоль берегов рек. Ведь вода – источник жизни и процветания. Она дарует спасительную влагу, дает людям все для комфортного проживания и является первым транспортным узлом, который зарекомендовал себя с самой лучшей стороны за более чем тысячелетнюю историю.

Вместе с тем реки всегда были источником опасности. В периоды половодья вода может повести себя непредсказуемо. В истории немало свидетельств устрашающей силы разбушевавшейся стихии. Однако люди всегда стремились подчинить себе силу природы. Строительство дамб и водохранилищ сделало берега безопасными, а жизнь спокойной.

С развитием городов на берегах стали всё чаще появляться промышленные предприятия и порты, которые всё дальше и дальше оттесняли жилую застройку от воды. Берега стали «неудобными» местами, так как строительство на этих территориях требовало решения массы проблем [1]. Города развивались, и реки постепенно стали терять свою ценность. Вода перестала быть важнейшим транспортным средством, отдав это место автотранспорту и железной дороге. Как итог, многие прибрежные территории пришли в запустение [2].

Но время не стоит на месте. Сейчас всё чаще и чаще говорят о тенденции развития городов не просто как «каменных джунглей», а как комфортного места для жизни и досуга людей. И это стало одной из главных задач городского планирования. Большое внимание уделяется созданию рекреационных зон, озеленению и экологичности. Стало понятно, что прибрежные территории идеально подходят для этих целей. Набережные становятся местом притяжения людей, ведь здесь можно отдохнуть, заняться спортом и просто полюбоваться природой. К тому же наличие рядом воды лишь добавляет положительных эмоций [3].

Подобным местом может стать и набережная в поселке Абашево города Новокузнецка. Официально эта территория не считается набережной. Это просто местный проезд, который проходит по верху дамбы, однако люди давно считают это место одним из лучших для отдыха.

Сам поселок возник ещё в начале XX века, когда на территории были обнаружены полезные ископаемые и созданы первые шахты. Жителями были шахтеры и их семьи. Поселков подобных Абашево, было много на территории Кузнецка, они размещались случайно и не имели никакой связи для обеспечения жителей всем необходимым. В 1948 году был выполнен проект детальной планировки поселка Абашево [4]. Он учитывал планировку улиц и площадей, больницы и дома культуры, парков, скверов и стадион, но не рассматривал создание дамбы (рисунок 1).

А между тем река Томь каждый год устрашала людей паводками. После разрушительного наводнения 1977 года (рисунок 2), когда вода поднялась до уровня окон первых этажей, а частный сектор вовсе утонул по крыши, было принято решение о создании дамбы в Орджоникидзевском районе.

Возведение гидротехнического сооружения было завершено в 1979 году и надежно защитило жителей района от разгула стихии. Длина дамбы составила 350 метров, а общая площадь 4500 квадратных метров.

Рисунок 1 – Детальный проект планировки посёлка Абашево в Байдаевском районе г. Сталинска. Эскиз застройки. Гипрогор. 1948 год.

Фотография из архива КГЗР г. Новокузнецка

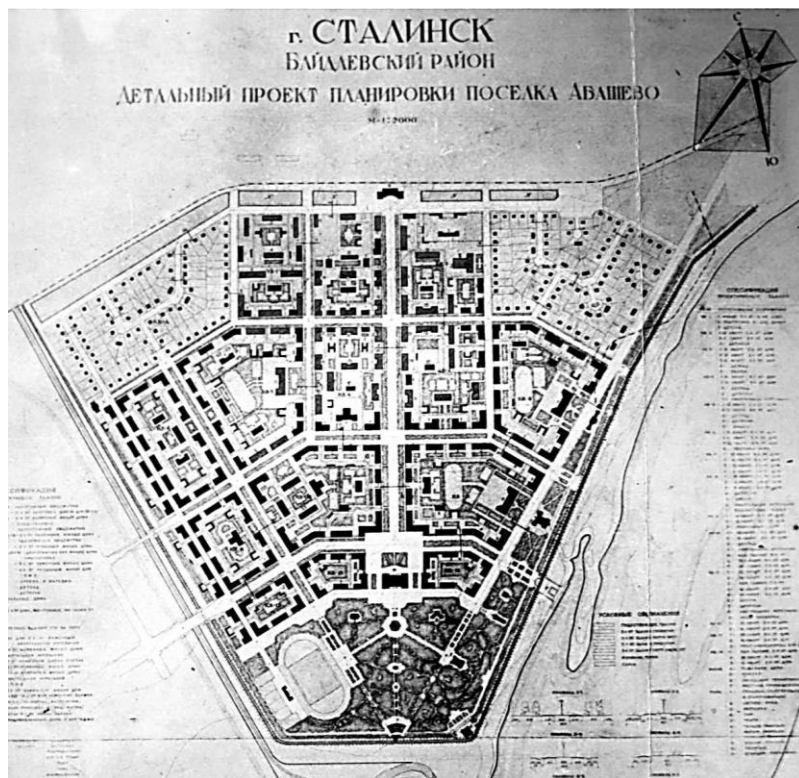


Рисунок 2 – Абашево. Наводнение 1977 г. Фото из архива И. Феськова

Дамба и поныне прекрасно справляется со своей задачей. Она защитила людей от мощных наводнений 2004, 2015 и 2021 года. Вместе с этим, дамба стала излюбленным местом отдыха жителей района. Сейчас это почти 4 километра ровной асфальтированной дороги, идеально подходящей для прогулок и занятий спортом, как летом, так и зимой. С дамбы открываются прекрасные живописные виды на зеленые острова реки Томи.

Однако можно выявить и значительные недостатки этой территории. Среди них малая пропускная способность. Так, ширина дороги на дамбе не более трех метров, но это не мешает автомобилистам использовать ее как проезд. При этом на дамбе почти всегда многолюдно, что в итоге затрудняет движение и пешеходов и водителей. Такое совместное движение людей и автомобилей не является безопасным, так как на дамбе отсутствует ограждение, нет освещения. Нет также удобных спусков к воде, оборудованных мест отдыха и пляжа. К этому можно добавить отсутствие элементарного благоустройства, поэтому здесь много мусора, а берег зарастает кустарником.

На основании анализа рассматриваемой территории было разработано концептуальное предложение по благоустройству набережной. Проектное предложение включает в себя общее благоустройство территории. Предложено разделение потоков автомобилей и людей с возможным частичным ограничением движения автомобильного транспорта (кроме специального). Выполнено функциональное зонирование территории набережной (рисунок 3) с выделением пляжной и прогулочной зон, велосипедных дорожек, мест для занятий спортом, обустройством смотровой площадки (рисунок 4).



Рисунок 3 – Схема функционального зонирования набережной в Абашево



Рисунок 4 – Визуализация участка набережной со смотровой площадкой

Необходимым является создание оборудованного пляжа, ведь, несмотря на то, что вода находится совсем рядом, до ближайшего пляжа нужно далеко ехать. А между тем в плане развития жилого района Абашево предусмотрено увеличение численности населения с 8000 до 20000 человек, что так же предполагает необходимость создания дополнительной комфортной городской инфраструктуры, оборудованных мест отдыха.

В предложенной концепции был рассмотрен вариант углубления и очистки русла реки, чтобы вернуть Томи возможность маломерного судоходства. Это поможет развить и такую отрасль как туризм. Водные прогулки всегда привлекают людей, а богатая история района лишь поможет этому.

Вывод. Проблема запущенности набережных в планировке жилых пространств очень актуальна. Грамотное использование прибрежных территорий оказывает благоприятное воздействие на город и людей. Эта территория имеет огромный потенциал, о ней уже знают люди, а природа сделала это место прекрасным для отдыха. Необходимо лишь сделать набережную безопасной и удобной для людей. Представленный проект является концептуальным, основная работа ещё ведется.

Библиографический список

1. Лекарева Н.А. Принципы ландшафтного урбанизма в освоении пойменных территорий Самары // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, №1. С. 116-122. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.15.
2. Принципы архитектурно градостроительной организации устойчивых городских набережных [Электронный ресурс] / cyberleninka. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyu-arhitekturno-gradostroitelnoy-organizatsii-ustoychivyh-gorodskih-naberezhnyh/viewer/>
3. Заславская А.Ю., Смоленская Е.О., Шмелькова М.А., Использование потенциала прибрежных территорий для повышения комфорта жизни в городах // Градостроительство и архитектура. 2021. Т.11, №4. С. 125-131. DOI: 10.17673/Vestnik.2021.04.15.
4. Магель В.И. Новокузнецк. История создания генерального плана города: монография / Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 386 с.

Сведения об авторах:

Автор: Данилова Анастасия Александровна – студент, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ КВАРТАЛОВ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НОВОКУЗНЕЦКА 1920-50Х ГОДОВ

Магель В.И., Андронов Д.А., Герасимова А.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, a940529v@gmail.com

В статье рассматривается проблематика развития и архитектурно-пространственной среды исторического центра Новокузнецка. Проанализированы данные по истории развития застройки 1920-50х годов, выполнена их систематизация, выявлены архитектурно-градостроительные особенности и определены особенности реконструктивного вмешательства, способные улучшить качество застройки жилых кварталов.

Ключевые слова: историческая среда, исторический центр, архитектурно-градостроительное (культурное) наследие, зоны регулирования застройки, реконструкция, реабилитация

На сегодняшний день одной из актуальных задач для Новокузнецка является создание современной, благоустроенной городской среды. Особым образом это затрагивает застройку 1920 – 50х годов, являющуюся историческим центром города (проспекты Metallургов, Курако, Пионерский, улицы Кирова, Энтузиастов, Хитарова и др.). Причиной тому служит физический и моральный износ части жилого фонда, наряду со средой обитания, неудовлетворяющей современным требованиям комфортности. В частности жилая застройка, которая является важнейшей частью города, отображающей его уникальную историю и особенности архитектуры. Имея преимущества в расположении в историческом центре города, она в тоже время оказывается неконкурентоспособной по отношению к периферийным жилым районам. Происходит отток населения, в частности молодежи, на более развитые, функционально и планировочно, окраины. Там созданы все необходимые условия для комфортной жизни, в купе с обилием рабочих мест, наполненностью учреждениями и предприятиями различных форм собственности. Сложившаяся ситуация способствует еще большему расчленению изначально образовавшейся полицентрической архитектурно-планировочной структуры города

Для формирования положительного имиджа города должны постоянно и комплексно планироваться и осуществляться архитектурно-планировочные мероприятия, направленные на поддержание исторической среды в хорошем состоянии, приспособление ее к изменяющимся требованиям времени, улучшение условий проживания и обслуживания населения [1]. Приемлемым подходом в этом случае является реконструкция. В отличие от нового строительства реконструкция всегда связана с ранее сложившейся планировочной структурой. При таком подходе необходимый перечень мероприятий по улучшению качества застройки выполняется без сноса исторически значимых строений. Это позволяет сохранить отличительные признаки архитектурно-планировочной композиции, сохраняющие узнаваемость исторического центра города и его районов.[2].

Реконструкция, как «гибкий» метод переустройства жилой застройки, в зависимости от ситуации использует несколько способов преобразования территории:

- модернизация функционально-пространственной структуры;
- преобразование пространственной организации города в связи с его территориальным ростом;
- сохранение существующих и выявление новых историко-художественных ценностей города [1].

При проведении реконструкции исторической застройкой рационально прибегать к способу сохранения и обновления. Основой и отличительной частью данного способа является всестороннее исследование территории, включающее в себя: анализ историко-культурной подосновы, городского ландшафта и функциональный анализ [3].

Рассматривая застройку 1920-50х годов города Новокузнецка, можно выделить проблематику сложившейся градостроительной ситуации. Здания, составляющие старую застройку города, представляют собой довольно разнородную массу объектов, которые различаются по времени их строительства, капитальности, этажности, архитектурной и историко-культурной ценности [3]. Так, согласно генеральному плану центра города, разработанного немецким архитектором Эрнстом Маем видно, что изначально планировочная структура жилых кварталов представляла собой строчную застройку, в виде многократно повторяющихся групп, состоящих из пяти одинаковых 3-этажных пятисекционных жилых домов [4]. Являясь основополагающей жилой застройкой, данные сооружения, одно время, были внесены в реестр объектов культурного наследия, позднее решение было пересмотрено, однако это не уменьшает их исторической и культурной ценности и необходимости их сохранения. В дальнейшем в 1935 – 38м годах планировочная структура жилых кварталов была переосмыслена и дополнена плотной периметральной застройкой, более сложной, угловой, конфигурации. Этажность нововозводимых домов также была увеличена до 5 – 6 этажей.

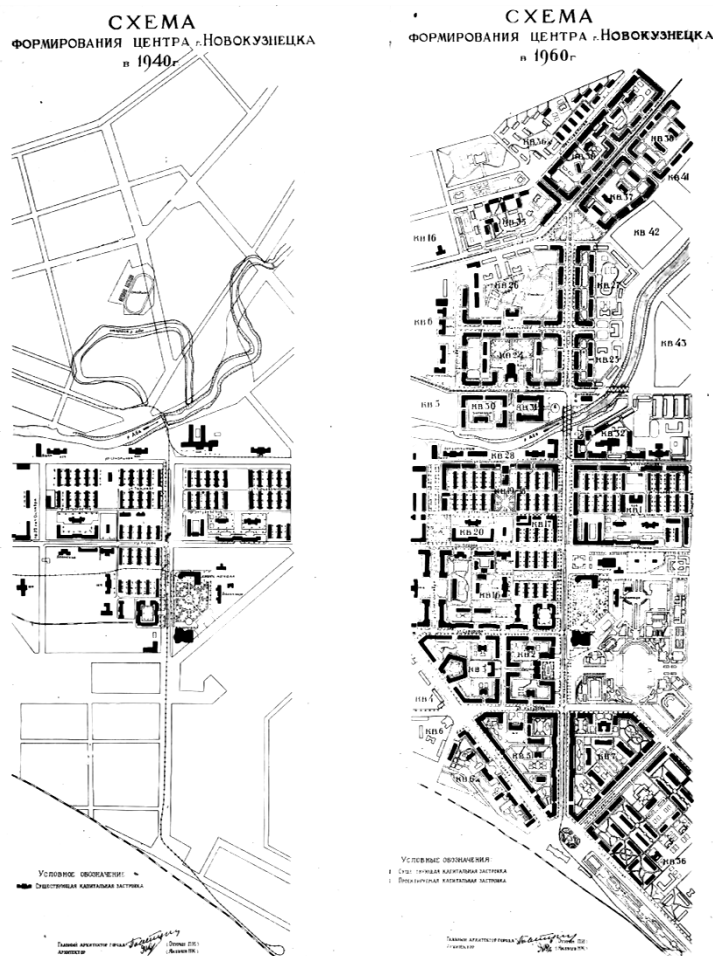


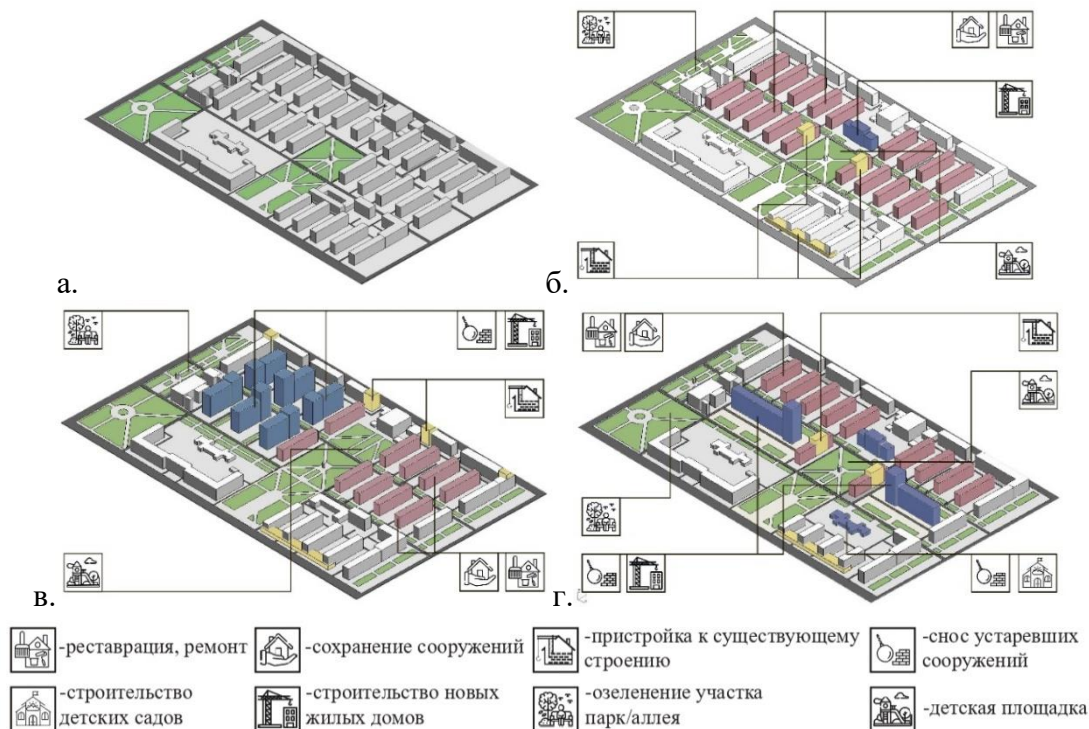
Рисунок 1 – Формирование исторической застройки центра города Новокузнецка

Главный недостаток сложившейся планировки, прослеживается и в настоящее время. Плотность застройки вызвала оскудение благоустройства дворовых территории, что негативно повлияло на комфортность жизни, качество городской среды, визуальное восприятие города, и экологическую обстановку. Согласно Индексу качества городской среды, город Новокузнецк обладает неудовлетворительными показателями. Из 300 максимально возможных баллов качество городской среды города оценено в 148 баллов [5]. При этом озеленение территории получило наименьшую оценку.

Помимо озеленения, в историческом центре города наблюдается острая нехватка обеспеченности жилых кварталов современными детскими площадками, спортивно-

игровыми пространствами, парковками индивидуального транспорта, освещения территории. Дорожно-тропиночная сеть: тротуары, пешеходные зоны, также не отвечают современным требованиям, в особенности требованиям к образованию «безбарьерной среды», и нуждаются в обновлении.

Определив недостатки можно составить «сценарий» реконструкции кварталов жилой застройки Новокузнецка 1920-50х годов. Рассмотрим ряд предлагаемых концепций на примере застройки по улице Энтузиастов – «соцгород» (рисунок 2).



а – существующая ситуация, б – регенерация с капитальным ремонтом, реставрацией или полным восстановлением, в – снос части зданий с заменой новыми строениями, г - развитие сложившейся и формирование новой застройки с частичным сохранением ценных зданий

Рисунок 2 – Реконструкции кварталов жилой застройки Новокузнецка 1920-50х годов на примере улицы Энтузиастов

В первом варианте (рисунок 2, б) в основу реконструкции заложен метод регенерации жилой застройки. Особенностью данного метода является поддержание традиционного планировочного и архитектурного облика, застройки. Изменение характера функционального использования в данном случае не является самоцелью, в первую очередь это сохранение самобытности среды, реставрация памятников архитектуры и других объектов культурного наследия [3,2].

Второй вариант (рисунок 2, в) предполагает частичное сохранение исторически значимых объектов и объектов культурного наследия, с выполнением работ по приспособлению их для современного использования. Часть устаревшего жилого фонда строчной застройки подвергается сносу с последующей заменой новыми современными строениями с повышением этажности, в рамках нормативных высотных параметров зоны регулирования застройки. Более поздние периметральные строения модернизируются, в частности путем надстроек и пристроек. Это позволит разнообразить жилой фонд квартала, не подвергая при этом планировочную структура, композиционную и архитектурную среду застройки кардинальным изменениям.

В третьем варианте (рисунок 2, г), как и во втором, сохранению подлежит лишь часть исторического жилого фонда. Отличительной чертой является внесение изменений в планировочную структуру квартала. Строчная, переуплотненная застройка, имеющая внутри кварталов тесные, темные двory, разукрупняется, разбавляется новыми формами. В центральной полосе квартала предлагается строительство перпендикулярно расположенного к сохранившейся застройке, многоквартирного дома средней этажности. Секцию расположенную у парка Советской скульптуры предлагается выполнить повышенной этажности, что позволит ей выступить в роли доминанты. Данное решение позволит привнести новую динамику в панораму застройки квартала, просматриваемую не только со стороны парка, но также магистралей (проспект Пионерский, проспект Metallургов, улица Кирова). Во избежание негативного влияния на социальную среду, вследствие повышения этажности, в данном случае предлагается строительство новых дошкольных и общественных учреждений, малой и средней этажности, на месте старой застройки.

Общим условием для всех рассмотренных концепций реконструкции является:

- сохранение исторически значимых зданий и сооружений;
- обеспечение дворовых территорий необходимыми элементами благоустройства и социально-досуговой инфраструктуры: устройство детских и спортивных площадок, зон отдыха, озеленение территорий, устройство наружного освещения;
- переосмысление использования земельного фонда. Ввиду малой площади под расположение всех необходимых элементов благоустройства, использовать вертикальную структуру, ниже нулевой отметки поверхности земли, для организации парковок и автостоянок.

Разработанная программа реконструктивных мероприятий позволит создать качественные условия для проживания, рационального использования территории жилых кварталов, и при этом сохранить их историческую индивидуальность.

Библиографический список

1. Мухитов Р. К. Реконструкция объектов градостроительного наследия: учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского гос. арх-строит. ун-та, 2018. – 111 с.
2. Дагданова И. Б. Исторический центр как ресурс развития крупного города// Архитектура. Дизайн. Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2012. С. 100 – 110.
3. Методы реконструкции исторически сложившейся среды городских центров. URL: <https://studizba.com/lectures/stroitelstvo/restavracija-i-rekonstrukcija-obektov-gradostroitel'nogo-nasledija.html>.
4. Магель В. И. Новокузнецк. История создания генерального плана города : монография / В.И. Магель; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – 386 с., ил.
5. Стратегия социально-экономического развития новокузнецкого городского округа до 2035 года. URL: <https://docviewer.yandex.ru/view/994759570/>

Сведения об авторах:

Магель Виктор Иванович – заслуженный архитектор Российской Федерации, профессор кафедры архитектуры СибГИУ,

Андронов Дмитрий Андреевич – магистрант, Архитектурно-строительный институт, СибГИУ

Герасимова Анастасия Вячеславовна – магистрант, Архитектурно-строительный институт, СибГИУ.

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕНОВАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ КУЗБАССА

Автор: Герасимова А.В.

Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, nice.nastysha97@mail.ru*

Аннотация. В рамках данной работы выполнено научно-концептуальное обоснование проведения мероприятий по реабилитации и архитектурной реновации отработанных и нарушенных территорий в городах юга Кузбасса. Разработаны проектные предложения по архитектурной реновации восстановленных земель на примере разрезов «Березовский», «Сибиргинский», «Барзасский», промышленной территории НКМК, что носит характер, призвано задействовать наиболее приемлемые методы и средства для эффективного развития потенциала нарушенного урбанизированного ландшафта.

Ключевые слова: архитектурная реновация, урбанизированный ландшафт, экологичность, города Кузбасса.

Развитие сферы экологической рекреации может стать одним из факторов устойчивого развития восстановленных земель угольных разрезов и деградирующих промышленных территорий индустриальных городов Кузбасса. Обеспечение устойчивого развития населенных мест – одна из наиболее актуальных задач современной государственной политики России.

Актуальность заключается:

– в исследовании проблем и факторов влияющих на направление реновации в индустриальных городах Кемеровской области, исследовании особенностей построения и расположения промышленных территорий в городской среде и разработки оптимальных методов проведения реновации;

– в возможности преобразования обширных деградирующих промышленных территорий земель Кузбасса в зоны тяготения населения;

– в возможности сохранения и воссоздания уникальных исторических памятников промышленной архитектуры, служивших началом застройки крупнейших индустриальной городов Кузбасса;

– в использовании реновации как метода экономии энергоресурсов; улучшения экологической обстановки в индустриальных городах;

– в решении проблем ветхого жилья и недостатка территорий путем проведения редевелопмента;

– в восстановлении градостроительной целостности; возврата индустриальным городам восстановленных территорий, привлекательного вида.

Цель исследования: Научно - концептуальное обоснование и разработка мероприятий по экологической реабилитации и архитектурной реновации неиспользуемых и нарушенных территорий юга Кузбасса.

Основные задачи:

- определение градостроительных условий для создания зон территориального развития восстановленных земель;

- разработка проектных предложений по развитию инфраструктурного каркаса с популяризацией новых видов хозяйственной деятельности (этнографический и промышленный туризм, научно-исследовательское и образовательное направления, культура и развлечения).

Практическая значимость

- использование для решения коренных проблем восстановленных земель угольных разрезов, реновации деградирующих промышленных территорий;

-использование для подбора, разработки и интеграции методик проведения реновации в индустриальных городах Кузбасса;

-использование в качестве базы для ознакомления с основными причинами необходимости проведения реновации, методиками и особенностями ее проведения на территории индустриальных районов, также для проведения дальнейших научных исследований и анализов.

По сводным данным Индекса экологической эффективности 2020 г. (EPI) из 180 участвующих в рейтинге стран Россия занимает 58 место [5]. Экологический показатель России составляет 50,5 балла, данный показатель демонстрирует плачевное состояние здоровья окружающей среды и жизнеспособности экосистем в стране. Подобная ситуация отрицательно воздействует на формирование образа нашей страны в мировом сообществе.

В Российской Федерации существует несколько районов, объявленных зоной экологического бедствия. Одним из них является Кемеровская область. «Для Кемеровской области характерны все основные составляющие, которые определяют негативное влияние промышленности на окружающую среду: крупные масштабы промышленного производства, высокая степень концентрации промышленных объектов в юго-западной и западной частях области, сложная структура промышленности, включающая виды экономического действия высокого класса вредности» [6].

Кузбасс – крупная промышленная область России с высоким экономическим потенциалом, расположенная на юго-востоке Западной Сибири. Общая площадь земель в административных границах Кемеровской области по состоянию на 01.01.2019 г. составила 9572,5 тыс. га., из которых 168,4 тыс. га. используются для промышленных целей (рисунок 1).

Большая часть земель используется под горную выработку. Вследствие ведения открытых разработок в атмосферу попадает большое количество загрязняющих веществ, выбрасываются пылегазовые облака, образованные в результате проведения буровзрывных работ и транспортировке горных масс. Особому влиянию подвержена гидросфера, участки разрывов подтапливаются, в следствии чего меняется водный режим территории, нередко случаются выбросы в грунтовые и сточные воды. Перенос данных загрязнений на дальние расстояния приводит локальные проблемы в спектр региональных. Больше всего от угледобывающего промысла страдает земная кора. При ведении работ по горной выработке нарушается плодородный слой земли, уничтожаются тысячи гектаров леса, а на месте сельскохозяйственных и лесохозяйственных земель образуется техногенный, «лунный» ландшафт [7].

В работе проанализированы основные виды выбросов в окружающую природную среду, существенным образом влияющие на экологию региона. Наиболее тяжелая ситуация складывается с атмосферными выбросами. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области и Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, в 2019 г. суммарный объем выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу составил 1718,848 тыс. т.. В общем объеме выбросов доля от передвижных источников составила 13,5 %, от стационарных источников – 86,5 % [8]. По данным наблюдений в 2007 году уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивался как высокий в городах Кемерово, Прокопьевск; очень высокий – в городе Новокузнецк.

На территории Кемеровской области функционирует 22,2 тыс. стационарных организованных и неорганизованных источников выбросов. Основными стационарными источниками загрязнения атмосферного воздуха на территории области являются предприятия по добыче полезных ископаемых, предприятия обрабатывающих производств, предприятия по обеспечению электрической энергией, газом и паром; кондиционированию воздуха [8].

Наибольшая величина выбросов отмечается в Новокузнецке, сложившаяся в городе ситуация близка к критической, он занимает 7 место среди 20 наиболее загрязненных городов России.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области, в 2017 г. в городе Новокузнецк общая масса загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу от стационарных источников, составила 313,331 тыс. т.,

что в разы превышает показатели других городов Кузбасса. Далее следует Междуреченск – 120,07 тыс. т., Белово – 80,348 тыс. т., Ленинск - Кузнецк – 55,841 тыс. т., Кемерово – 41,106 тыс. т., Прокопьевск – 20,436 тыс. т., Киселевск - 13,498 тыс. т.,

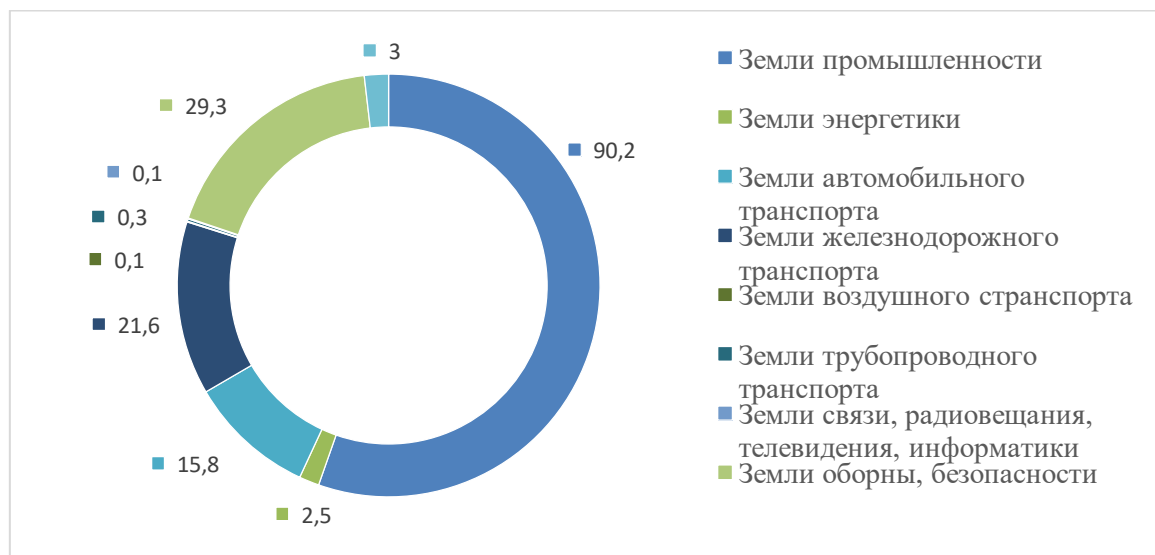


Рисунок 1 – Распределение земель промышленности, транспорта, связи и иного специального назначения, тыс. га.

Источник: данные Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Кемеровской области

Самая грязная река Кузбасса – Аба, вбирает в себя на всем своем протяжении в 71 км стоки Киселёвска, Прокопьевска и части Новокузнецка. Площадь водосбора – 872 кв. км – в основном тоже с неблагоприятных территорий. И все же самый грязный водоем Кузбасса – большое озеро у так называемого шестого километра в Новокузнецке. В сентябре 1996 г. концентрация мазута в нем превысила предельно допустимый уровень в 278 раз, фенолов – в 5 раз. На каждого кузбассовца в год приходится по 230 кубометров загрязненных вод, что в полтора раза больше, чем в целом по России [9].

Помимо экологических проблем атмосферы и водных ресурсов, существенным образом пострадали земли Кузбасса. По состоянию на 1 января 2018 г. в Кузбассе площадь нарушенных земель составляла более 100 тысяч гектаров, 94% из них нарушено в результате разработки месторождений полезных ископаемых, и эти показатели продолжают расти [10]. Добыча каждого миллиона тонн угля сопровождается потерей земельных ресурсов лесного назначения площадью 3-4 га ежегодно [11]. Таким образом, можно сделать вывод: горнодобывающая промышленность оказывает губительное воздействие на экологию Кузбасса. Кроме угольной промышленности, Кузбасс располагает мощной базой химического производства, которое ежегодно выбрасывает в атмосферу области тысячи тонн химических отходов.

В данном исследовании рассматривается архитектурно-планировочная структура наиболее крупных, по населению, городов Кемеровской области, суммарный объем загрязнения которых, превышает показатели прочих административных единиц. К ним относятся: Новокузнецк-549 103 чел., Кемерово- 556 382 чел., Прокопьевск 190 334 чел. данные по состоянию на 2020 г..

Город Кемерово – важный административный, промышленный, транспортный, экономический, научный и культурный центр Сибири [12]. Город площадью 29,483 тыс. га. расположен на юго-востоке Западной Сибири, в центре Кузнецкой котловины, в северной части Кузнецкого угольного бассейна. Территория города находится в пределах увалисто-холмистой равнины севера Кузнецкой котловины, в лесостепной южной части Западной Сибири.

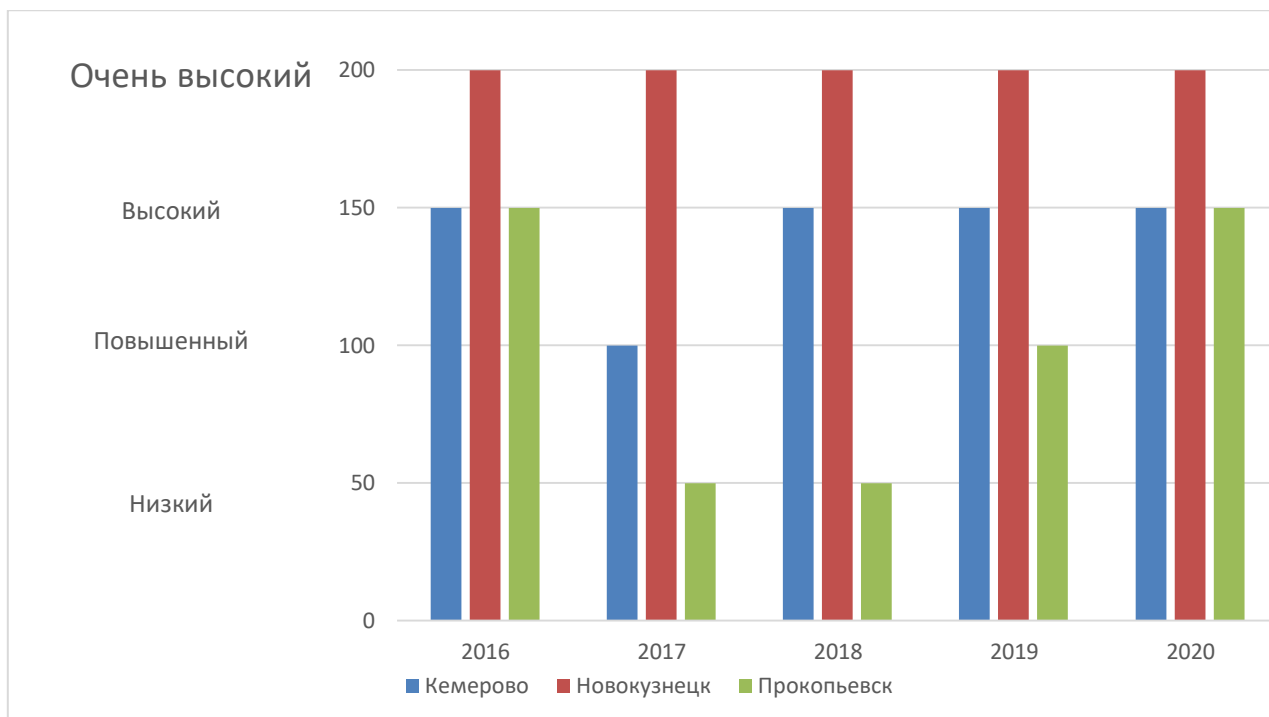


Рисунок 2 - Уровень загрязнения атмосферного воздуха городов Кемеровской области
 Источник: данные Кемеровского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС»

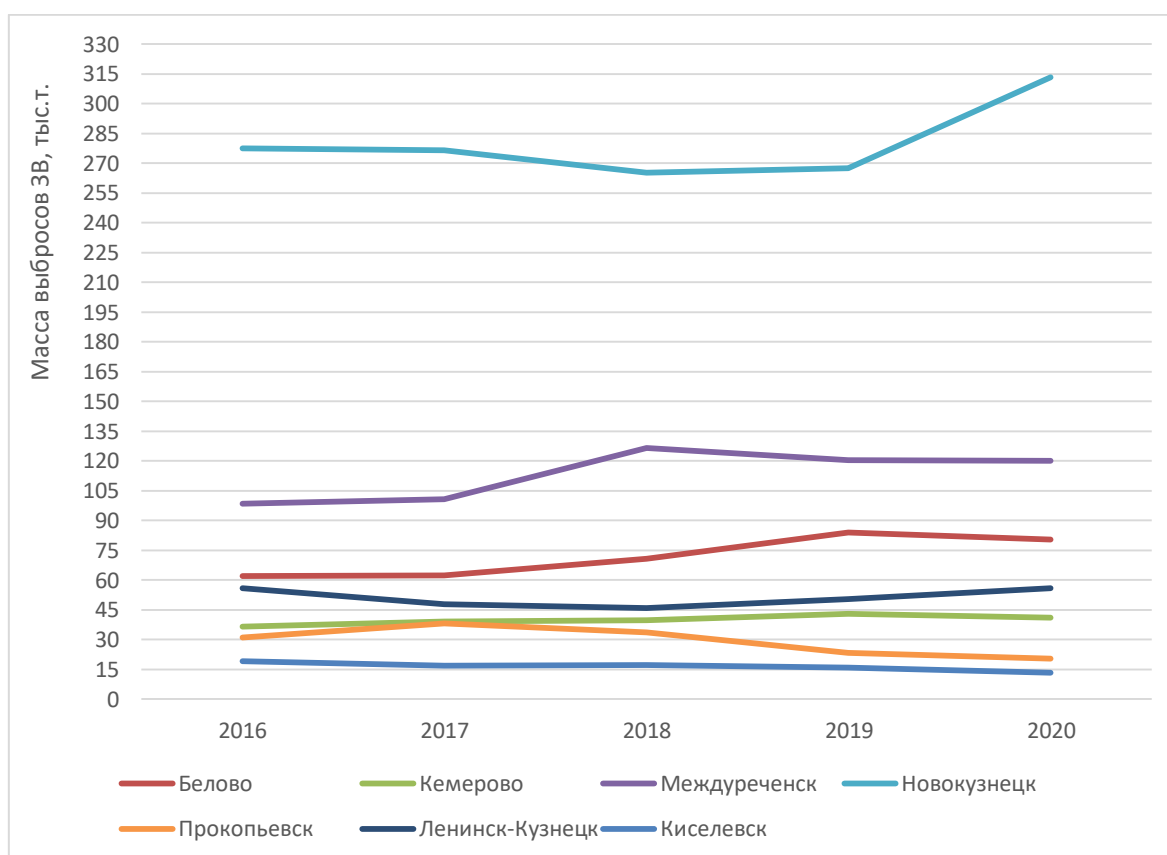


Рисунок 3 – Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками с 2016 по 2020 г., тыс. т.

Источник: доклады о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области; данные территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области

Анализ архитектурно-планировочной структуры городов

Сложный естественный рельеф местности, наличие непригодных для строительства подрабатываемых территорий и вытянутые длинными параллельными полосами планировочные зоны Кемеровского рудника исключили возможность применения компактной планировки города [13]. Таким образом, долгое время, город развивался по осевому типу планировочной структуры, схема плана была замкнутой, без учета возможного перспективного развития города, что соответствовало концепции города-сада, которая предполагала ограничение роста промышленных городов.

После разрастания Кемерово в крупный промышленный центр с полумиллионным населением планировочная структура города подчинилась регулярной прямоугольной сетки кварталов с радиально-кольцевой системой основных магистралей.

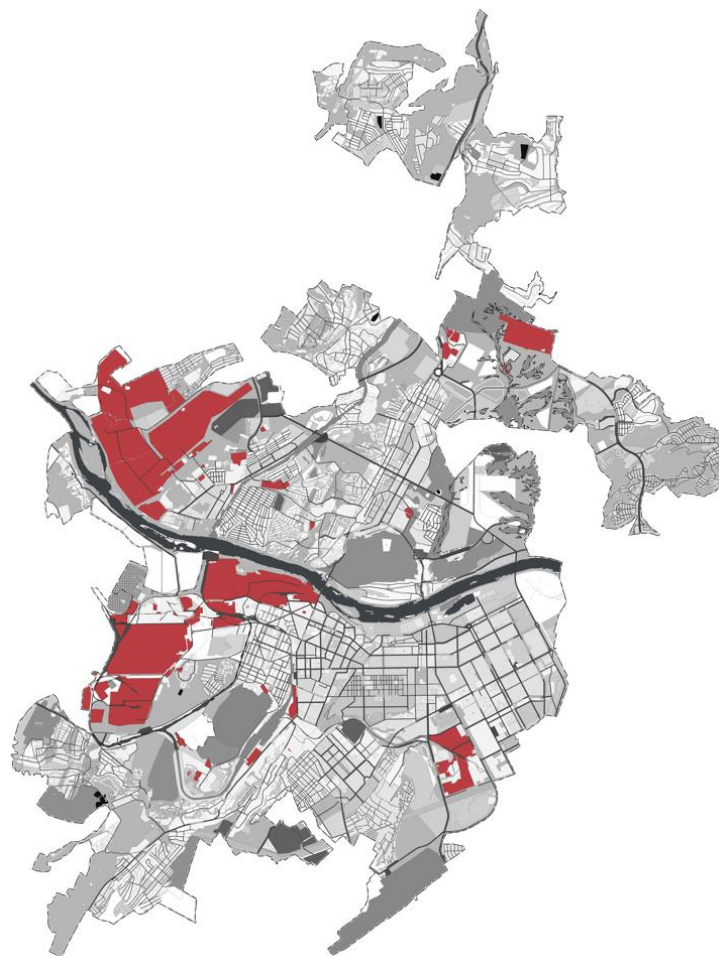


Рисунок 4 – Крупные промышленные зоны г. Кемерово. Источник: ФГИС ТП

Прокопьевск – город на юге Кемеровской области, который на протяжении второй половины XX в. являлся центром угольной промышленности. Планировочное развитие Прокопьевска тесно связано с развитием соседнего Киселевска. Оба города развивались на базе одного угольного месторождения Балахонской свиты и вместе составляют Прокопьевско-Киселевский угольный район.

Планировочная структура Прокопьевска формировалась на правом берегу Абы на месте слияния нескольких градостроительных образований: село Прокопьевское, рабочий поселок Прокопьевских каменноугольных копей и село Усятское. Главным образом на такое размещение города повлияли особенности рельефа, территорию относят к числу очень сложных в тектоническом отношении, причиной тому стало широкое развитие различных по типу нарушений земной поверхности. Тырганский надвиг и пять «взбросов» с крутым падением до 70–80 градусов относятся к основным нарушениям исследуемого района [15].

Общая площадь земель в административных границах Прокопьевского городского округа по состоянию на 31.12.2017 г. составила 21,672 тыс. га. Территория города разделена на два основных района полосой промышленных земель угольных предприятий. Особенности геологического строения, вкуче с протяженностью угленосной зоны с севера на юг – предопределили линейный характер планировочной структуры исторического (Линейного) района [16]. В свою очередь второй район, Тырган, имеет компактную планировочную структуру.

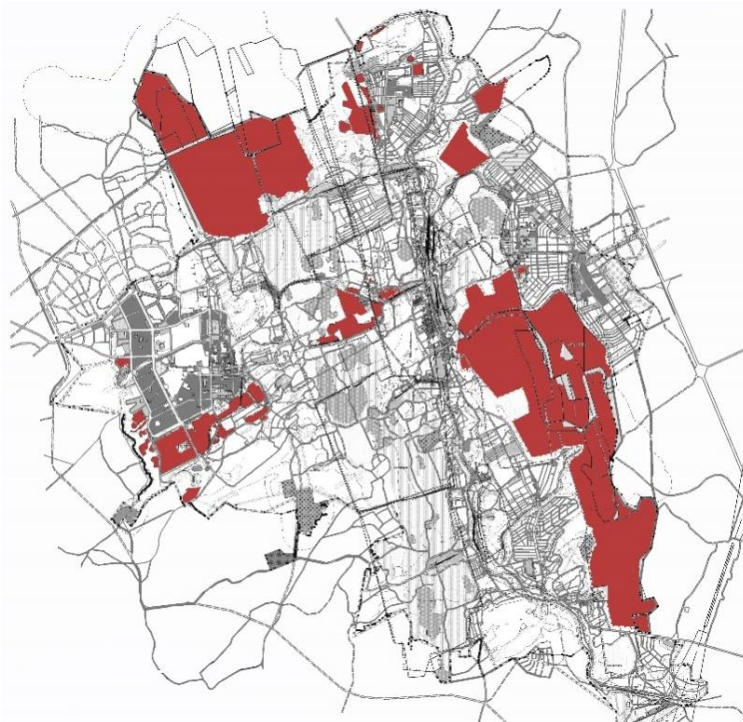


Рисунок 5 – Крупные промышленные зоны г. Прокопьевск. Источник: ФГИС ТП

Новокузнецк – старейший город Кузбасса, расположенный, на юге Западной Сибири, на обоих берегах реки Томи, в южной части Кемеровской области. Город Новокузнецк входит в число наиболее значимых промышленных центров не только Кемеровской области, но всей России.

Сложившаяся полицентрическая архитектурно-планировочная структура города, организована преимущественно для ведения промышленной деятельности, за каждым заводом или шахтой, закреплён свой небольшой населённый пункт.

Промышленные зоны разработанные с учетом дальнейшего внедрения заводских сооружений разрослись до невероятных объемов. Занимая существенную площадь города, промзоны, сосредоточились преимущественно в центральной и северо-восточной частях, вклиниваясь в городскую среду, нарушая ее целостность. Они являются частью города и, в то же время, существуют относительно автономно. Функциональные и социальные связи с окружающей застройкой у них практически отсутствуют, исключением является их частичная включенность в транспортную инфраструктуру города [17].

Расположение промышленности непосредственно в структуре города приводит к многочисленным отрицательным последствиям, таким как ухудшение экологической обстановки, транспортные проблемы, сложности территориального развития, нарушение гармоничного восприятия архитектурного облика.

Проанализировав архитектурно-планировочную структуру городов Кузбасса можно выделить ее характерные особенности:

– Образование городов связано с развитием на территории крупных промышленных зон, основные населённые пункты возводились в непосредственной близости с местами работы (заводы, шахты). Отсюда следует, что главную роль в организации антропогенного ландшафта играют промышленные зоны;

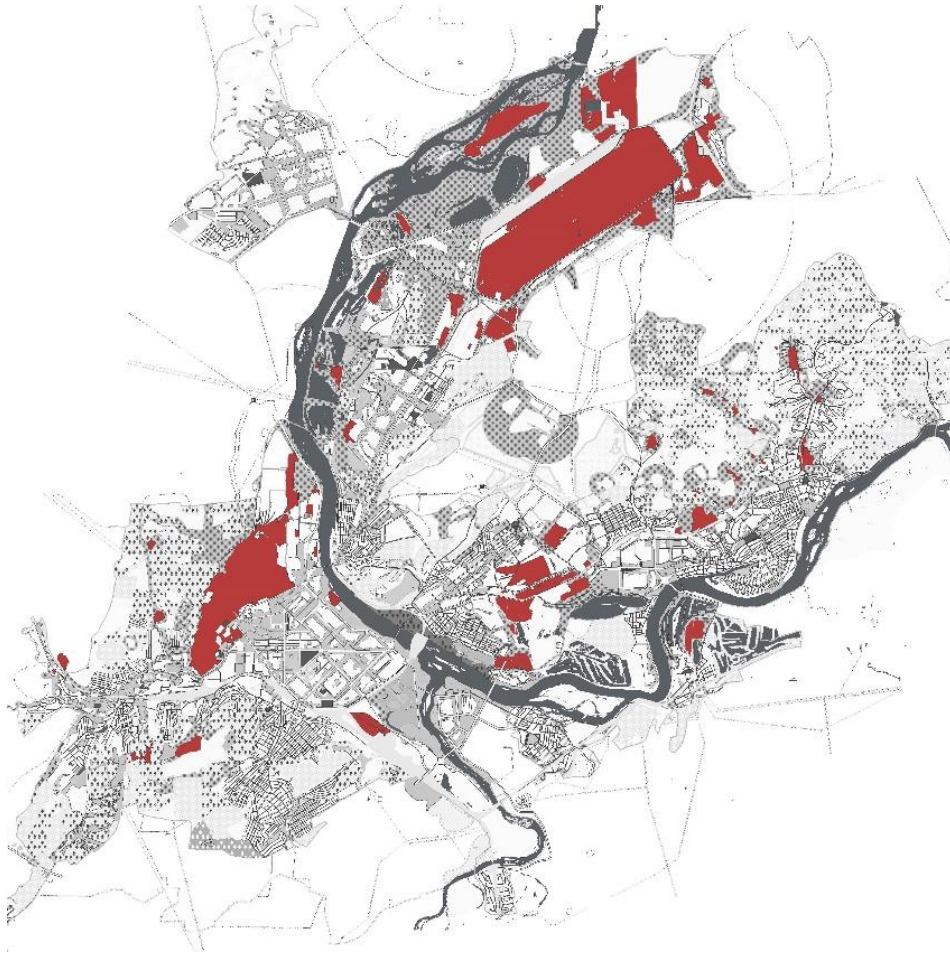


Рисунок 6 – Крупные промышленные зоны г. Новокузнецк. Источник: ФГИС ТП

– Исторические аспекты развития, объединение мелких поселений в единую административную единицу, обуславливают рассредоточенную, местами расчлененную, структуру городов;

– Развитие городов осуществлялось вдоль крупных рек, преимущественно по осевому принципу, на это повлияли: существующий сложный естественный рельеф, расположение нарушенных земель, а также особенности расположения месторождений твердых полезных ископаемых.

На основании комплексного исследования предлагаются следующие направления по архитектурной реновации:

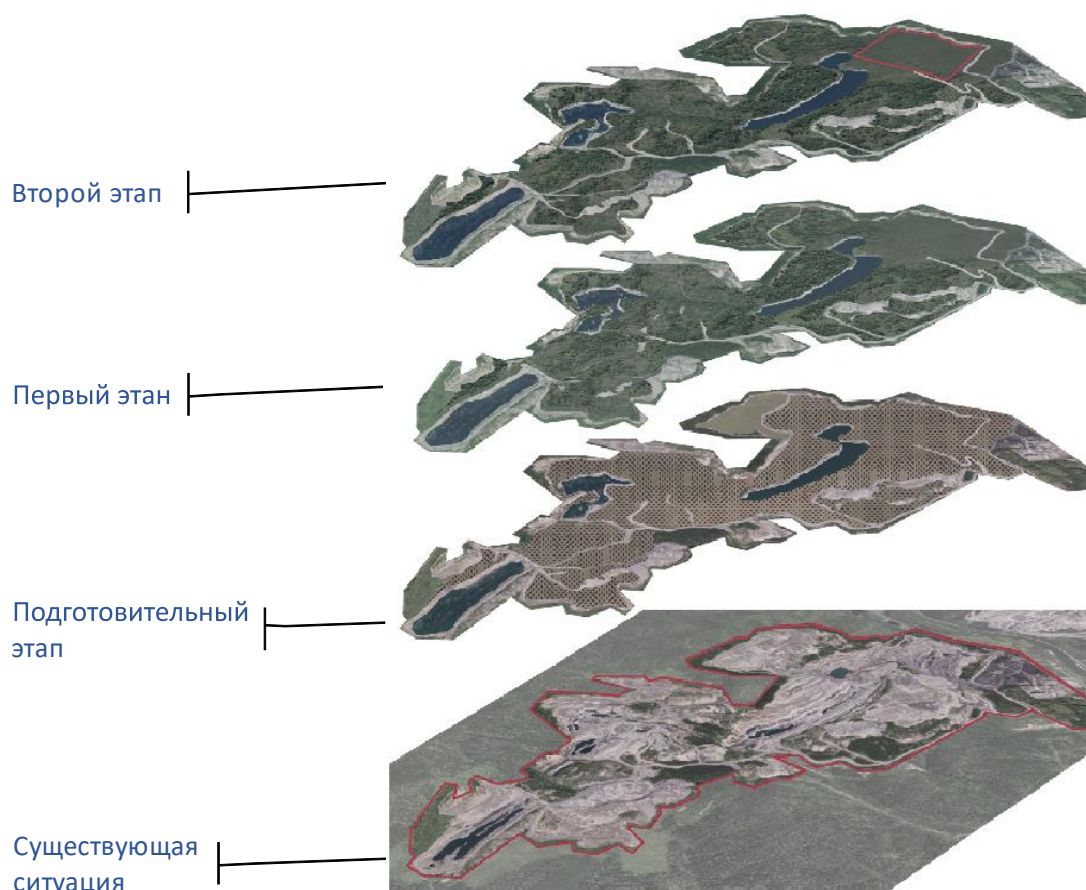
- Экологическая стабилизация территории
- Восстановление природных территорий, в том числе коренных народов
- Социализация с развитием научно-познавательных и развлекательных комплексов

Направления архитектурной реновации:

- Туристические этнографические маршруты;
- Шорский духовный центр Эне-Таг;
- Научно-образовательный центр с экспериментальными лабораториями по экологической стабилизации и рекультивации нарушенных земель;

Проектные предложения:

- Кузбасский зоологический парк (восстановленные земли ООО Разрез Березовский);
- Многофункциональный музейно-выставочный центр (реновируемая территория НКМК, г. Новокузнецк);
- Благоустройство территории пос. Абашево в г. Новокузнецке.



1 этап – технологическая рекультивация; 2 этап – биологическая рекультивация;
3 этап – экологическая стабилизация.

Рисунок 7 – Взрыв-схема этапов экологической реабилитации

Заключение

Помимо анализа развития редевелопмента в России и за рубежом, были исследованы экологическое состояние и архитектурно-планировочная структура городов Кузбасса. По результатам исследований можно сделать вывод, что Кузбасский регион нуждается в проведении серьезных мер по улучшению экологической обстановки, а также проведении мероприятий по улучшению качества структуры города, общественных пространств. Стоит отметить, что первые шаги к развитию редевелопмента в Кузбассе уже были предприняты. Так, в Новокузнецке регулярно проводятся: Сибирский экологический форум, областная конференция «Экологическая безопасность Кузбасса. Проблемы и пути решения», на которых представители профессиональных сообществ, молодежных движений и общественных организаций, обеспокоенные судьбой родного края, обсуждают возможности преодоления сложившихся проблем в экологии Кемеровской области.

В данной работе представлены проектные предложения по архитектурной реновации восстановленных земель на примере разрезов «Березовский», «Сибиргинский», промышленные территории НКМК, что носит комплексный социально ориентированный характер, призвано задействовать наиболее приемлемые для данной территории методы и средства для эффективного развития потенциала нарушенного урбанизированного ландшафта.

Реализация проектного предложения по архитектурной реновации нарушенных земель будет способствовать улучшению экологической обстановки в данной местности, обеспечит создание условий для проведения научных исследований, ведения малого и среднего бизнеса, будет способствовать популяризации здорового образа жизни, организации культурного досуга населения, восстановлению природных земель коренных народов.

Библиографический список

1. Аванесов А. Д., Болобошко Д. С., Ланин Е. Б., Огурцов Г. К. Обзор отечественного и зарубежного опыта реновации производственных зданий // Российский Научно-исследовательский журнал. 2017. С. 98-100.
2. Попова П.В., Пупенцова С.В. Анализ чувствительности при оценке объектов недвижимости // Неделя науки СПбПУ: сб.ст. по материалам науч. конф. с междунар. участием. СПб.: С.-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого, 2016. С. 212-215.
3. Поляков Д.К., Пупенцова С.В., Некрасова Т.П. Мировой и отечественный опыт редевелопмента территорий // Проблемы социально-экономического развития Сибири. 2018. № 4 (34). с. 67-75
4. Абакумова А.В. Принципы оптимизации промышленных территорий // Приволжский научный журнал. 2014. № 2 (30). С. 125-128.
5. Wendling, Z. A., Emerson, J. W., de Sherbinin, A., Esty, D. C., et al. (2020). *2020 Environmental Performance Index*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. epi.yale.edu
6. В Материалах к Государственному докладу о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2009 г.
7. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 19–21 мая 2020 г. Выпуск 24. Часть V. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк ; Издательский центр СибГИУ, 2020. – 329 с. : ил.
8. Администрация Кемеровской области, Департамент природных ресурсов экологии Кемеровской области / Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2017 г. // г. Кемерово, 2018
9. Экология Кузбасса. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docus.me/d/82734/>
10. Городок. Информационно-развлекательная газета г. Киселевск [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://gorodok.bz/news/649943/> (дата обращения 06.10.2020)
11. Двуреченский, В. Г. Мониторинг нарушений и развитие почвенного покрова в техногенных ландшафтах горно-таежного пояса Кузбасса (на примере г. Междуреченска) // Проблемы мониторинга окружающей среды (ЕМ-2011). - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011. - С. 161-165
12. Кемерово [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кемерово>
13. Захарова И.В. Эволюция архитектурно-планировочной структуры Кемерово в начальный период индустриального развития / Захарова И.В. // Вестник КузГТУ. – 2004. – 85-90
14. Ермолина А.М. Архитектурно-планировочное развитие города Кемерово по генеральному плану 1948 года. Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017;(4):9-18.
15. Генеральный план города Прокопьевска Кемеровской области, г. Новосибирск, 2008 г. – <http://www.pearlkuz.ru/34-city/263-generalnyj-plangoroda>.
16. Битухеева, Г.Ф. Формирование и специфика планировочной структуры линейного района Прокопьевска в 1925–2020 гг. / Г.Ф. Битухеева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 12–19. DOI: 10.14529/build200202.
17. Благиных Е.А., Дрожжин Р.А. Механизмы и принципы реновации стагнирующих территорий металлургических предприятий // Градостроительство и архитектура. 2018. Т. 8, № 4. С. 72–77. DOI: 10.17673/Vestnik.2018.04.13.

Сведения об авторах:

Автор: Герасимова Анастасия Вячеславовна – магистрант, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НОВОКУЗНЕЦКА

Автор: Герасимова А.В.

Руководитель: канд. арх., доцент Благиных Е. А.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, nice.nastysha97@mail.ru*

Аннотация. Статья затрагивает проблему промышленных территорий в городской черте, которые неэффективно используются и не позволяют городу равномерно и рационально развиваться. Данное исследование направлено на выявление возможностей, потенциала таких территорий, а также определение наиболее оптимального варианта преобразования территорий. В статье представлена концепция современного использования, благоустройства конкретной территории на примере Новокузнецкого металлургического комбината.

Ключевые слова: реновация, благоустройство, Новокузнецкий металлургический комбинат, стагнация, промышленные территории.

Новокузнецк – старейший город Кузбасса, с богатой историей, расположенный на юге Западной Сибири, на обоих берегах реки Томи, в южной части Кемеровской области. Образование Новокузнецка тесно связано с периодом индустриализации в стране, город является одним из крупнейших промышленных узлов и славится своей металлургической и угледобывающей базой. Ускоренный переход к индустриальному этапу развития наложил отпечаток на генеральном плане города. Вследствие ударных темпов строительства, здания заводов входили в эксплуатацию поэтапно, в связи с чем промышленные зоны разрабатывались с учетом дальнейшего внедрения заводских сооружений. Большие охваты производства и строительства привели к массовому притоку населения, и как результат к разрастанию жилого фонда. В процессе роста застройки расположенные на окраинах промышленные зоны оказались окружёнными жилой и административной застройкой.

На сегодняшний день наблюдается удручающая картина, промышленные территории, заполненные выработавшими свой эксплуатационный срок сооружениями, «разрывают» градостроительное «полотно» [1]. Сложившаяся обстановка существенным образом влияет на развитие Новокузнецка, препятствуя планомерному разрастанию города, а также сочленению исторически сложившейся полицентрической планировочной структуре.

Пространства промышленных зон обладают огромным потенциалом для обустройства общественных территорий с улучшением качества городской жизни и инфраструктурного обслуживания [2]. Этот потенциал можно реализовать посредством повторного использования (реабилитации, рефункционализации или реновации) промышленных территорий. Являясь градообразующими объектами заводские территории, с течением времени располагающиеся в центре застройки, определяются своей инвестиционной привлекательностью. В наличии близость и высокая плотность объектов социальной и культурной инфраструктуры, ресурсы инженерно-технических и транспортных коммуникаций. Суть любой реабилитации заключается в использовании предоставленного потенциала территории, обеспечении ее устойчивого развития, повышении конкурентоспособности и развитии социально-экономического ресурса.

В работе представлена концепция благоустройства наиболее привлекательной для реабилитации территории Новокузнецкого металлургического комбината (далее НКМК). Располагаясь в структуре города стагнирующая промышленная зона приводит к многочисленным отрицательным последствиям, таким как: ухудшение экологической обстановки, транспортные проблемы, сложности территориального развития, а также оказывает негативное

влияние на гармоничное восприятие архитектурного облика города, вид на «хмурый» комплекс открывается с главной улицы города ведущей к вокзалу.

В настоящее время лишь малая часть территории занята производствами, остальная в свою очередь покрыта санитарно-защитными зонами. Таким образом, пустуют большие площади (рисунок 1), а развитие города в этом направлении останавливают накладываемые на свободные территории ограничения. Еще одним фактором неэффективного использования территорий является то, что далеко не все предприятия в настоящее время работают на тех же мощностях, что и в расцвет своей производственной деятельности. Некоторые из них и вовсе являются недействующими [3].



Рисунок 1 – Фотофиксация существующей ситуации на территории Новокузнецкого металлургического комбината. Фото автора 2022 г.

Актуальным решением для реновации территории НКМК является создание рекреационных групп, городских парков, привлекательных для разных возрастных групп населения. Данное направление реновации позволит подчеркнуть достоинства территории, решая при этом городские проблемы. В Новокузнецке, при учете плотности застройки и количестве промышленных зон ощущается острая нехватка парков, аллей, городского озеленения. Большинство существующих «зеленых пространств» предназначены преимущественно для прогулок и пассивного отдыха, они устарели и потеряли свою актуальность для молодых групп населения. В них отсутствует поливочная система, асфальтовые и плиточные пешеходные дорожки находятся в полуразрушенном состоянии. Поэтому создание большой зеленой зоны является жизненно необходимым для развития города.

Основываясь на потребностях города и специфики реабилитируемой территории, определены два основных перспективных направления реновации:

- озеленение буферных пространств, рекреаций, разделяющих промышленную и общественно-деловую зоны;

- историко-музейной зоны на основе карты зон с особыми условиями использования территорий, выявив объекты, обладающие признаками культурного наследия;

Под буферным пространством подразумевается создание на территории НКМК парка, нового центра притяжения как для молодежи, так и для взрослого населения города. Необычное расположение парка, в окружении индустриальной застройки, позволит создать уникальный, нестандартный образ, вызывающий интерес, обширная площадь выбранной территории позволяет вместить разнообразные зоны для активного и пассивного отдыха, а также протяженные прогулочные бульвары.

Проектом предусмотрено создание сети беговых дорожек, велосипедных трасс и аллей. Площадки с наличием полосы препятствий. Для повышения комфортности пребывания на территории, расположены зоны тихого вида отдыха с наличием скамьи, троп, зеленых насаждений. В рамках организации историко-музейной зоны, предлагается внедрение на территории малых архитектурных форм. В данном случае предполагается размещение на месте утраченного исторического объекта – Доменной печи № 5, музейного комплекса, стилизованно передающего формы бывшего сооружения (рисунок 2).

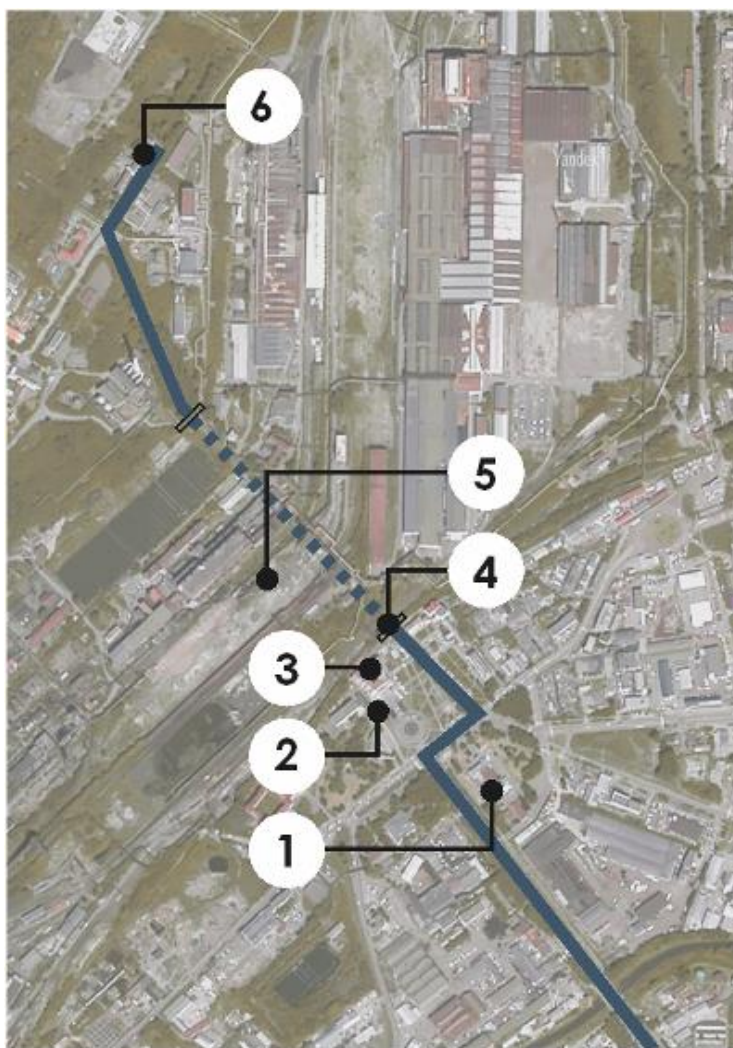


Рисунок 2 – Концепция современного использования и благоустройства территории НКМК (проектное предложение)

Заключительным этапом реновации выдвигается предложение о создании туристического маршрута (рисунок 3). Данное решение позволит повысить привлекательность реабилитируемой территории не только для местных жителей, но и для прибывающих туристов. Кроме того поспособствует окультуриванию населения, повысит уровень исторической грамотности. Также это окажет благотворное влияние на образ города, объединённый «зеленой полосой» туристический маршрут, берущий свое начало от железнодорожного вокзала, протянется вдоль главной улицы (проспект Курако) создавая единую гармоничную композицию исторического центра города.

Как итог реновации можно выделить основные достоинства предлагаемой концепции:

- улучшение состояния окружающей среды и санитарно-гигиенических условий проживания за счет ликвидации экологически неблагоприятных объектов реорганизуемых промышленных зон;
- содействие в экологической стабилизации города,
- сохранение памятников историко-культурного наследия,
- привлечение внимания к истокам образования города и создание нового центра тяготения населения.
- содействие в обеспеченности территории города социальными, территориальными, инженерными и транспортными ресурсами;
- содействие устойчивому развитию города, путем создания нового вектора застройки, что в будущем приведет к уменьшению децентрализации города, предотвратит нарушение целостности городской застройки.



1 – Театр «Металлург» (ОКН регионального значения); 2 – Танк Т-34;
 3 – Здание Заводуправления НКМК; 4 – Тоннель КМК; 5 – Утраченный объект - Доменная печь №5; 6 – гостиница Верхней колонии Новокузнецка

Рисунок 3 – Концепция туристического маршрута по значимым историческим объектам в центре Новокузнецка

Библиографический список

1. Дрожжин Р.А., Благиных Е.А. Реабилитация промышленных территорий как один из факторов устойчивого развития городской среды / Благиных Е.А., Дрожжин Р.А. – Новокузнецк: Вестник Сибирского государственного университета / Сибирский госуд. индустриальный ун-т. № 2 (16), 2016, -С.49-54
2. Вайтенс А.Г., Штиглиц М.С. Промышленное наследие Санкт-Петербурга XIX – начала XX веков как объекты архитектурного туризма // Градостроительство и архитектура. 2022. Т.12, №1. С.154-162. DOI: 10.17673/Vestnik.2022.01.20.
3. Цитман Т.О. Реновация промышленной территории в структуре городской среды [Текст] : статья в журнале - научная статья / Цитман Т.О., Богатырева А.В. ; Астраханский государственный архитектурно-строительный университет; Изд. Инженерно-строительный вестник прикаспия, 2015 г. - с. 29-35.

Сведения об авторах:

Автор: Герасимова Анастасия Вячеславовна – магистрант, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт.

Руководитель: Благиных Елена Анатольевна – кандидат архитектуры, доцент.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНА И КЛИНКЕРА В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА

Лапунова К. А., Дымченко М.Е., Морси С.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, keramik_kira@mail.ru; kapitel1073@yandex.ru;
marsveta89@gmail.com

В настоящее время при реализации архитектурных и дизайн-проектов, для эстетизации архитектурного пространства, строители используют для мощения тротуаров брусчатку из бетона и клинкерную брусчатку, прежде всего ориентируясь на экологичность, эстетичность и максимальную длительность эксплуатационного срока строительных материалов. Рассматривается история применения бетона и клинкера, технические характеристики тротуарной плитки и брусчатки, цветовые и фигурные вариации.

Ключевые слова: строительные материалы, бетон, клинкер, брусчатка, колористика, экологичность, архитектурная среда, эстетика архитектуры.

Бетон появился около 6000 лет назад. Первые образцы бетона обнаружили в Древней Месопотамии, а в Древнем Риме этот материал широко использовался в различных строениях. Тогда бетон представлял собой смесь глины, извести и гипса. Но уже в Древнем Египте при возведении пирамид использовался цементирующий раствор по свойствам напоминающий бетон.

Настоящий бетон, отвечающий всем свойствам, впервые появился в Римской Империи. Римляне разработали свою технологию изготовления бетона. Смешивая незатвердевшие отложения вулканического пепла (пуццоланы) и затвердевшие отложения вулканического пепла с известью, они получали нечто похожее на сегодняшний цемент, а при добавлении песка, щебня и камня создавали настоящий бетон. Римляне активно использовали бетон при заливке фундаментов и возведении стен высоких зданий, научились изготавливать плиты и блоки из бетона, строили дома, бани, акведуки, крепости, мосты. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам римского бетона и ответственным инженерам того времени, до наших дней дошли такие шедевры мировой архитектуры, как амфитеатр Колизей и храм богов Олимпа – Пантеон, купол которого до сих пор является самым крупным объектом, выполненным из бетона без применения армирования (рисунок 1).



Рисунок 1 – Храм Пантеон. Италия, Рим.

Римский бетон был достаточно прочным материалом, однако он не обладал гидроустойчивыми свойствами, которыми обладает современный бетон. Лишь в 1824 г. Джозеф Аспдин изобрел портландцемент, который стал первым полноценным искусственным бетоном.

В истории отечественного строительства аналогами бетона стали известь и гипс. В 1822 г. строитель Егор Челиев сумел получить цемент, смешав глину и известь. Впоследствии он же изготовил бетон, описав технологию производства вяжущего материала в своей книге.

Инженер А.Н. Щусев использовал железобетон при строительстве Казанского вокзала в Москве, при возведении арок перрона (рисунок 2). А советские проектировщики переняли опыт предшественника и применяли железобетон при возведении павильонов.



Рисунок 2 – Казанский вокзал. Москва

В настоящее время бетон активно используют в строительстве. Его применяют для заливки фундаментов, постройки монолитно-каркасных зданий и бетонно-каркасных строений. Строительство мостов, дамб, плотин происходит с применением бетона. И, конечно же, изделия из бетона используются для эстетизации архитектурного пространства, в т.ч. и для мощения тротуаров.

Бетон достаточно надежный материал, обладающий прочностью и долговечностью. Сейчас на рынке представлено большое разнообразие бетонной брусчатки разных форм: прямоугольной, квадратной, квадратной со скругленными углами, ромбовидной, фигурной (рисунок 3).



а) прямоугольная в сочетании с квадратной; б) фигурная; в) ромбовидная
Рисунок 3 – Формы бетонной брусчатки и плитки

Колористическое решение бетонной брусчатки тоже разнообразное. Преобладают красные, серые, желтые оттенки (рисунок 4).

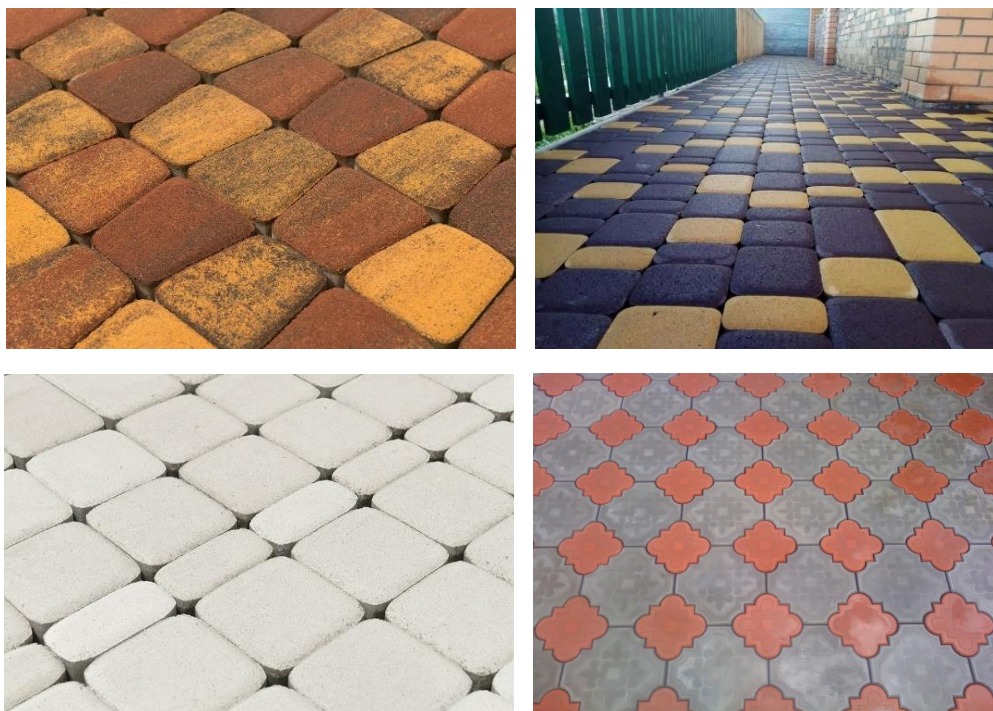


Рисунок 4 – Колористические решения бетонной брусчатки

Колористические решения производятся за счет напыления цвета на поверхность брусчатки, а также путем торкретирования в «сырой» бетон цветной крошки на основе гранита. Плюсом техники с поверхностным окрашиванием является то, что это позволяет создавать различные цветовые эффекты, переходы цвета, градиенты. Но, так как брусчатка находится в постоянной эксплуатации, подвергается воздействию климатической среды, ультрафиолетовому излучению, ее цвет постепенно теряет свою насыщенность. Спустя около двух-трех лет яркая плитка превращается в скучную серую брусчатку.

Большим минусом бетонной брусчатки является то, что она очень легко загрязняется. Пятна, попавшие на бетон, практически трудноустраняемы. Анализ показывает, что для мощения практичнее выбирать бетонную брусчатку серых оттенков. Такая брусчатка дольше сохраняет свой товарный вид. Так же, не смотря на свою прочность и долговечность, бетон подвержен разрушению из-за атмосферных осадков и перепадов температуры, которые приводят к образованию трещин, «крошению» брусчатки.

Конкуренцию бетонной брусчатке при создании современного архитектурного пространства легко может составить клинкерный кирпич. Слово «клинкер» имеет немецкие корни – материал при постукивании издает характерный звук «klink».

Впервые технологию изготовления клинкерного кирпича придумали в Голландии. В XIX в. там была построена первая клинкерная дорога, которая соединяла Гарлем с Амстердамом.

В 1884 г. в российской деревне Топчиевка, расположенной в Черниговской губернии началось производство клинкерного кирпича. На заводе использовалась печь системы Гофмана и немецкие шнековые прессы. Подготовленная глина спекалась в печи в некую массу в виде пласта. Его раскалывали на части и в таком виде использовали для дорожных работ.

В СССР на нескольких заводах стали выпускать кирпич не только для дорог, но и для возведения отопительных печей. Мощность заводов была очень небольшой.

В 1928 г. на Ленинградском шоссе (сейчас проспект) появился опытный участок мостовой из клинкера, привезенного с Украины. В 1929 г. на одном из опытных участков 3-й Мещанской улицы, клинкер положили по тонкому (10 см) бетонному основанию. В 1932 г. замостили клинкером Пушечную улицу (рисунок 5) и прилегающий внутриквартальный проезд (сохранявшийся в таком виде до 60-х годов). Используя опыт США конца 20 – начала 30-х годов 20 в. по укладке клинкера плашмя, московские дорожники во второй половине 30-х гг. таким образом, добились экономии 40% материала. Участок такой мостовой с расклад-

кой камней в «продольную елочку» сохранялся в хорошем состоянии до середины 60-х гг. на боковом проезде проспекта Мира, возле здания типографии Гознака. Еще дольше (до середины 70-х гг.) сохранялся большой участок клинкерной мостовой на проезде у четной стороны Беговой улицы. Она также подтвердила долговечность клинкерного камня; наблюдалась лишь просадка основания. Клинкерный тротуар на углу Варварки и Китайского проезда существовал до 1960 г.



Рисунок 5 – Работы по устройству клинкерной мостовой на Пушечной улице Москвы, фото 1932 г.

В настоящее время обжигом занимаются многие предприятия. Выпускают они несколько видов керамических изделий, в том числе и клинкерный кирпич.

Современный клинкерный кирпич – один из самых популярных строительных материалов. Керамический клинкерный кирпич (рисунок 6) используют при реализации проектов архитектурной среды - применяют для мощения дорог, тротуаров, парковок и дворовых территорий. В качестве его основных преимуществ можно выделить доступную стоимость и отличные эксплуатационные характеристики. Он обладает высокой прочностью, низким водопоглощением, повышенной морозостойкостью, что дает ему преимущество перед другими строительными материалами.

На данный момент существует большое разнообразие цветовых решений и форм клинкерного кирпича для мощения. В основном изготавливаются прямоугольные формы размерами 200×100×50, 200×50×65.

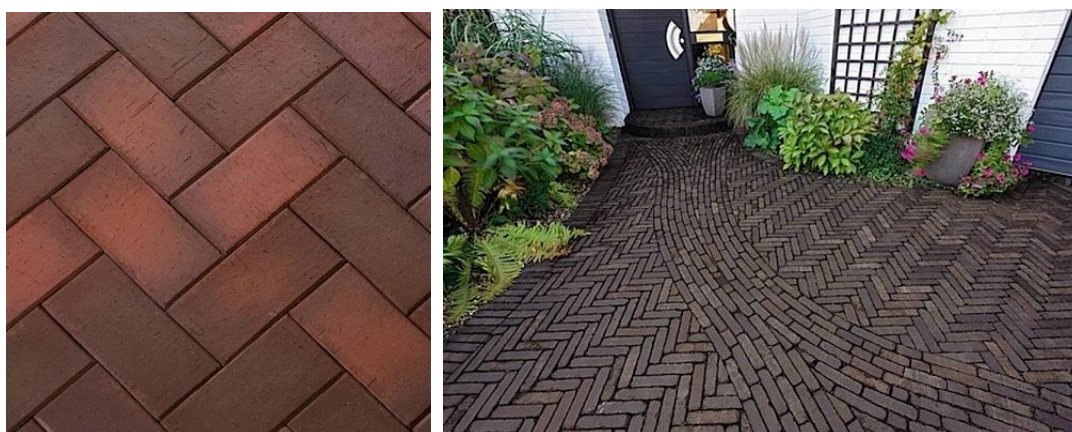


Рисунок 6 – Клинкерный кирпич в архитектурном пространстве

Без добавления пигмента кирпич имеет красивые коричневые оттенки. При добавлении пигментов, ангобов цвет клинкерной брусчатки может быть с зелеными, синими, красными, желтыми оттенками, иметь самые разнообразные градиенты (рисунок 7).



Рисунок 7 – Градиент клинкерной брусчатki

Так как при изготовлении клинкерной брусчатki пигмент вмешивается в общую глиняную массу, цвет брусчатki со временем не истирается и не выцветает. Если клинкерная брусчатка загрязнилась, ее достаточно почистить щеткой с водой, и ее первоначальный вид вернется. Кроме того, клинкер – это прочный материал. Брусчатка толщиной 52 см выдерживает вес 1500 кг/см². Клинкер выдерживает до 300 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Эти характеристики позволяют клинкеру быть таким прочным и долговечным материалом. Стоимость клинкерной брусчатki выше, чем бетонной, но высокая стоимость оправдана долгим сроком эксплуатации данного материала (около 100 лет) и безупречным внешним видом.

Введение аргиллитоподобной глины в сырьевой оборот стройиндустрии позволит существенно расширить сырьевую базу, пригодную для изготовления дорожного клинкерного кирпича. Повышение объемов производства высококачественной клинкерной керамики в Российской Федерации будет способствовать совершенствованию архитектурного облика сел и городов, увеличению долговечности эксплуатации дорожных и облицовочных покрытий.[1]

Наиболее эффективным способом получения керамического материала с высокой степенью спекаемости при водопоглощении менее 2,5 – 6,0 % и температурах обжига 1050 – 1100°C, является ввод минерализаторов в количестве до 1 – 3 %. Получаемые изделия при этом имеют светлую окраску (желтый, бежевый, розовый цвет с различными оттенками) и отвечают требованиям к стеновому и дорожному клинкерному кирпичу.[2]

Существуют и другие современные материалы, но как показывает практика, они менее долговечны. В настоящее время при реализации архитектурных и дизайн-проектов, для эстетизации архитектурного пространства, строители используют для мощения тротуаров брусчатку из бетона и клинкерную брусчатку, прежде всего ориентируясь на экологичность, эстетичность и максимальную длительность эксплуатационного срока строительных материалов.

Библиографический список

1. Урих Ю.А., Моргун Л.В. Предложения по расширению сырьевой базы, пригодной для изготовления дорожного клинкерного кирпича./ Урих Ю.А., Моргун Л.В. // Материалы X Междунар.практ. конф.- Владикавказ, 2020.- Веста, - С. 44-46
2. Котляр В.Д., Небежко Н.И., Божко Ю.А. Исследование глинисто-карбонатных видов опоковых пород как сырья для получения клинкерного кирпича светлой окраски./ Котляр В.Д., Небежко Н.И., Божко Ю.А. // Материалы I Всероссийской науч. конф., посвящ. 90-летию выдающ. ученого-материаловеда, академика РААСН Юрия Михайловича Баженова.- М.: Национал. Исследов. Московск. гос.строй.университет, 2020.- С. 265-269
3. Щербо Б.М. Московские мостовые за 900 лет. – М.: ТОО «Янус», 1996. – 151 с.
4. Кочетов В. А. Римский бетон. Из истории строительства и строительной техники Древнего Рима. – М.: Стройиздат, 1991. – 111 с.
5. ГОСТ 32311-2012 Кирпич керамический клинкерный для мощения. Технические условия

Сведения об авторах:

Лапунова Кира Алексеевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

Дымченко Марина Евгеньевна – к.ф.н., доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

Морси Светлана Анатольевна – бакалавр 4 курса, специальность 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», профиль «Техническая эстетика и материалы в архитектуре, реставрации и строительстве », ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

ЭСТЕТИКА КИРПИЧНЫХ ФАСАДОВ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Лапунова К. А., Дымченко М. Е.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, keramik_kira@mail.ru; kapitel1073@yandex.ru

Современная архитектурная застройка требует особого внимания с точки зрения эстетического восприятия архитектуры, где архитектура создает жилое пространство для современного человека, а эстетика дает толчок к развитию и осмыслению архитектуры с точки зрения красоты. Кирпич, не смотря на свою богатую историю в архитектуре и строительстве, остается востребованным современным материалом с большими эстетическими возможностями, его высокие технические характеристики и разнообразие помогают архитекторам в создании уникальных кирпичных фасадов.

Ключевые слова: архитектура, эстетика, кирпич, фасад, строительство. строительные материалы, красота, архитектурная среда, эстетика архитектуры.

Современная архитектура города, пригородных коттеджных поселков и жилых зон зачастую не соответствует градостроительной регулируемой системе, а иногда дисгармонична. А с точки зрения обывательского взгляда, порой, и безобразна. Такое впечатление, что застройка производится на территориальных «кусках» из серии – «там было место». Отсюда идет проблема восприятия общего эстетического визуального вида городской среды, комфорта проживания и даже психологических проблем: стрессов, утомляемости и других факторов. Конструктивные и инженерно-технические архитектурные особенности современной застройки мы пока не затрагиваем. Поговорим о важности эстетики в архитектуре, которая имеет очень большое значение для современного человека, оторванного от природы.

Мы ушли от естественной красоты и уже на протяжении многих столетий формируем искусственную среду обитания по определенным критериям и законам. Одним из таких критериев является эстетика.

Термин «эстетика» ввел немецкий философ А. Баумгартен в 1735 году для понимания опыта искусства как средства познания. Эти вопросы были, несомненно, интересны и раньше, они волновали античных философов. Восприятие человеком красоты, гармонии окружающего мира – входит в понимание эстетики как науки. В трактовке старославянских буквиц этот термин можно сформулировать как «форма познания себя и Мира через утверждение Словом» или «словесное описание форм и способов познания себя в Мире или Мира в себе». И это не только бездейственное созерцание и анализ, а еще и действие по преобразению облика, приобретение опыта в действии, так называемый, наработанный опыт, что гораздо ценнее.

Эстетика в архитектуре включает в себя как изучение и созерцание опыта мировой эволюции зодчества с понятиями ритма, метра, модуля, раппорта, тектоники, комбинаторики, декора, орнамента и др., так и стремление к изменению и преобразованию архитектурных форм в соответствии с нынешним понятием красоты, техническим совершенствованием строительного материала и технологий, идеологической составляющей и, конечно, экономической эффективностью. Существует определенный раздел эстетики – техническая эстетика, которая вплотную подходит к изучению принципов красоты в технике и промышленности, и которая напрямую связана с уже прочно вошедшем в наш лексикон термином «дизайн». Можно сказать, что техническая эстетика является теорией дизайна. Термин «техническая эстетика» обозначил чехословацкий дизайнер и архитектор Петр Тучны в 50-х годах прошлого века, примерно в это же время определили термин «промышленный дизайн», но само слово «design» употреблялось еще в 16 веке в Европе как «проект, план» [1,2].

Возвращаясь к эстетике архитектуры можно смело говорить о взаимодействии и взаимопроникновении всех вышеперечисленных терминов и понятий. Архитектура – это высшее искусство, которое диктует эстетические оценки и векторное развитие скульптуре, живописи, декоративно-прикладному искусству, наполняющими архитектурную среду новыми гранями красоты и чувственности [3].

Обычно, даже искушенный зритель, знакомится и «читает» архитектуру по фасадам зданий, которые открыто «смотрят» на прохожих своими окнами, дверными проемами и балконами. Фасад – это лицо здания, единица архитектурного облика, а в целом, по чередности фасадов, сменяющих друг друга, мы знакомимся с улицами и самим городом.

Никто не будет спорить, что красивый фасад украшает, преображает и делает данную архитектурную часть среды запоминающейся. И в современной архитектурной практике это является постулатом. Создать красивый фасад для архитектора – это приобщить человека к культуре, красоте, наполнить его чувством прекрасного и эстетическим опытом восприятия этого прекрасного. Задача не простая. Современные архитектурные дизайнеры последние десятилетия акцентируют внимание на цвете и освещении здания, что уже не плохо, вспоминая унылые серые панельные многоэтажки. Однако, нельзя забывать о ритме и тектонике. Мы в каждом городе можем наблюдать многоэтажные здания с одинаковыми до скукоты прямоугольными окнами и контрастным «геометрическим» окрасом фасадов, ломающих и до того негармоничное окружение. В таких фасадах даже кирпич становится «невидимкой».

Надо отметить, конечно, что эстетическая оценка того или иного архитектурного объекта, несет субъективную составляющую оценщика. Человек взаимодействует с объектом на уровне духовно-эмоционального восприятия и выражает свое состояние радости, комфорта или дискомфорта, отторжения через понятия «красиво – некрасиво» или «нравится – не нравится». Одним нравятся кирпичные фасады, другие предпочитают оштукатуренные или закрытые панелями стены.

Общие требования к фасадам, независимо от материала, включают в себя: эстетичность, долговечность, морозостойкость, оптимальность цены и экологичность. Все эти качества присущи кирпичу, который так же еще и надежен, благодаря своим отличным прочностным характеристикам, устойчив к внешним атмосферным воздействиям, не подвержен коррозии и окислению, сохраняет цветовой в течение всего срока эксплуатации.

Не скроем наше уважительное отношение к кирпичу. Он до сих пор заслуженно пользуется популярностью, несмотря на долгий путь в архитектурно-строительной истории. Многие архитектурные шедевры прошлого сохранившие свою неповторимость и исключительность до настоящего времени, были построены из керамического кирпича [4]. Его умело изготавливали и применяли древнеримские инженеры и зодчие, средневековые мастера, в 17 веке из кирпича разных типоразмеров и форм создавались великолепные храмы «русского узорочья» с изразцовым декором, а в 19 веке здания с «обнаженным» кирпичным декором выделились в так называемый «кирпичный стиль».

В отличие от бетонных и оштукатуренных фасадов, кирпичные фасады «живые». С помощью виртуозного владения пластическим языком декоративной кирпичной кладки достигается индивидуальность и красота здания. Модульный архитектурный элемент – кирпич при грамотной и творческой работе архитектора и строителя создает невероятные вариации фасадов. В этом мы убеждаемся на примере архитектуры исторических городских центров, в том числе и Ростова-на-Дону (рисунок 1).

Эстетику кирпичного фасада представляет комбинаторика кирпичной кладки с декором фасадных деталей, выполненных из обычных или фигурных, профильных кирпичей, возможно применение кирпичей нескольких цветовых сочетаний.

Лицевой керамический кирпич широко используется как конструктивный и облицовочный материал в современных архитектурных фасадах. Он может быть полнотелым и пустотелым, различаться габаритами, фактурой, цветом. Основной типоразмер кирпича 1НФ – 250×120×65 мм, так же используют типоразмеры 0,7 НФ, 1,3 НФ, 1,4 НФ.



а) фото 2015 г.; б) реставрированный кирпичный фасад, фото 2022 г.
Рисунок 1 – Дом братьев Мартын, 1893 г., арх. Н.М. Соколов, г. Ростов-на-Дону:

Оформление ложковой и тычковой поверхности изделий определенным профилем, рельефом, фактурой или цветом дает возможность бесконечной архитектурной вариативности в эстетическом оформлении фасадов, придает им неповторимость и уникальность.

Фигурный кирпич используется для обрамления оконных и дверных проемов, подоконников, горизонтальных тяг, карнизов, колонн и пилястр. Его применяют и в стенной фасадной кладке для создания рельефного узора.

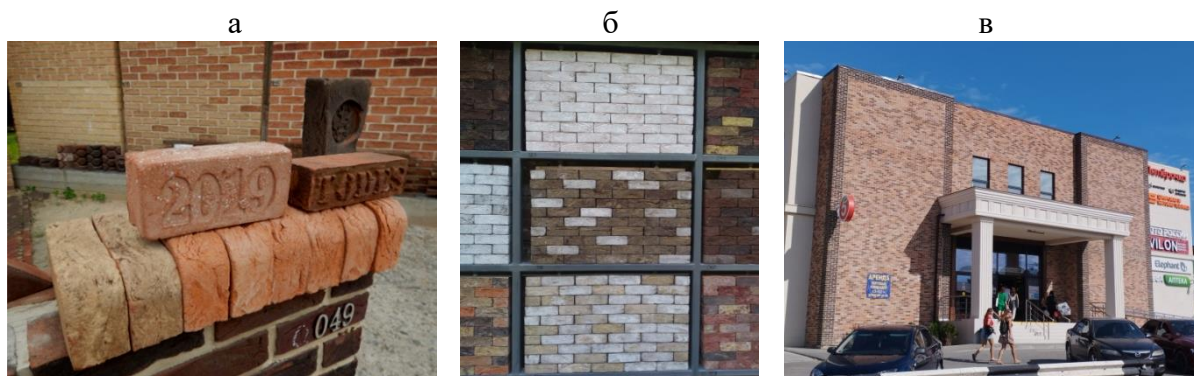
Придание разнообразной фактуры лицевому кирпичу (сколы, «дикий камень», «кора дерева» и др.) в сотню раз усиливает эстетические возможности кирпичного фасада. К оформлению относится торкретирование лицевой поверхности минеральной цветной крошкой. Иногда архитекторы проектируют уникальные фасады, применяя эксклюзивные кирпичи с орнаментальным рельефом.

Рельефную кладку можно воспроизводить и с обычным типоразмером гладкого лицевого кирпича. Кирпич ритмично «выдвигают» и «углубляют» в тело фасада, а иногда и разворачивают в кладке, создавая ажур. Такую ажурную кладку мы можем наблюдать в центральных городах Индии, Ирана. Северная Германия, Финляндия, Швеция свободно владеет техникой рельефной кладки. В советское время архитекторы украшали рельефной кладкой торцы и фасады зданий из силикатного кирпича. Декоративное кирпичное украшение фасада позволяет воссоздать любой выбранный стиль экстерьера, а современные строительные технологии могут это сделать вне зависимости от того, какой возраст соответствует постройке [5].

Цвет или оттенок кирпича обусловлен свойствами глинистого сырья, добавлением пигмента, временем и температурой обжига, декоративным покрытием ангобом или глазурью. Все перечисленные методы окрашивания дают мягкие матовые оттенки цвета, и лишь глазурование создает блестящий слой на поверхности керамического кирпича с интенсивным цветом. Глазурованный кирпич чаще используют в сочетании с ангобированным или окрашенным в массу. Совсем недавно в моде был кирпич теплых оттенков желтой охры, в данный момент популярностью в фасадном дизайне пользуется цветовая вариация светло-бежевых оттенков до темно-серого графита (рисунок 2).

Не выходит из тренда и традиционный цвет кирпича – кирпично-красный или красно-коричневый. Фасады коттеджных строений часто выкладывают так называемой «баварской» кладкой или мультикладкой, где в хаотично-ритмичном построении участвуют от трех и более цветов кирпича.

К эстетическим возможностям кирпичной фасадной кладки относится цвет и форма межкирпичного шва. Шов может быть гладким, вровень с кирпичом, врезанным, выпуклым, а также по цвету создавать контрастную расшивку. Например, темный кирпич и светлый шов, или наоборот, светлый кирпич и черный цвет шва.



а) виды фигурного и рельефного кирпича; б) пример цветового сочетания; в) фасад торгового центра, станция Тамань. Краснодарский край, фото 2022 г.

Рисунок 2 – Лицевой кирпич производства ООО «Тандем», г. Новочеркасск

Возможности применения кирпича для создания современных фасадов очень широки и данный материал остается самым популярным на строительном рынке. Такое разнообразие ассортимента кирпича позволяет возводить современные кирпичные дома, дома по образцам кирпичной архитектуры прошлого и применять кирпич в реставрации памятников архитектуры.

Кирпичные фасады гармонично вписываются в архитектурное пространство городов, поселков, частных застроек и органично сочетаются с зелеными насаждениями.

При формировании современных архитектурных кластеров нельзя игнорировать значимость эстетики в архитектуре. Понятие красоты является важной потребностью человека на всех этапах его развития. Меняются технологии, организация современной среды обитания, совершенствуются материалы и строительная техника, но остаются фундаментальные эстетические принципы – стремление к красоте, практицизму и функциональности. Дома должны быть красивыми, уютными внутри и уникальными снаружи. Эти задачи должны ставить перед собой профессиональные архитекторы-дизайнеры, умеющие использовать традиционные и современные строительные материалы, к которым в равной степени относится кирпич.

Библиографический список

1. Бычков В.В. Эстетика. – М.: Гардарики, 2004. – 556 с.
2. Мартынов Ф.Т. Философия, эстетика, архитектура: Учеб. Пособие. – Екатеринбург: Архитектон, 1998. – 534 с.
3. Мардер А.П. Эстетика архитектуры: теоретические проблемы архитектурного творчества. – М.: Стройиздат, 1988. – 213 с.
4. Лапунова К.А., Котляр В.Д. Дизайн архитектурно-строительной керамики в историческом аспекте // Наукоедение. – 2013. – №3(16). – С.121 – 129.
5. Гладкова К.В., Лапунова К.А. Виды кирпичного декора и кирпичной кладки в архитектурно-строительном дизайне // Научный альманах. – 2020. – N 4-3(66). – С.180 – 182.

Сведения об авторах:

Лапунова Кира Алексеевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

Дымченко Марина Евгеньевна – к.ф.н., доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

ЛЕСТНИЦЫ – ТАКИЕ РАЗНЫЕ И УДИВИТЕЛЬНЫЕ

Матехина О.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, olgamatekhina@yandex.ru

Аннотация: В статье приводится множество примеров превращения утилитарной конструкции для подъема с одного уровня на другой – лестницы в произведения искусства, арт-объекты и места паломничества. Главное – приложить фантазию.

Ключевые слова: лестница, арт-объект

Все люди ежедневно при посещении разных зданий сталкиваются с таким элементом, как лестница. Прежде всего, это утилитарная конструкция позволяет нам подниматься на нужный этаж, переходить с уровня на уровень. В связи с этим, главными требованиями к лестницам являются их прочность, безопасность и удобство.

По своему устройству лестницы разделяют на одномаршевые, двух- и трех-маршевые, с забежными ступенями и винтовые.

Одномаршевые лестницы позволяют за один раз подняться с одного уровня на следующий. Используются такие лестницы, в основном, в частных жилых домах и в качестве подсобных (для спуска в подвал, подъема на чердак или в мансарду и т.п.), так как в одном марше допускается не больше 18 ступеней. К тому же крутизна одномаршевых лестниц принимается несколько больше стандартной. Стремление к экономии площади приводит к удивительным казусам – рисунки 1, 2.



Рисунок 1

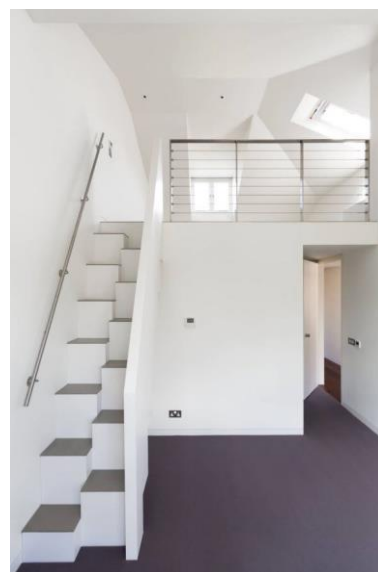


Рисунок 2

Конструкции лестниц весьма разнообразны и чаще всего их выбор связан с основным конструктивом здания. В малоэтажных домах (особенно рассчитанных на одну семью) часто используют деревянные лестницы простейшей конструкции (рисунок 3). Однако, если приложить старания, деревянная лестница может стать настоящим произведением искусства – рисунок 4.

На рисунке 5 показана лестница, которая больше похожа на арт-объект, тем не менее, она сохраняет свою утилитарную функцию.



Рисунок 3



Рисунок 4



Рисунок 5

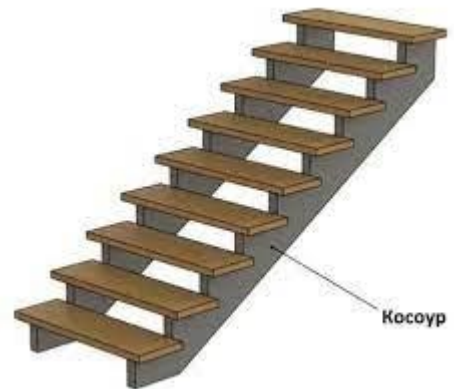


Рисунок 6

В домах средней этажности, особенно старой постройки, часто встречаются лестницы, выполненные с использованием железобетонных или металлических косоуров – наклонных несущих балок, на которые укладываются отдельные ступени. Обычно используют два косоура из железобетонных или металлических балок – рисунок 6. Такое же конструктивное решение является наиболее удобным в случае устройства угловых и трехмаршевых лестниц, когда лестничная площадка опирается на две смежные стены. Особое впечатление производят лестницы, в которых форма косоура – ступенчатая, либо он состоит из отдельных элементов – рисунки 7 и 8.



Рисунок 7



Рисунок 8

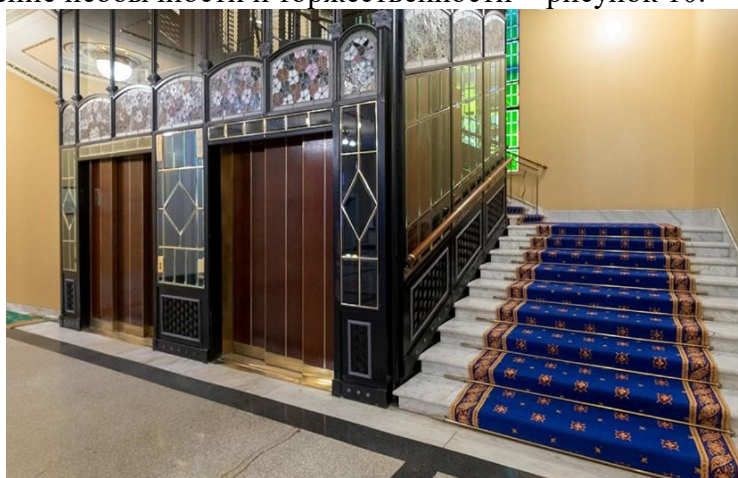


Многоэтажные здания чаще всего оборудуются полносборными лестничными маршами и площадками заводского изготовления из железобетона – рисунок 9.

Рисунок 9

Трехмаршевые лестницы встречаются нечасто, обычно для перехода с одного на другой этажи достаточно двух маршей. При объединении лестничной клетки с лифтовым узлом расположение лестницы вокруг лифта позволяет уменьшить количество ступеней в марше и сделать подъем комфортнее. В домах старой постройки лестницы оформлялись как «парадные» и такое решение оставляет ощущение необычности и торжественности – рисунок 10.

Рисунок 10



Винтовые лестницы помимо своей необычной формы, всегда вызывают интерес в интерьере. Могут быть использованы различные материалы, цвета, размеры. На рисунке 11 показан пример винтовой лестницы из натурального камня – лестница Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге. По ней осуществляется подъем на смотровую площадку собора, высота соответствует нескольким этажам и при подъеме по ней практически после двух-трех оборотов полностью теряется ориентация в пространстве. Нужно отметить, что вообще использование винтовой лестницы малого диаметра очень неудобно: вызывает сложность устройства ступеней удобной ширины (в идеале – 300 мм) – в месте примыкания к несущему столбу этот размер около 100 мм всего, а по наружному диаметру – может быть более 500 мм; вторая проблема – проход человека в полный рост под вышерасположенными ступеньками. Последняя задача часто решается за счет увеличения высоты ступени, что делает использование такой лестницы еще более проблематичным. Да и подъем мебели или оборудования по винтовой лестнице часто практически невозможен.



Рисунок 11

Однако, повторюсь, в интерьере винтовые лестницы смотрятся прекрасно – рисунок 12. К тому же увеличение диаметра позволяет практически свести на нет все вышеперечисленные проблемы, а удлинение ступеней при большом диаметре практически превращает движение в ходьбу по ровной поверхности. Подобные лестницы можно встретить и в жилых домах, и в монастырях (винтовая лестница в Монастыре, Мельк, Австрия), и в музеях (лестница музея Ватикана имени Браманте, лестница была построена ещё в 1505 году, новый проект был завершён в 1932 – рисунок 13).



Рисунок 12

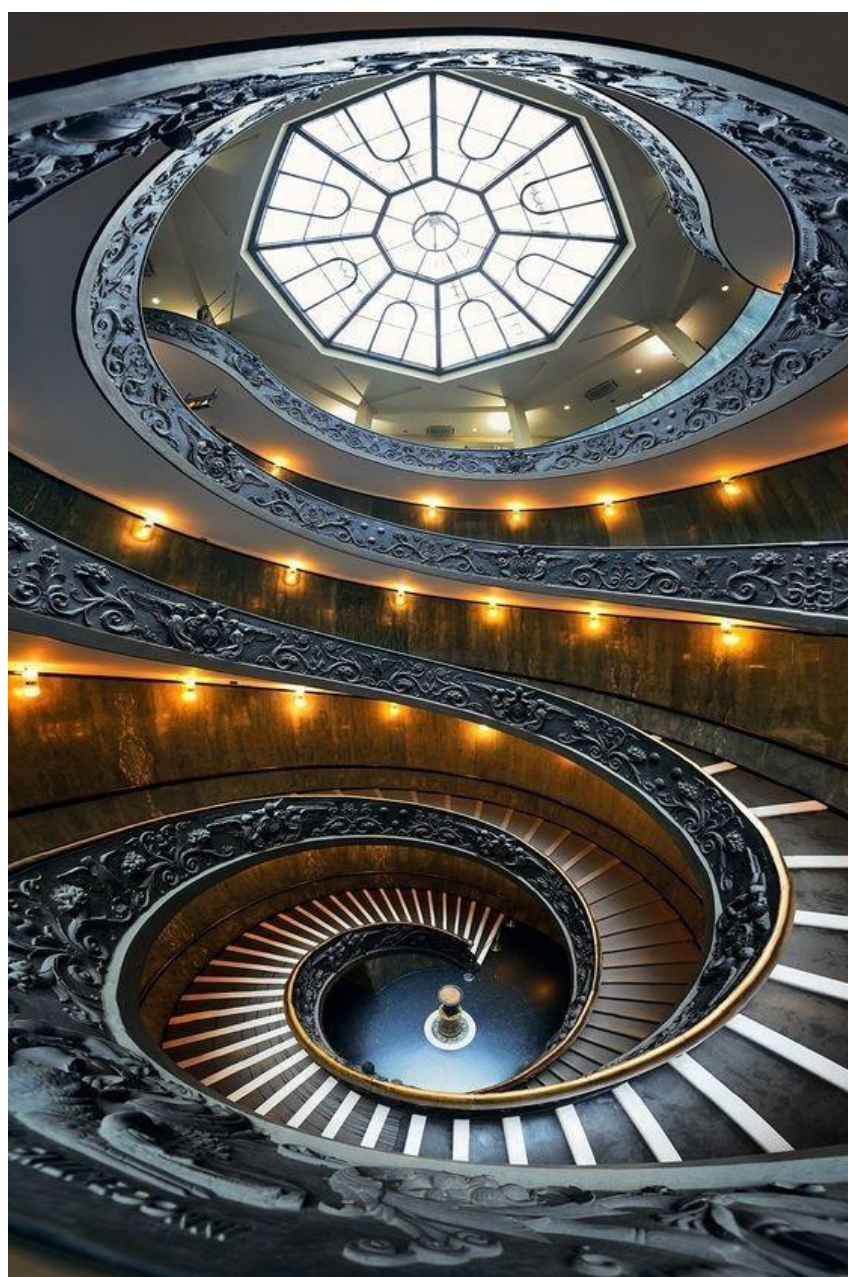


Рисунок 13

Нужно сказать, что среди достаточно древних сооружений, привлекающих множество туристов, есть именно сооружения, включающие необычные лестницы, или вообще практически состоящие из таковых. Одним из них является колодец Чанд Баори, построенный между 800 и 900 годами нашей эры на северо-западе Индии. Его конструкция состоит из около 3500 ступеней, углубляющихся на 30 м в землю – рисунок 14. Структура состоит из 13 уровней, по ступеням можно ходить, хотя они весьма крутые.



Рисунок 14

В Китае рядом с горами Тайханшань (Линьчжоу) располагается 300-футовая (почти 100 м) винтовая лестница – рисунок 15. Естественно, она привлекает толпы туристов, но подъем чреват значительными физическими нагрузками.



Рисунок 15

Подобные необычные лестницы есть и в других районах мира: скала Эль-Пеньон-де-Гуатапе высотой 230 м, Колумбия, стянутая лестницей, ведущей к дому на ее вершине, «мост Моисея» в Нидерландах, разделяющий воды, люди проходят через ров, уровень которого ниже уровня воды примерно на 1,5 м, лестница-мост в Швейцарии, дом-лестница в Японии.

В последние годы лестницы все чаще превращаются в самостоятельные объекты искусства. Лестница в магазине Longchamp в Нью-Йорке, построенная Томасом Хезеруиком, состоит из тсальных изогнутых лент общим весом 55 тонн. Для ее сооружения потребовалось полгода, ленты сходятся в одну поверхность и разбегаются по высоте, превращаясь в ступени – рисунок 16.



Рисунок 16

Другое творение того же дизайнера-архитектора расположилось в Нью-Йорке. The Vessel – это интерактивная скульптура, состоящая из сети лестниц и площадок, на которые посетители могут забраться (или подняться на лифте). Томас Хизервик задумал конструкцию из металла и стекла, по которой можно гулять и использовать ее как необычную смотровую площадку – рисунок 17.

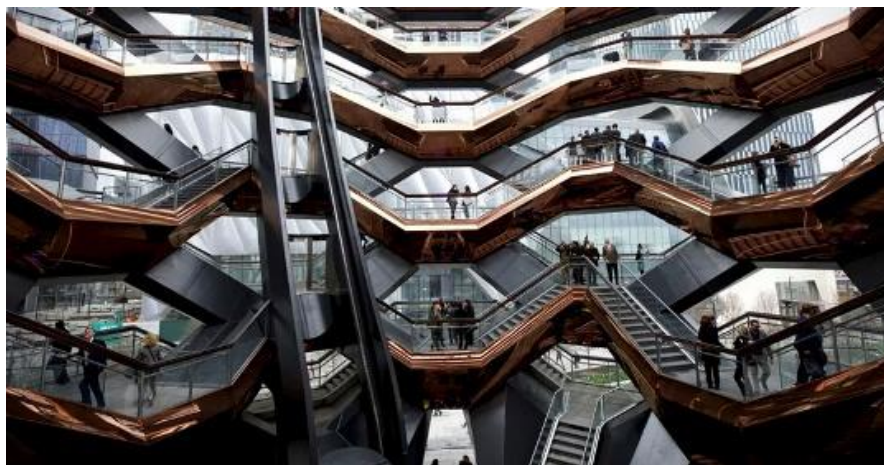


Рисунок 17

Еще две необычные лестничные конструкции находятся в Германии. Во дворе офиса компании KPMG в Мюнхене стоит бесконечная лестничная петля, ее название Umschreibung переводится как «перифраза» (рисунок 18). А в окрестностях Дуйсбурга – аттракцион Tiger & Turtle Magic Mountain (рисунок 19).



Рисунок 18



Рисунок 19

Даже лестницы, расположенные на улицах городов могут стать настоящими достопримечательностями. В Сан-Франциско около 300 человек стали участниками преобразования 163 ступенек лестницы Tiled Steps – рисунок 20. На ее декорирование ушло 2,5 года. В Вальпарасо из ступеней лестницы на улице сделали клавиши пианино. В Сеуле по лестнице «плывут» гигантские рыбы. В Филадельфии перед музеем искусств на широкой лестнице красуется портрет Сальвадора Дали, который словно выглядывает из-за красных кулис – рисунок 21. Одна из самых красивых лестниц в мире находится в Сицилии. Ее торцы выложены неповторяющимися узорами из керамической плитки, на ступенях расставлены горшки с декоративными растениями по схеме, создающей ветки красных роз – рисунок 22.



Рисунок 20

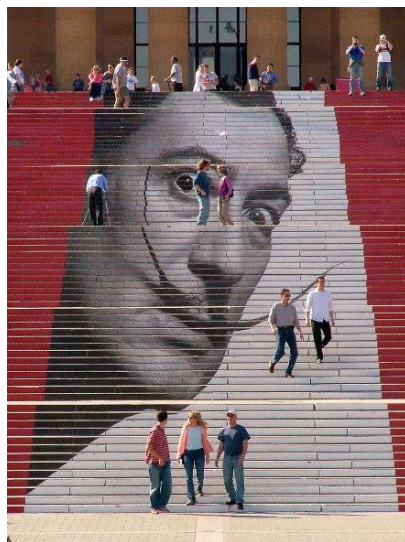


Рисунок 21



Рисунок 22

Примеры можно продолжать до бесконечности. Главное – желание привычные, обыденные вещи превратить в нечто особенное, интересное. Даже на примитивном уровне это радует окружающих, а при талантливом воплощении превращается в настоящее произведение искусства.

Библиографический список

1. https://www.architime.ru/specarch/top_10_stairs/stairs.htm
2. https://www.architime.ru/news/heatherwick_studio_/vessel.htm#2.jpg
3. <https://shop.galerie46.com/instashop/19-lestnits-potryasayushchikh-voobrazhenie/>
4. <http://www.amsterdamtravel.ru>
5. <https://1stroitelny.kz/n/krasivaya-lestnica-iz-mozaiki-v-san-francisko.html>
6. <https://museum-design.ru/neobychnoye-oformleniye-gorodskikh-lestnits/>

Сведения об авторах:

Матехина Ольга Владимировна – доцент, доцент кафедры архитектуры СибГИУ

ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Божко Ю. А., Овдун Д. А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, ovdun_yrs@mail.ru

В данной статье рассматриваются основные тенденции дизайна лицевого керамического кирпича Западной Сибири, исходя из особенностей региона и его климатических условий. Особенности менталитета жителей обязательно образом отражаются на архитектуре сибирских городов и на материалах, производимых местными компаниями. Рассмотрен дизайн лицевого кирпича на примере кирпичных заводов Новосибирской и Тюменской областей.

Ключевые слова: лицевой кирпич, дизайн, Западная Сибирь, архитектура, современные тенденции.

Рынок лицевого кирпича постоянно переживает сложные моменты: то сильный спад потребительского спроса, то острый дефицит производимого материала и графики производства, расписанные на год вперед. Все эти периоды напрямую связаны с экономической и политической ситуацией в стране и целом в мире. Последний год особо остро стоит вопрос импортозамещения таких премиальных видов лицевого кирпича, как ручной формовки и клинкерный. Огромный товарный трафик этого кирпича был преимущественно из стран Европы: Германии, Бельгии, Голландии, Польши и скандинавских стран. Ценовая политика была на порядок выше российских аналогов, что делало этот кирпич недоступным для большого количества потребителей.

Характер региона, его климатические особенности, менталитет жителей, традиции и обычаи прямым образом отражаются на архитектуре. Сибирь богата своими ресурсами: здесь и тайга, и болота, и разнообразие полезных ископаемых, реки и озера, горы и равнины. Поэтому наиболее явно выраженными здесь являются природные мотивы и экологичность производства [1-2]. Как правило, цветовую линейку любого кирпичного завода определяет его сырьевая база. Отсутствие качественных светложгущихся глин напрямую сказывается на наличии кирпича белого цвета. Оттенки слоновая кость, бежевый, жемчуг, серебро, светло-серый и прочие пользуются большой популярностью и является высокомаржинальным продуктом, что побуждает производителей искать пути получения таких оттенков.

Тенденции современного строительства показывают, что столь популярное сочетание желтого и коричневого кирпича на фасаде теряет свою актуальность, уступая место темным оттенкам – графитовым, коричневым, темно-бордовым, фиолетовым, серым и черным. К тому же, использование специальных цветных кладочных растворов позволяет акцентировать внимание и подчеркивать цвет самого лицевого кирпича. Наиболее популярными цветами смесей являются графитовые, белые, серые, супер-белые и бежевые оттенки [3].

Анализ таких крупных кирпичных заводов как ООО «ТК Ликолор» (г. Новосибирск), ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов» (пос. Винзили Тюменской области), ООО «ТД Скрябин» (г. Тюмень) и ООО «Богандинский кирпичный завод» (пос. Богандинский Тюменской области) показал, что наибольшую долю ассортимента составляет кирпич красных, красно-пестрых, коричневых, серых и коричневых оттенков. Светлые оттенки слоновой кости и желтого цветов также представлены в ассортименте заводов, однако, в меньшем количестве, чем темные [4-7].

Ассортимент лицевого кирпича условно можно разделить на три большие группы, в зависимости от способа производства и формата: керамический, ручной формовки, клинкерный и ригельный. ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов» и ООО «ТК Ликолор» выпускают керамический лицевой кирпич в классическом варианте – форматах 1 НФ и его производных, декорируя его ангобами, торкретированием и различными видами рельефа. На рисунке 1 представлен ассортимент ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов».



Рисунок 1 – Ассортимент лицевого керамического кирпича ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов»

Кирпич ручной формовки по своему внешнему виду напоминает состаренный временем кирпич и имеет повышенную эстетическую выразительность. Основным поставщиком для Сибирских регионов является ООО «Богандинский кирпичный завод». Он выпускает широкую цветовую линейку, в том числе и светлых оттенков. Стоит отметить, что формат такого кирпича не соответствует привычному 1НФ, а адаптирован к европейскому WDF с размерами 210 x 100 x 65 мм. На рисунке 2 приведен ассортимент кирпича ручной формовки БКЗ.



Рисунок 2 – Ассортимент кирпича ручной формовки ООО «Богандинский кирпичный завод»

Как видно из рисунка 2, цветовая гамма кирпича ручной формовки весьма обширна и охватывает все основные и востребованные позиции. Особое внимание уделено светлым и серым артикулам. Стоит отметить, что в этом аспекте, ассортимент полностью схож с европейской территорией страны, где представлены как отечественные, так и зарубежные производители.

Клинкерный лицевой кирпич представлен двумя основными форматами – нормальным и ригельным. Цветовая гамма состоит из классических красных пестрых, бордовых, коричневых, графитовых и фиолетовых оттенков, что обосновано сырьевой базой для произ-

водства клинкерного кирпича с минимальным водопоглощением. Однако, ригельная серия БКЗ представлена четырьмя холодными светлыми оттенками. На рисунках 3 и 4 приведены примеры клинкерного кирпича нормального и ригельного формата соответственно ООО «Богандинский кирпичный завод» и ООО «ТД Скрябин».

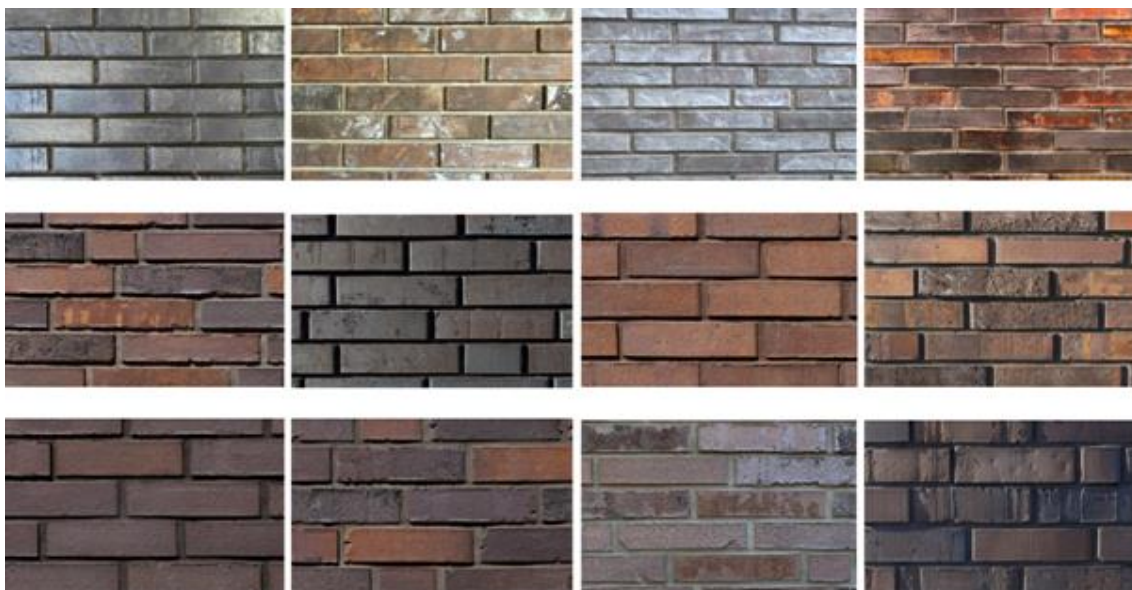


Рисунок 3 – Клинкерный кирпич нормального формата ООО «Богандинский кирпичный завод» и ООО «ТД Скрябин»



Рисунок 4 – Ригельный клинкерный кирпич ООО «ТД Скрябин» и ООО «Богандинский кирпичный завод»

На формирование ассортимента завода влияют не только особенности сырьевой базы, но и особенности самого региона. К дизайну кирпича можно частично отнести и его название, особенно если оно ассоциативное. Нейминг кирпича пока не получил широкого распространения на территории страны, поэтому многие заводы называют свою продукцию хорошо известными «цветами» – солома, слоновая кость, шоколад, красный и т.д. Однако, расширение линейки и появление более сложных цветов заставляет искать новые названия как оттенков, так и поверхностей. Требования по коммерческому названию нигде не регламентированы, как и сами эстетические показатели. В связи с этим возникает путаница и бессистемность в огромной массе производителей и их продукции.

Положительным примером создания единой концепции и разработки философии всей серии является ООО «ТК Ликолор» и его коллекция «ТАЙГА». За основу взята идея единения природы и человека, экологичность материала и его визуальное сходство с элементами таёжной природы. Артикулы лицевого кирпича носят следующие названия: Морион, Гиацинт, Антрацит, Графит, морошка, Ягель и другие, что подчеркивает аутентичность бренда и создает узнаваемые образы. Названия составлены таким образом, что цвет и фактура кирпича легко ассоциируются с названиями сибирских минералов, растений и природы в целом. Например, кирпич Морошка имеет яркий желтый цвет с вкраплениями красно-коричневой крошки, а Гиацинт имеет розова-

то-фиолетовый оттенок как у природного минерала. Серия «ТАЙГА» является продуктом совместной работы высококлассных технологов и дизайнеров (рисунок 5).



Рисунок 5 – Серия лицевого кирпича «ТАЙГА» завода ООО «ТК Ликолор» (г. Новосибирск)

В целом, при изучении особенностей дизайна лицевого кирпича регионов Западной Сибири можно сделать вывод, что основными преобладающими цветами здесь являются оттенки бордового, фиолетового, коричневого и графитового. Эти тенденции также прослеживаются и в регионах Центральной России, но в меньших количествах. Светлые оттенки желтого и белого занимают сравнительно малую часть производства, в отличие от европейской территории страны [8-9]. Фактура лицевого кирпича достаточно сложная, имеет случайный неповторяемый характер, что имитирует природные материалы.

Библиографический список

1. Божко Ю.А., Лапунова К.А. О развитии brick-дизайна в России // Строительные материалы. – 2020. – № 12. – С. 21 – 24.
2. Божко Ю.А., Лапунова К.А., Волкодаева И.Б. Исторический аспект развития дизайна лицевого кирпича от древнейших времён до наших дней // Дизайн и технологии. – 2020. – № 77 (119). – С. 6 – 13.
3. Котляр В.Д., Терёхина Ю.В. Классификационные признаки и особенности опал-кристаллитовых опоквидных пород как сырья для стеновой керамики // Строительные материалы. – 2022. – № 4. – С. 25 – 30.
4. Официальный сайт ООО «ТД ЛИКОЛОР» <https://likolorpro.ru>
5. Официальный сайт ООО «Винзилинский завод керамических стеновых материалов» <https://www.vzksm.ru>
6. Официальный сайт ООО «Скрябин» <https://skriabin-ceramics.ru>
7. Официальный сайт ООО «Богандинский кирпичный завод» <http://zaobkz.ru>
8. Семёнов А.А. Некоторые тенденции в развитии рынка керамических стеновых материалов в России // Строительные материалы, 2022. – №4. – С. 4-5.
9. Божко Ю.А. Перспективы развития brick-дизайна в России // В книге: Актуальные проблемы науки и техники. 2022. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Отв. редактор Н.А. Шевченко. – Ростов-на-Дону, – 2022. – С. 708.

Сведения об авторах:

Юлия Александровна Божко – ассистент кафедры «Строительные материалы» ДГТУ

Овдун Дмитрий Александрович – магистрант кафедры «Строительные материалы» ДГТУ

РОЛЬ ВИТРАЖА В СОВРЕМЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Свинцицкая В.С., Асатрян М.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, burorojennaya@mail.ru; asatryanm161@gmail.com

Аннотация: Техника витражного искусства развивалась и в настоящее время имеет инновации – соединение фрагментов с помощью печати на 3-D принтере. Это дает больше возможности применения данной технологии в архитектурной среде. Витраж в современном архитектурном пространстве является самым ярким и необычным акцентом, который создает уютную атмосферу интерьера.

Ключевые слова: техника витражного искусства, колористика, архитектурная среда, эстетика архитектуры, интерьер.

Считается, что первое стекло появилось в Древнем Египте. Именно здесь были найдены древние амулеты царицы Хатшепсут, украшения имели зеленовато-черный оттенок.

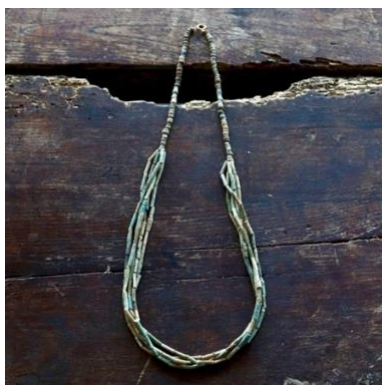


Рисунок 1 – Бусы царицы Хатшепсут



Рисунок 2 – Вазы и сосуды из стекла

Когда точно появились стеклянные изделия ученые точно сказать не могут, но предполагают, что 12 тысяч лет назад. Также были найдены вазы, посуда, сосуды, украшения.

В древнее время стекло окрашивали с помощью меди, железа, и марганца. Таким способом получалось голубое, бирюзовое, синее и зеленое сырье, для дальнейшего изготовления стеклянных изделий.

Далее история появления стекла получила значительное развитие. Считается, что первый стекольный завод, построенный в промежутке 250-ти лет до нашей эры, находился в Александрии.

Спустя века из стекла научились выдувать цилиндры, выпрямлять для получения листов. Включая до 20 в. нашей эры, использовались эти древние технологии. И применялись для создания художественных изделий из стекла.

Из Египта стеклянные изделия начали попадать в Рим, далее стекло получило распространение в Европе. В 18 в. получило популярность стекольное искусство на острове, расположенном рядом с Венецией, начали активно использовать стекло в быту и художественных целях. К концу 18 в. был найден способ получения зеркальной, поверхности, появился метод шлифования. Именно он позволил новым возможностям использовать стекло для декоративного и прикладного искусства. С тех пор производство совершенствовалось, но расцвет произошел лишь спустя тысячу лет. Именно в этот период рождается классика витражного искусства.

Витраж – это произведение декоративного искусства, созданное из цветных кусочков стекла. Обязательное условие для любого витража, это сквозное освещение [1].

Витражи появились в церквях благодаря развитию строительной отрасли. Если раньше стены являлись главным несущим элементом здания, и окна в них делались небольшие, то через время все изменилось, оконные проемы значительно увеличились и тогда витражное панно отлично подходило для того чтобы лучи солнца проникали через цветное стекло и окрашивали внутреннее убранство христианской церкви.



Рисунок 3 – Витраж в Вормском соборе, Германия

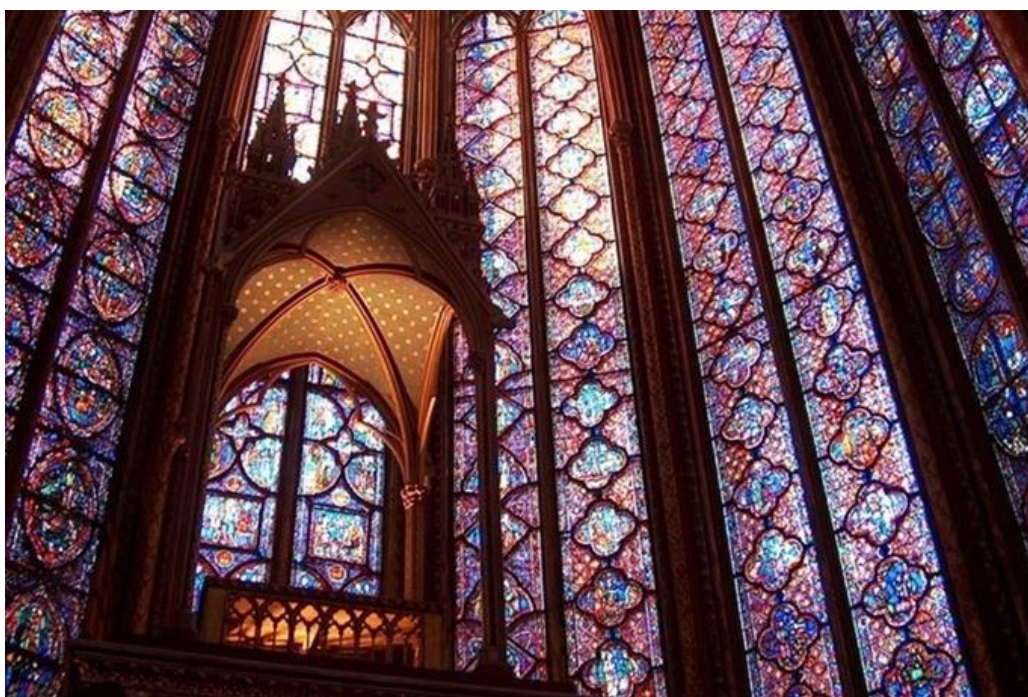


Рисунок 4 – Витраж в храме Сент - Шапель, Париж

Спустя годы, витраж приобрел популярность среди высокопоставленной знати. Их поместья украшались роскошными цветными композициями из стекла, которые устоялись в интерьерах.

Многие полагают, что витраж теряет смысл, если через него не проходят солнечные лучи, но тут стоит заметить, что кроме естественного освещения существует еще и искусственное, а это позволяет расширить количество витражных изделий [1].

На сегодняшний день витраж является украшением не только оконных проемов, но и мебели. В наше время витражи можно встретить в интерьерах, сделанных в самых разных стилях от классического до хай-тек. Новые технологии, новые материалы, оттенки и фактуры стекла позволяют сделать витраж органичным элементом любого помещения. Витражи в интерьерах играют важную эмоциональную и не менее важную практическую роль. Витраж необычно вписывается в современный интерьер. За счет этого расширяется и сфера его применения. В современное время витражное искусство набирает обороты. Использование его в интерьере очень разнообразно, ведь витражами можно оформить: окна, двери, потолки подвесные, украшенные панно из стекла, интерьерную перегородки, ниши, шкафы, кухонный гарнитур.

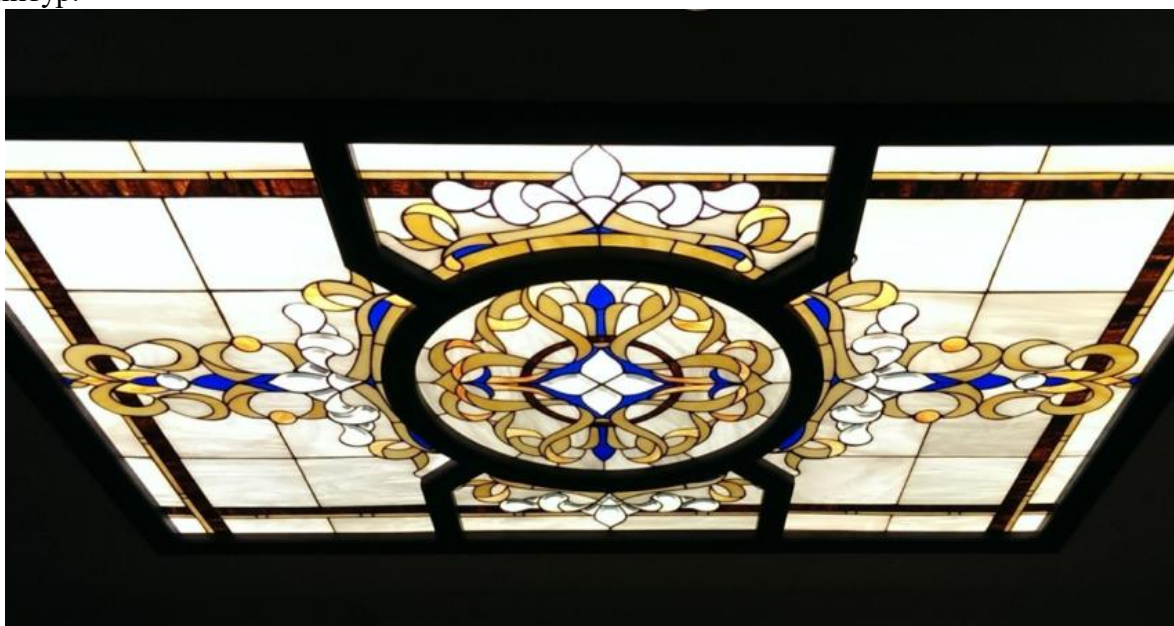


Рисунок 6 – Потолок

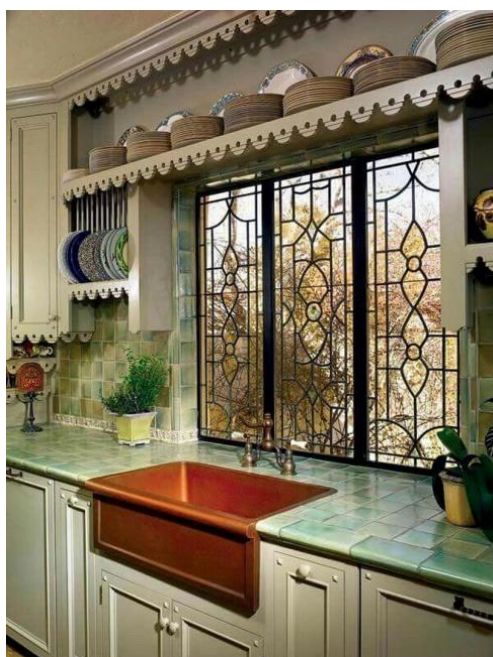


Рисунок 5 – Оконный проем

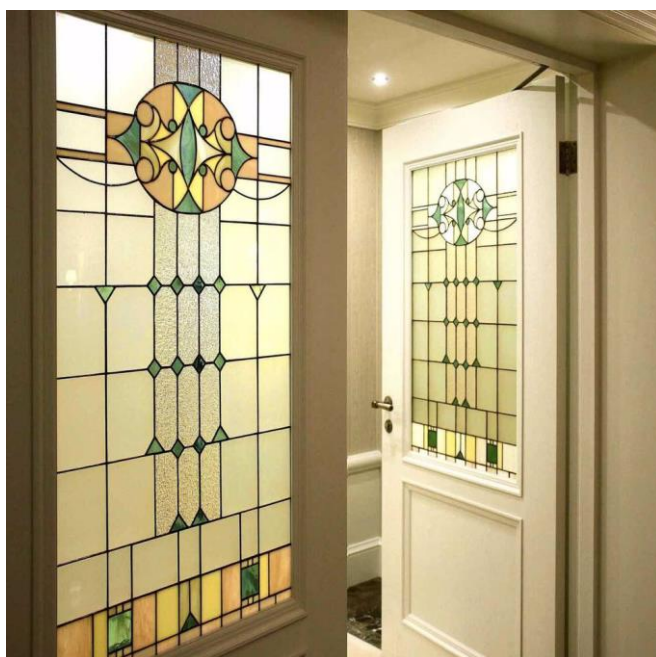


Рисунок 7 – Створки двери



Рисунок 8 –
Декоративное витражное панно

Кухонный витраж это современный и эффектный акцент на кухне. Различные витражные техники позволяют создать необычное пространство. Самое главное это гармоничное сочетание узоров, форм и фактур с интерьерным стилем. Этот уникальный способ оформления интерьера создается при помощи высокопрочного жаростойкого стекла, с нанесенным на него цветным рисунком. Также помогает для зонирования пространства.



Рисунок 9 – Витражное панно в кухонном гарнитуре

Их особенности:

- в сквозном освещении, которое полностью раскрывает красоту узоров,
- в эффекте мягких цветных бликов, заполняющих помещение, нельзя добиться никаким другим способом оформления пространства,
- высокая стойкость к химически активным веществам,
- влагостойкость,

- выдержка перепад температур,
- абсолютная не токсичность,
- простота и легкость ухода,
- легкость реставрации – поврежденные стекла витража легко заменить.

С помощью витражных стекол можно подчеркнуть достоинства кухонного гарнитура или разделить его на отдельные зоны. Из недостатков можно отметить только хрупкость стекла и его сложности при закреплении фурнитуры на подобной поверхности.

Техника витражного искусства развивалась и в настоящее время имеет инновации – соединение фрагментов с помощью печати на 3-D принтере. Витраж в современном архитектурном пространстве является самым ярким и необычным акцентом, который создает уютную атмосферу интерьера.



Рисунок 10 – Витраж в кухонном гарнитуре

Библиографический список

1. Свинцицкая В.С., Карханин Д.Е., Шарипов А.В. Способы подсветки витража // Технология художественной обработки материалов сб. материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. (г. Ижевск, 1–3 октября 2018 г.). Ижевск 2018. 527 с.
2. Новый взгляд. Международный научный вестник/Свет и цвет в стекле витражей / Радомский Н.Т., 2013.
3. Минухин Е. Витражное искусство / «Архитектура СССР» 1954. №6. С. 27-30.
4. Свинцицкая, В.С. Фьюзинг: технология и искусство / Свинцицкая В.С. // Моя профессиональная карьера. — 2021. — Т. 1, №26. — С. 84-88.
5. Елена Зарубина, статья «Витраж в интерьере», 2015. <https://decorateme.com/articles/dekor-idei/vitrazh-v-interere-112.amr>
6. Якушева М.С., Ивановская В.И. «Искусство витража. Принципы построения композиции. На примере готического витража XI-XV вв. Учебное пособие», 2011, 220 с.

Сведения об авторах:

Свинцицкая Валерия Сергеевна – ассистент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

Асатрян Марина Акобовна – бакалавр 4 курса, специальность 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», профиль «Техническая эстетика и материалы в архитектуре, реставрации и строительстве», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

ОБЛИЦОВОЧНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА: ОТ ИСТОРИЧЕСКОГО ИЗРАЗЦА ДО ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ

Котляр В.Д., Риве О.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, diatomit_kvд@mail.ru; oksanariv002@icloud.com

Аннотация: На сегодняшний день строительство относится к такой категории человеческой деятельности, которая постоянно развивается и совершенствуется. Одну из лидирующих позиций строительных материалов долгие годы занимает керамическая облицовочная плитка. В данной статье обосновывается актуальность объемной керамической плитки для облицовки интерьерного пространства.

Ключевые слова: строительные материалы, керамическая плитка, формообразование, интерьер, колористика, экологичность, износостойкость, архитектурное пространство, эстетика архитектуры.

По сегодняшний день керамическая плитка считается качественным отделочным материалом. У этого материала есть масса плюсов: прочность и долговечность, влагостойкость, устойчивость к механическим и химическим воздействиям, простой уход, лёгкая укладка, эстетическая привлекательность и многое другое. Плитка актуальна при отделке интерьеров, фасадов здания, в ландшафтном дизайне и т.д.

Керамическая плитка – это один из древнейших отделочных материалов. Первое появление керамической плитки берет начало с 30-х годов до н.э. Керамическая плитка довольно широко применялась в качестве отделочного материала во дворцах и храмах, Древние мастера отдавали свое предпочтение к созданию керамических плиток в виде геометрических фигур треугольной и круглой формы. Первая керамическая плитка была очень толстой, ну а со временем она становилась все тоньше. На Руси керамическая плитка появилась в 9 в. Она создавалась по греческой технологии. Такая плитка была светлых тонов, а орнаментами служили геометрические фигуры и растительные элементы. Вскоре такой плиткой стали отделывать дома и дворцы богатым купцам и князьям. Керамическая плитка, также как и в европейских странах, служила для оформления храмов и других церковных строений. Изготавливавшаяся для внутренней и внешней отделки стен церковей, плитка содержала религиозную символику и христианские сюжеты. Технология многоцветной архитектурной керамики активно развивалась в 17 в.



Рисунок 1 – Изразец



Рисунок 2 – Фасад с изразцовым декором Богоявленской церкви в Ярославле



Рисунок 5 – Изразцовые орнаменты на фасаде Покровского собора в Измайлово

Главное событие, произошедшее в мире керамического искусства 18 в. – полное исчезновение керамического декора с храмов царской России. Изразец, который использовался раньше для отделки фасадов, начинает использоваться для интерьера -внутренней облицовки церквей, купеческих домов, поместий дворянства. Петр Первый издал указ о том, чтобы купцы покупали облицовочную керамическую плитку в городе Дельфте в Голландии. Этот указ был направлен на освоение фабричного производства голландской плитки на фабриках. Благодаря указу Петра Первого создались частные заводы по производству плитки. Керамиче-

ская плитка стала производится ускоренными темпами и изразец перестал быть единственным художественным творением.

Основным сдерживающим фактором для широкого распространения данного вида является высокая стоимость ввиду очень малых объемов его производства в России...Сложившаяся ситуация ставит перед промышленностью стеновой керамики сложную и актуальную задачу – наладить широкое производство.., который помимо эстетических будет иметь хорошие эксплуатационные свойства.[1]

На нынешнем этапе керамическая плитка - признанный лучшим отделочным материалом, которая изготавливается на основе глины и обладает такими качествами, как экологичность, прекрасный внешний вид и высокая устойчивость к износу.

Для изготовления керамических изделий использовалась глина. Легкость и прочность глины сделали ее востребованным сырьем в производстве, не только керамической утвари, но и других различных строительных материалов: кирпича, черепицы, облицовочной плитки.



Рисунок 6 – Глина

В качестве сырья для производства керамической плитки в разных пропорциях используются смеси следующих материалов:

1. Глины и каолина
2. Кварцевого песка
3. Карбонатных материалов

В производстве используются также иные добавочные сырьевые материалы.



Рисунок 7 – Создание фактурной плитки

Чтобы освоить навыки и умения изготовления керамических изделий, потребовалось время. Согласно историографии, глину сначала обжигали на огне при определенной температуре, а затем давали ей остыть. Развитие прогресса науки и инновационных технологий позволило выявить новые способы изготовления керамических изделий, а также оказывало содействие на возможность их оформления. На сегодняшний день керамическая плитка пользуется спросом все больше.



Рисунок 9 – Керамическая плитка с динамикой узора поверхности

В современных интерьерах, в облицовке коридоров, ванных комнат, балконов, гостиных, оранжерей, спален и других помещений керамической плитки нет равных. По показателям экологичности, прочности и гигиеничности данный материал не знает себе равных. Богатая цветовая палитра и широкий спектр текстур дали огромное производство и выбор керамической плитки. Декоративные и гигиеничные свойства керамических плиток делают их высококачественными изделиями для внутренней облицовки стен, облицовки фасада и перегородок жилых, общественных и промышленных зданий. Глазурованные плитки чаще применяют для облицовки стен станций метрополитена, больниц, поликлиник, столовых и кухонь, санузлов жилых зданий, бытовых помещений заводов и фабрик, торговых предприятий, бань, прачечных, плавательных бассейнов и других общественных зданий.

В формировании интерьера ведущую роль играет колористическая аранжировка поверхности. Русская архитектура всегда учитывала не только композиционное решение объёма здания, но и его освещение, законы зрительного восприятия, светотени, воздушной перспективы. В архитектуре, как и в дизайне любой вещи, это достигается решением формы - формообразованием, её положением в пространстве, очертанием, фактурой, правильно найденными пропорциями, ритмом и цветом.

Дизайнерский вид современной керамической объемной плитки создается благодаря светотеневой градации. Солнечный свет создает светотеневую градацию поверхности плитки, за счет такой визуализации создается объем.



Рисунок 70 – Фигурная керамическая плитка

Согласно теории архитектуры, искусства и дизайна, человек воспринимает предметы через гамму характеристик их поверхности. Опираясь на внешний вид, мы зрительно оцениваем гармонию визуального восприятия изделия его характеристик. Одна из самых сложных

задач для тех, кто делает ремонт - цветовой решение интерьера. Вышеперечисленные плюсы керамической плитки позволяют сделать выводы о том, что керамика – это популярный материал, который будет востребован всегда.



Рисунок 11 – Орнаментальные декоративные керамические плитки

На данный момент, особую востребованность материал имеет при отделке интерьеров современных квартир и домов - керамическая плитка для ванной, коридоров, спален, входных и других комнат и помещений. Таким образом, можно смело говорить, что упомянутый материал является одним из распространенных на современных строительных площадках, где ведутся работы по возведению и отделке объектов разного назначения.

Сфера керамической плитки безгранична от угла в комнате до фасада на улице. Она никогда не теряет и не потеряет свои позиции. Вопреки богатому выбору претендовавшей продукции облицовочного материала, плитка всегда остается популярной.

Библиографический список

1. Котляр В.Д., Явруян Х.С., Божко Ю.А., Небежко Н.И. Особенности производства лицевого керамического кирпича мягкой формовки на основе опоковидных пород // Строительные материалы. 2019. № 12. С. 18–22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-777-12-18-22>
2. Гальперина, М. К. Глины для производства керамических изделий : учебное пособие / М. К. Гальперина, В. Ф. Павлов. — М. : ВНИИЭСМ, 1971 г.
3. Данилевич, Т. А. Техническая информация. Керамическая промышленность : учебное пособие / Т. А. Данилевич, Н. С. Гаврилов, Ю. М. Быстров. — М. : ВНИИЭСМ, 1973 г.
4. Галкин, П. А. Облицовочные и плиточные работы. Технологии и материалы для внутренних и наружных работ : учебное пособие / П. А. Галкин, А. Е. Галкина. — М. : Эксмо, 2012. — 256 с.
5. Рабинович, И. А. Строительная керамика : учебное пособие / И. А. Рабинович, Э. А. Гурвич. 1975 г.
6. Кошляк, Л. Л. Производство изделий строительной керамики / Л. Л. Кошляк, В. В. Калининский. — М. : высшая школа, 1985 г.
7. Воронов, Н.В. Русские изразцы 18 века : учебное пособие / Н. В. Воронов. — ГПИБ, 1960. — 208 с.

Сведения об авторах:

Котляр Владимир Дмитриевич - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

Риве Оксана Александровна – бакалавр 4 курса, специальность 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», профиль «Техническая эстетика и материалы в архитектуре, реставрации и строительстве», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ

Лапунова К.А., Орлова М.Е., Кисленко А.К.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, keramik_kira@mail.ru; marina.nekrasova.96@list.ru;
tomoe151116@gmail.com

Эпоксидная смола – относительно новый инновационный материал, полученный в конце прошлого века, распространившийся не так давно и применяемый в различных сферах деятельности. Эпоксиполимеры представляют собой универсальный, самоклеящийся материал, изначально использовавшийся в качестве клея, который после полимеризации не изменял свой объем. Данные вещества используются исключительно с отвердителем. Применение данной технологии в эстетизации архитектурного пространства, при должных навыках мастера, может превратиться в интересный предмет искусства, декора или интерьера.

Ключевые слова: строительные материалы, эпоксидная смола, строительство, архитектурное пространство, интерьер, колористика, эстетика архитектуры.

Впервые реакция эпоксидирования была открыта Н.А. Прилежаевым в начале 20 столетия, но первым открытием в данной области стало получение одного из ключевых компонентов – бисфенола. А в 1891 г. химиком Александром Павловичем Дианиным. В 1936 г. швейцарским химиком П. Кастаном была получена низковязкая смола путём смешения бисфенола с эпихлоргидрином. К 1939 г. синтезировали еще несколько аналогичных смол, которые использовали как связующее вещество для защитных покрытий. Промышленный выпуск эпоксидных смол начался с 1947 г. и в следующие 20 лет производство только увеличивалось и было синтезировано еще ряд эпоксидных соединений.

Эпоксидную смолу получают методом поликонденсации эпихлоргидрина с различными органическими соединениями.

В дальнейшем смолы, благодаря своим свойствам образовывать прочные и износостойкие полимеры под действием отвердителя, обрели популярность в различных отраслях: машино-, судо-, авиа- и ракетостроение. Смолой заливают полы, покрывают стены, изготавливают водопроводы. Сейчас эпоксидную смолу все чаще используют как материал для изготовления украшений и различного декора.

Эпоксидная смола имеет ряд преимуществ:

- прочность на растяжение и сжатие отверженной смеси варьируется от 40 до 90 МПа;
- водонепроницаемость;
- лёгкий вес.

Эпоксидная смола имеет технологические особенности. Состав чаще всего замешивается в следующих пропорциях: 2 части смолы, 1 часть отвердителя и тщательно перемешивается. При смешивании компонентов можно добавить к ним краситель, пигмент, блестки и любой другой декор для получения желаемого результата.

Смолу можно заливать в несколько этапов, делать это послойно, создавая различные рисунки и фактуры. Смола застывает в течении 24 – 78 часов. После полной полимеризации изделие можно активно эксплуатировать.

На сегодняшний день основные формы выпуска вещества — камнеподобные, полужидкие и вязкие. Помимо чисто промышленного применения эпоксидная смола сегодня активно используется домашними мастерами и строителями, художественными и модельными студиями, а также реставраторами. Активно используется она при строительстве судов и лодок.



Рисунки 1, 2 – Столешницы из эпоксидной смолы

Эпоксидная смола бывает нескольких видов:

- строительная (для больших по площади заливок);
- ювелирная (для создания маленьких изделий без пузырьков воздуха);
- для творчества (для заливки небольшой толщины с созданием неповторимых эффектов).



Рисунок 3 – Дверная ручка с розой, залитой эпоксидной смолой

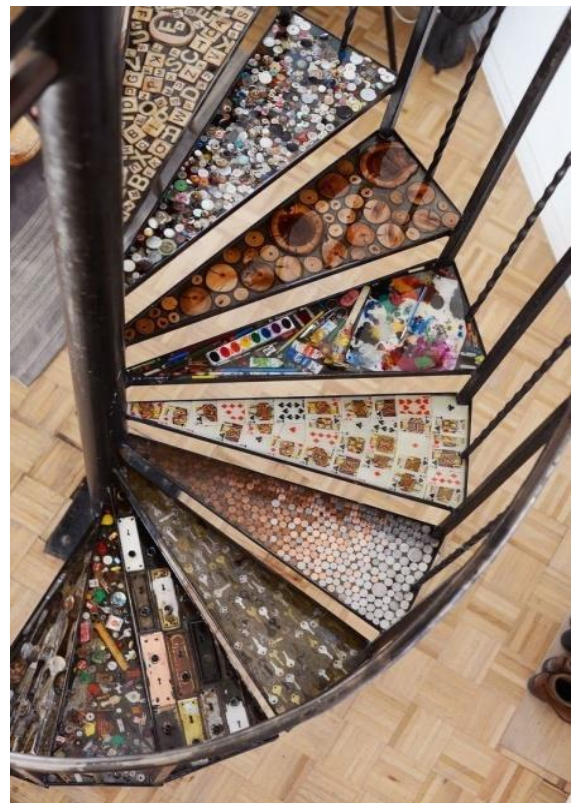


Рисунок 4 – Ступени из эпоксидной смолы

Эпоксиполимеры отлично подходят для изготовления мебели и различных ее частей: столешниц, дверей, подлокотников, ручек и других изделий. Смола также подходит для изготовления элементов интерьера. Дизайнерские светильники, подносы, подставки, часы, рамы, вазы, кашпо и практически любой другой декор возможно изготовить из эпоксидной смолы. В работе с эпоксиполимерами фантазию дизайнера ограничивает только форма, в которую заливается смесь смолы с отвердителем.



Рисунок 5 – Рабочий стол из эпоксидной смолы и древесины



Рисунок 6 – Стул с элементами из эпоксидной смолы

В наши дни чаще всего можно встретить именно столешницы из смолы. Это может быть как сплошное изделие из эпоксидной смолы, так и комбинация материалов. Самым распространенным вариантом является так называемый как стол-река, где эпоксидная смола расположена между двумя кусками древесины. Такие столы сейчас можно встретить в квартире, офисе или кафе.

Еще одними элементом декора, которые можно выполнить из данного материала являются различные источники освещения. Некоторые варианты светильников, где смолой полностью изолируют источник освещения и элементы питания, могут использоваться в качестве уличного освещения в связи с водонепроницаемостью материала. Но чаще всего такой декор используется именно в помещении.



Рисунок 7 – Столешница для обеденного стола из эпоксидной смолы



Рисунок 8 – Светильник из древесины и эпоксидной смолы

В 21 веке, когда на рынке представлено огромное количество различных материалов, инновационной материал – эпоксидная смола постепенно набирает популярность. Возможность использовать один материал в различных сферах – неоспоримый плюс и эпоксиполимеры являются ярким представителем таких материалов. Популярность данного материала полностью оправдана его универсальностью и доступностью. Благодаря своей прозрачности и возможности декорировать смолу практически любым способом – начиная от использования пигментов и чернил и заканчивая использованием природных материалов. Если научиться работать с этим материалом можно получать интересные и оригинальные изделия даже в домашних условиях.

На протяжении времени менялись эстетические предпочтения, уровень строительной техники и производства, появлялись новые строительные материалы, но стремление к украшению ...остается неизменным.[1]

Делая выводы можно сказать, что эпоксидная смола— это инновационный и универсальный материал, который при должных навыках мастера может превратиться в интересный предмет искусства, декора или интерьера. Сегодня тенденция добавлять яркие акценты в монохромный интерьер активно продвигается дизайнерами, а эпоксидная смола позволяет сделать изделие любого цвета и насыщенности, что делает его идеальным материалом для изготовления декора современного интерьера.

Библиографический список

1. Лапунова К.А., Орлова М.Е., Лазарева Я.В. Руф-дизайн в истории архитектуры и строительства/ Лапунова К.А., Орлова М.Е., Лазарева Я.В.// Технология художественной обработки материалов сб. материалов XXI Всерос. науч.-практ. конф. (г. Ижевск, 1–3 октября 2018 г.). Ижевск 2018. 527 с.
2. Воробьев А. Эпоксидные смолы / А. Воробьев //Компоненты и технологии, №8- 2003.- с.170-173.
3. Старокадомский Д. Длинный век эпоксидки/ Д. Старокадомский// Наука и жизнь.-2018- №1.- с.66-69
4. Эпоксидная смола для творчества, производства и ремонта / Строитель Инфо. URL: <https://stroitelinfo.ru/materialy/epoksidnaya-smola>

Сведения об авторах:

Лапунова Кира Алексеевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

Орлова Марина Евгеньевна – аспирант кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

Кисленко Алина Константиновна – бакалавр 4 курса, специальность 29.03.04 «Технология художественной обработки материалов», профиль «Техническая эстетика и материалы в архитектуре, реставрации и строительстве», ФГБОУ ВО Донского государственного технического университета

АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ НА АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ

Орлова М.Е., Лапунова К.А.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, marina.nekrasova.96@list.ru; keramik_kira@mail.ru

Аннотация: в данной статье рассмотрена история появления и развития такого кровельного материала, как керамическая черепица. Затронуты основные вопросы актуальности и востребованности производства керамической черепицы для архитектурно-строительного рынка России.

Ключевые слова: керамика, черепица, саман, крыша, производство, рынок, спрос

Керамическая черепица насчитывает долгую историю. За многие тысячелетия черепица зарекомендовала себя как надежный и экологически чистый кровельный материал, отвечающий самым высоким физико-механическим и эстетическим показателям [1]. Старинный способ изготовления черепицы из глины аналогичен керамическому кирпичу – отминка в форме. На ровную поверхность ставилась деревянная форма, которая заполнялась глиняной массой. Дальше сырец дорабатывается, высушивается и обжигается.

Керамическая черепица использовалась ещё в Древней Греции для украшения крыш. На полуострове Пелопоннес была найдена керамическая черепица, датированная периодом 2600–2000 лет до н.э. В качестве кровельного покрытия керамическая черепица была значительно дороже, но имела весомый плюс в качестве высокой огневой стойкости. Именно из-за этого показателя предпочтение отдавали именно керамической черепице. Древнегреческая керамическая черепица укладывалась рядом друг с другом, причем верхние ряды перекрывали нижние ряды, имеющие приподнятые края.

Этруски в свою очередь использовали высококачественную глину, как для самана, так и для обожжённых керамических изделий. В основном этруски изготавливали большие керамические плиты для закрытия гробниц, керамическую черепицу для покрытия крыш и декоративные элементы для украшения карнизов. Основным кровельное покрытие у этрусков служила именно керамическая черепица со специальными элементами, которые закрывали стыки [2].

Новый виток в развитии масштабного производства керамической черепицы, наступил после появления прессы. В 19 веке братья Джилардане разработали марсельскую черепицу и начали масштабное производство данной черепицы (рисунок 1). Данная черепица была одной из главных статей экспорта Франции того периода.



Рисунок 1 – Марсельская керамическая черепица, братья Джилардане, 1950 г.

Также керамическая черепица получила широкое распространение в России. К началу 20 века Российская империя была одним из крупнейших производителей черепицы. После Второй Мировой войны некоторый период времени черепица была поставлена на массовое производство. Заработали Софронский цех, Георгичевский и Керченский заводы. В середине XX в. произошел заметный рост производства керамической черепицы в России.

Пазовая штампованная черепица выпускалась Прохладненским кирпично-черепичным заводом, в Украине – Коломыйским заводоуправлением строительных материалов. Ленточная и S-образная черепица производилась в Украине Хустским заводом строительных материалов, в Белоруссии – Обольским заводом керамических изделий и Могилёвским филиалом ВНИИСтроммаш. Однако экономические условия и распространение более дешевого кровельного материала не способствовали дальнейшему развитию этого производства. Когда в конце 20 века в России проявился интерес к индивидуальному строительству, то возник спрос на качественный и разнообразный строительный и декоративный материал. Также выяснилось, что качественные строительные материалы, в том числе и черепицу, вынуждены закупать у европейского производителя, где этот процесс традиционно налажен. Из-за своей высокой стоимости импортная черепица не стала общедоступным кровельным материалом на российском рынке, поскольку цена варьируется от 3500 до 8000 руб. за 1 м², в зависимости от профиля и цвета, без учета комплектующих материалов и затрат на кровельные работы.

На сегодняшний день на российском рынке возрос спрос на керамическую черепицу и остро стоит проблема налаживания производства, способного выпускать продукцию ниже по стоимости и не уступающую по своим техническим и эстетическим показателям Европейским аналогам. Наряду с обычной черепицей, имеющей естественный цвет обожженной глины, на рынке в настоящее время представлен огромный выбор цветовых решений, достигаемых объемным окрашиванием и покрытием поверхности ангобами и глазурами [3].

Уже много лет большой популярностью пользуется черепица компании «BRASS». Фирма имеет свои представительства в 40 странах мира. В России представителем группы и производителем цементно-песчаной черепицы BRAAS является совместное российско-немецкое предприятие «БРАС–ДСК1», которое было создано в 1995 году. В настоящий период, застраивая новые районы Москвы, архитектурные мастерские основываются на мировом опыте строительства, используя примеры архитектурного формообразования и колористических решений. Так, черепичные крыши разных цветов и оттенков, от желтого до темно-коричневого, бордового, составляют колористическое очарование итальянских городов, а цветная керамическая черепица, выложенная разноцветием оттеков или в виде орнамента – неотъемлемая черта готических крыш и фасадов Северной Европы. До сих пор в Москве и других крупных российских городах относились к крышам только как к технической, а не эстетической составляющей. Эта особенность невыраженного рельефа городов и основной конструкции плоской кровли. Однако уже есть примеры введенных в эксплуатацию интересных жилых комплексов. К образу средневековых замков отсылают заостренная форма арок и окон, башни со шпилями, стрельчатые витражи и яркая черепица крыши комплекса «Эльсинор». Строгие, лаконичные очертания трех корпусов, имеющих различную этажность (8, 10 и 22 этажей) напоминают о лучших традициях старинной европейской архитектуры (рисунок 2).

Комплекс элитных особняков в Тверском районе Москвы «Итальянский квартал» вообрал в себя традиции итальянского зодчества. Корпуса высотой от 4 до 9 этажей расположены амфитеатром. При строительстве квартала архитектор Михаил Филиппов вдохновлялся театром Марцелла в Риме. Строительство комплекса велось с 2003 по 2013 гг. Ступенчатая композиция комплекса позволяет любоваться цветом и фактурой римской черепицы (рисунок 3).

Керамическая черепица – эталон архитектурной эстетики. Еще никто не придумал более красивого и совершенного кровельного материала [4].

Рисунок 2 – Жилой комплекс
«Эльсинор»,
г. Москва



Рисунок 3 – Черепичные крыши
«Итальянского квартала», г.
Москва

Поскольку процент спроса на керамическую черепицу продолжает расти, открываются большие перспективы для развития отечественного производства именно этого кровельного материала, путем внедрения нового сырья, технологий и дизайнерских решений.

Библиографический список

1. Котляр В.Д., Орлова М.Е., Лапунова К.А., Лазарева Я.В. История появления и основные этапы развития производства керамической черепицы // Строительство.// Архитектура. Экономика: материалы Междунар. форума «Победный май 1945 года», 23 апр. 2018 г. / Дон. гос. техн. ун-т. – Ростов н/Д.: ДГТУ, 2018. – С. 47-50.
2. Салахов А.М. Керамика для строителей и архитекторов. – Казань: Парадигма, 2009. – 296 с.
3. Лазарева Я.В., Лапунова К.А., Орлова М.Е. Керамическая черепица из аргиллитов как элемент рурф-дизайна в облике современных мегаполисов // Строительные материалы. – 2021. – № 4. – С.42-46.
4. Орлова М.Е., Лапунова К.А., Лазарева Я.В. Керамическая черепица в современном архитектурном дизайне // Технология художественной обработки материалов: сб. ст. XX национальной науч.-практ. конф. (Ростов-на-Дону, 2–7 октября 2017 г.). – Ростов-на-Дону: ДГТУ. – 2017. – С. 70 – 72.

Сведения об авторах:

Орлова Марина Евгеньевна – аспирант кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

Лапунова Кира Алексеевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО Донской государственной технической университет

Секция 2. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

УДК 691.1:691.002.8:620

НОВЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

¹Пичугин А.П., ¹Хританков В.Ф., ²Смирнова О.Е., ²Ткаченко С.Е.

¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», г. Новосибирск, Россия, gmunsau@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет» (Сибстрин), г. Новосибирск, Россия

Последние десятилетия наблюдается спрос на легкие теплоизоляционные материалы преимущественно из возобновляемого органического сырья, способные осуществлять не только конструкционные функции, но и выполнять теплозащитные задачи. Такой легкий бетон позволяет включить новые материалы в малоэтажном строительстве и обеспечить эффективность по многим параметрам. В статье приводятся результаты исследований по формированию требований для получения нового теплоизоляционного легкого бетона на основе отходов деревообработки и материалов растительного производства, позволяющих вводить в технологический процесс ранее неиспользуемое местное сырьё. Первые результаты позволяют положительно оценить новые возможности проектирования легких крупнопористых бетонов с изменяемой гранулометрией, обеспечивающих эффективность при существенно низких экономических затратах на их производство. Представлен анализ свойств и технологических особенностей конструкционно-теплоизоляционных бетонных изделий на различных отходах растительного происхождения.

Ключевые слова: материалам для стен зданий, легкие бетоны, крупнопористый бетон с направленно изменяемой гранулометрией, математическое моделирование и планирование экспериментов

Ежегодно в стране образуется более 700 млн. тонн отходов лесо- и деревообработки. Наибольший объем отходов древесины 23 – 40 % образуется при лесопилении и деревообработки. Ежегодно в стране образуется 630–650 млн. т сельскохозяйственных отходов органического происхождения. Существует множество вариантов производства стеновых и теплоизоляционных материалов на основе сырья и отходов растительного происхождения. Такие виды сырьевых ресурсов, как: торф, солома, камыш, солома, лузга, опилки, станочная стружка, кора деревьев, отходы льнопереработки и пр. – позволяют осуществлять строительство малоэтажных зданий с наименьшими затратами (рисунок 1). Используя прогрессивные технологии, в частности, гранулирование и брикетирование растительных отходов и древесного сырья с полимерными и наноразмерными добавками, можно получать эффективные стеновые и теплоизоляционные материалы и изделия непосредственно на месте нахождения этих ресурсов. Кроме того, учитывая полезное содержание в растительном сырье лигнина и других компонентов, можно изготавливать лигнопласты для отделочных и других работ. Широкие возможности создает обработка изделий из растительного сырья минеральными порошками и антипиренами, что позволяет обеспечить огнестойкость и эксплуатационную надёжность строительных конструкций и частей зданий. Большие перспективы у органоминеральных смесей в плане использования в 3Д-технологиях. Важным преимуществом органоминеральных гранулированных растительных отходов является использование их в легких бетонах с интегральной пористой структурой, обеспечивающей повышенную теплоизолирующую и шумопоглощающую способность.

Происхождение	Деревообработка		Обработка сельхозпродукции			Растительное сырье		Прочие									
Вид	Щепы и кусковые отходы	Опилки	Стружка	Кора	Вершины, ветви	Солома	Костральна	Лузга	Камыш	Торф							
Состояние	Крупноразмерные		Волокнистые	Сыпучие		Полутвердые	Мягкие		Плитные								
Способы переработки	Прямое использование без дополнительной технологической обработки		Механическая подготовка материалов (дробление, фракционирование и т.д.)		Термическая обработка (сушка, прогрев и т.д.)	Химическая обработка	Агрегатирование (грануляция, брикетирование)	Смешивание с другими веществами и отходами	Модификация полимерами и другими веществами								
Производимые материалы	Арболит	Опилкобетон	Фибролит	Древесно-стружечные плиты (ДСП)	Древесно-волоконистые плиты (ДВП)	Древленопласт	Коропласт	Страмит	Костромит	Саман	Камышитовые плиты	Торфяные плиты	Цементно-стружечные ЦСПлиты (C)	Оргенко	Древесно шерстные плиты	Ксилолит	Ришлит
	Ограждающие конструкции зданий		Теплоизоляционные материалы		Плитные, щитовые и прочие изделия		Заполнители бетонов		Насыпные термоизоляционные материалы								

Рисунок 1 – Классификационная схема органического сырья и материалов на его основе

Актуальность переработки растительного сырья и органических отходов определяется многими факторами. Так, известно, что ежегодно в стране образуется 630-650 миллионов тонн сельскохозяйственных отходов и более 700 миллионов тонн отходов лесной деревообработки. Всё это приводит к интенсивному засорению рек и водоёмов, гниению отходов или их сжиганию, что негативно сказывается на экологической обстановке в регионах. Используя растительное сырье, можно обеспечить высокие теплотехнические показатели стеновых изделий, решить проблему утилизации отходов, создать возможность получения экологически чистых строительных материалов.

В качестве крупного заполнителя для легких бетонов с интегральным расположением крупного заполнителя использовались отходы деревообработки и лесозаготовки, солома, камыш и пр., которые по специальной технологии подвергались измельчению и грануляции с последующей защитой пленкообразующими композициями. Тапкой же обработке подвергалась кора, которая только дробилась и сортировалась по фракциям и также защищалась пленкообразующим покрытием. Кора, защищающая древесину от механических повреждений и климатических воздействий, состоит из двух слоев – наружного (корки) и внутреннего (луба). По лубяному слою в дереве доставляются питательные ве-

щества для его роста и развития, а так же откладываются лубяные клетки в сторону луба и клетки древесины - в сторону камбия по направлению к сердцевине дерева. В результате данного процесса древесина растет. При этом следует отметить тот фактор, что клетки древесины растут интенсивнее, чем лубяные клетки коры [1-5].

Древесина состоит из набора следующих органических веществ, в составе которых около 48 - 50% углерода; 43-45% кислорода; 5-6,5% водорода и менее 0,2% азота. Минеральная фаза древесины составляет около 2-3%, при чем, большая зольности приходится на кору дерева. По минералогическому и химическому составу в золе более 40% солей кальция, около 20% солей калия и натрия и до 10% солей магния. Органическая часть коры представлена целлюлозой, лигнином, пентозанами и гексозанами, а также большим количеством легко растворимых в воде веществ, относящихся к экстрактивным легко гидролизуемым компонентам.

Рассматривая химический и элементный составы сырья растительного происхождения, можно установить следующую закономерность. Все виды растительного сырья и деревообработки имеют в своем составе целлюлозу и лигнин в различном количестве. Все сырьевые ресурсы растительного происхождения объединяют общие свойства: химическому и элементному составу, по степени агрегации, по возможности использования для тех или иных технологических переделов, по виду получаемых материалов и изделий.

Появление новых и инновационных композиционных материалов позволили изменить представления о строительстве, особенно в строительном материаловедении. Такие новые композиционные материалы, как теплозвукозащитные бетоны, жидкая (живая) плитка, тепловые обои увеличивают возможности в области современного градостроительства. Эти строительные материалы могут быть экологичными с низким расходом энергии на производство при использовании отходов и сырья растительного происхождения. Порядок формирования требований к материалам теплоизоляционно-конструкционного назначения может быть разбит на несколько групп: конструктивно-технологические, функциональные, эксплуатационные, экономические и художественно-эстетические [6-8].

Составление требований на материалы и изделия необходимо начинать с разработки раздела конструктивно-технологических требований, который позволяет учесть условия производства, применяемые исходные материалы, современность конструкции, уровень исполнения отдельных элементов и композиции в целом, уровень возможной унификации конструкции, технологичность изделий, техническую надежность, физико-механические показатели, степень механизации и сложность производственных процессов, соответствие проекта современному уровню [8].

К функциональным требованиям следует отнести показатели, характеризующие вписываемость данного объекта в окружающую среду или технологическое удобство изделием, сочетаются с окружающими предметами, зданиями и сооружениями; возможность варьирования в использовании данного изделия с другими предметами или объектами.

В разделе эксплуатационных требований прежде всего следует обратить внимание на тот факт, что вопросы эксплуатационных характеристик прочности, надежности и долговечности находятся в непосредственной связи с функциональным назначением изделий. Поэтому в процессе проектирования, особенно при использовании новых материалов, например, конгломератов (прозрачных бетонов, пластических масс, древесины, металла, стекла для узлов и деталей декоративных элементов), необходимо задавать условия для обеспечения прочности исходя из результатов поверочных расчетов и экспериментальных данных. Особое место в этом наборе требований должно уделяться материалам, работающим на открытом воздухе и подвергающимся постоянным атмосферным воздействиям (солнечная радиация, увлажнение и высушивание, температурные перепады, замораживание и оттаивание и др.).

В группе экономических требований необходимо учесть трудоемкость изготовления в человеко-часах; затраты сырья в физических показателях с учетом обязательных отходов и основных материалов в денежном выражении с учетом транспортных и накладных расходов;

полную себестоимость, а также прочие затраты и работы, связанные с разработкой вариантов эскизных проектов, рабочих чертежей и прочей необходимой документации.

Архитектурно-художественные требования — набор традиционных приемов проектирования, использующих законы конструирования с оценкой внешнего вида объекта, элемента, изделия и всей конструкции в целом; особая роль отводится теплозащитным качествам стеновых бетонных элементов и изменению этих свойств во времени; современность формы, характер внешней отделки и фактуры; качество облицовочных материалов, крепежных деталей и элементов, то есть факторов, формирующих внешний облик. Частные качественные и количественные показатели свойств или требований могут быть определены по различным нормативным и регламентирующим методикам.

Упрощенно функциональную модель разработки некоего нового строительного материала и комплекс требований, отвечающих представлениям проектировщиков, можно представить, используя принятую в кибернетике и широко применяемую в науке и технике идею «черного ящика». Под «черным ящиком» понимается абстрактная кибернетическая система, в которой доступны внешнему наблюдению и, следовательно, могут быть изменены только параметры «входа» (x_c и Z_i) и «выхода» (f_i и S_i), а внутренняя структура неизвестна [8-10].

Входные управляющие параметры x_i ($i= 1,2,3,\dots,k$) и Z_i ($i= 1,2,3,\dots,l$) характеризуют соответственно качество и количество сырья, применяемого для изготовления материала, и технологический режим, который обеспечивал бы параметры выхода f_i ($i= 1,2,3,\dots,m$) и S_i ($i= 1,2,3,\dots,n$) в заданных пределах или оптимальные их значения. Если учесть, что результаты измерений являются независимыми случайными величинами с математическим ожиданием, определенным уравнением регрессии, и дисперсией, равной G_i^2 в точке $x_i E_x$, никаких предположений о виде плотности распределения $p(y/x)$, кроме, существования конечных вторых моментов, можно не делать. Пусть в точках $x_1, x_2 \dots x_n$ проведены независимые изменения параметров или показателей свойств с дисперсиями $G_1^2, G_2^2, \dots G_N^2$. Тогда

$$E(l_i) = 0; E(l_i l_j) = \delta_{ij} G_i^2, \quad (1)$$

где δ_{ij} — символ Кронекера, $ij=1,N$.

По этим измерениям необходимо вычислить оценки неизвестных показателей θ . При этом рассмотрению подлежат только линейные оценки, которые логично представить в виде $\theta = T * y$, где T -линейное преобразование.

Наилучшие линейные оценки θ архитектурно-технологических свойств и требований минимизируют сумму взвешенных квадратичных отклонений.

$$S(\theta) = \sum_{i=1}^N [y_i - f^T(x_i)\theta]^2. \quad (2)$$

Доказательство вышеприведенного уравнения (2) легко провести путем дифференцирования $S(\theta)$ по θ , приравнявая производные к нулю. Получаемая система уравнения $M\theta = Y$ может быть записана в следующем виде

$$x^T D^{-1}(y) x \theta = x^T D^{-1}(y) y. \quad (3)$$

Система (3) совпадает с $(x^T x^{-1}) x^T y$ при $D(y)=G^2 I$, то есть в случае равноточных измерений. В последнем случае несмещенная оценка дисперсии может быть определена по формуле:

$$G^2 = (N - m)^{-1} \sum_{i=1}^N [y_i - f^T(x_i)\theta]^2. \quad (4)$$

Анализ неравноточных измерений можно свести к анализу равноточных измерений, если удастся построить функцию эффективности эксперимента $\lambda(x)$, которая позволяет сравнивать дисперсии $G^2(x)$ в различных точках $x E_x$. Пусть

$$\lambda^{-1}(x) = G^2 \lambda^{-1}(x) = G^2(x). \quad (5)$$

Тогда при вычислении наилучших линейных оценок по формуле $\theta = M^{-1} Y$ можно положить

$$M = \sum_{i=1}^N \lambda(x_i) f^T(x_i). \quad (6)$$

$$Y = \sum_{i=1}^N \lambda(x_i) y_i f(x_i). \quad (7)$$

Несмещенная оценка для множителя

$$G^2 = (N - m)^{-1} \sum_{i=1}^N \lambda(x_i) [y_i - f^T(x_i)\theta]^2. \quad (8)$$

Возможно и дальнейшее обобщение. Пусть $D(y) = G^2 V$, где матрица V – положительно определенная и известная. Тогда оценка наименьших квадратов получается решением системы уравнений

$$x^T V^{-1} x \theta = x^T V^{-1} y \quad (9)$$

Если матрица $x^T V^{-1} x$ системы (9) не вырождена, то решение этой системы дает для вектора параметров несмещенную оценку с наименьшей дисперсией.

Несмещенная оценка вектора параметров θ существует только в случае, если система нормальных уравнений имеет единственное решение. В противном случае несмещенное оценивание возможно только для некоторых линейных функций параметров, называемых функциями, допускающими оценку. Линейная функция $q^T \theta$ будет допускать оценку тогда и только тогда, когда $q^T H = q^T$ или $q \in M(x^T)$.

С учетом изложенного, может быть осуществлена оценка материалов по всем рецептурно-технологическим и эксплуатационным параметрам по предложенным методам выработки критериев оценки строительных материалов для малоэтажного строительства. Так, были предложены составы теплоизоляционно-конструкционных легких бетонов на гранулированном органическом заполнителе с направленно изменяемой пористостью, строительные растворы в виде сухих строительных смесей с нанодобавками, защитные пропиточные композиции, модифицированные наноразмерными составами, а также полупрозрачные древесные бетоны на комбинированных вяжущих. Опыт эксплуатации объектов с использованием новых строительных материалов показал их надёжность и долговечность в условиях сурового сибирского климата [5, 16-19].

Выводы

Определены физико-механические свойства растительного сырья и отходов производства для получения прессованных, поризованных и гранулированных материалов. Установлены содержания лигнина в целлюлозе, а также других важных элементов органических ресурсов.

Показано, что из-за высокой пористости большинства описанных сырьевых материалов, рациональным способом его переработки может быть резка или измельчение с последующим фракционированием для получения изделий с заданными параметрами.

В качестве связующих агентов рационально использовать такие минеральные вяжущие, как гипс, известь, глина; при применении цемента органическое растительное сырье требуется специально обрабатывать нейтрализаторами или полимерсодержащими композициями.

Наиболее эффективно использование растительных отходов в сочетании с полимерными композициями и жидким стеклом.

Разработаны технологии получения прессованных, поризованных и гранулированных материалов на основе растительных отходов и сырья, что позволило получать эффективные материалы и изделия самого широкого спектра применения.

Приведенные различные материалы и изделия на основе растительного сырья позволяют повысить эксплуатационные параметры зданий, снизить капитальные затраты при возведении объектов, улучшить экологию.

Библиографический список

1. Хозин В.Г. Комплексное использование растительного сырья при производстве строительных материалов / В.Г. Хозин, В.Н. Шекуров, А.Н. Петров // Строительные материалы. -1997.-№2.-С.12-14.

2. Research of pressed thermal insulation materials, based on organic waste / Smirnova O., Pichugin A., Sebelev I. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. XIII International Scientific Conference Architecture and Construction 2020. BRISTOL, 2020. С. 012051.
3. Крутов П.И., Склизов Н.И., Терновский А.Д. Строительные материалы из местного сырья в сельском строительстве. – М., Стройиздат, 1978. – 284 с.
4. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Соломатов В.И. Пути снижения материалоёмкости строительных материалов и конструкций. - Киев, 1989. 78 с.
5. Пичугин А.П., Смирнова, О. Е. и др. Эффективные технологии при использовании растительного сырья в строительстве / /монография – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2020. – 192 с.
6. Пичугин А.П., Хританков В.Ф. и др. Прочность гранул крупного пористого заполнителя из растительного сырья в легком бетоне// Известия вузов. Строительство. - 2020. - № 11. - С. 28-41.
7. Пичугин А.П. Трещинообразование в крупнопористом бетоне с интегральным расположением крупного заполнителя//А.П.Пичугин, В.Ф.Хританков, О.Е. Смирнова, Е.Г. Пименов//Эксперт: теория и практика, №4 (7) 2020. – С.47-51.
8. Концепция формирования свойств материалов для архитектурно-декоративного оформления / А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков, А. В. Пчельников [и др.] // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2021. – № 9(753). – С. 21-32.
9. Самарский А.А. Введение в теорию разностных схем/ А.А.Самарский. - М.: Наука, 1971. – 550 с.
10. Половинкин А.И. Методы инженерного творчества / А.И. Половинкин. – Волгоград: Изд-во ВПИ, 1984. - 365 с.

Сведения об авторах:

Пичугин Анатолий Петрович – д-р техн.наук, проф., Новосибирский государственный аграрный университет

Хританков Владимир Федорович – д-р техн.наук, проф., Новосибирский государственный аграрный университет

Смирнова Ольга Евгеньевна – канд.техн.наук, доц., Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

Ткаченко Сергей Евгеньевич – аспирант, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Столбошкин А.Ю.¹ Спиридонова И.В.¹, Фомина О.А.²

¹ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия, stanyr@list.ru

² Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук (101990, Москва, Малый Харитоньевский пер., 4)

В статье обозначены проблемы, препятствующие эффективной утилизации минеральных отходов металлургической отрасли в строительной сфере. Представлена принципиальная схема комплексной переработки отвальных железорудных отходов обогатительных фабрик, в основу которой заложен метод сухого обогащения отходов. Разработана схема комплексной переработки отходов теплоэнергетических объектов металлургических предприятий. В зависимости от их новизны сгруппированы основные направления по рациональному использованию отходов. Представлена схема комплексной переработки металлургических шлаков. Выделены три основных направления по переработке алюмосиликатных отходов металлургии для получения различных строительных материалов и изделий.

Ключевые слова: комплексная переработка минеральных отходов, отходы обогащения железных руд, зола-унос, металлургические шлаки.

Актуальность исследований. В результате промышленного производства в индустриальных регионах России происходит интенсивное образование крупнотоннажных производственных отходов (примерно 2-2,5 млрд. т ежегодно) [1, 2]. По различным оценкам эти отходы занимают более 300 тыс. га земель территории страны, а их общее количество насчитывает более 80 млрд. т [3].

Наибольшее количество промышленных отходов в России располагается в Северо-Западном, Центральном, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральном округах. Особенно сложная обстановка складывается в Кузбассе, так как регион практически лидирует по количеству их образования в России. Накопленные отходы занимают площадь более 40 тыс. га, а их общая масса превышает 20 млрд. т. В результате нагрузка складываемых отходов на единицу площади в Кузбассе составляет 13600 т/км², в Новокузнецке – 21700 т/км² при среднероссийском показателе 146 т/км² [4].

Таким образом, комплексная переработка минеральных отходов металлургической отрасли является актуальной задачей на ближайшие годы и стратегическую перспективу развития индустриальных регионов России.

Постановка проблемы. Общеизвестно, что промышленность строительных материалов является наиболее «материалоемкой» отраслью из всех потенциальных потребителей промышленных отходов. Это обусловлено, прежде всего, минеральным составом техногенных отходов, большая часть которых состоит преимущественно из силикатов и алюмосиликатов кальция и магния.

Вместе с тем, основным препятствием на пути эффективного использования металлургических отходов в строительной сфере является непостоянство их химического, гранулометрического и минералогического составов, что ограничивает применение техногенных отходов в производстве вяжущих материалов, заполнителей и других видах продукции [5].

По мнению авторов, решение проблемы возможно за счет создания участков предварительной подготовки промышленных отходов, обеспечивающей усреднение их вещественного состава с последующей комплексной переработкой минеральной части в производстве строительных материалов.

Целью работы заключалась в поисковых исследованиях и разработке предложений по комплексной переработке минеральных отходов металлургической отрасли для утилизации и использования в строительной сфере.

Результаты исследований. Разработка принципиальной схемы комплексной переработки отвальных железорудных отходов обогатительных фабрик проводилась на примере Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабрик ОАО «Евраз ЗСМК» (Кузбасс).

В работе [6] отмечалось, что с экономической точки зрения комплексная переработка железорудных хвостов мокрой магнитной сепарации со средней карьерной влажностью 8-10 % возможна только при использовании инновационных технологий на основе сухого обогащения. При этом основным недостатком технологий «мокрого» обогащения отходов является образование большого количества пульпы из их силикатной шламистой части, превращение которой в строительные материалы при их высокой дисперсности и влажности становится нерентабельным.

На рисунке 1 приведена схема комплексной переработки, основанной на сухом обогащении железорудных отходов.

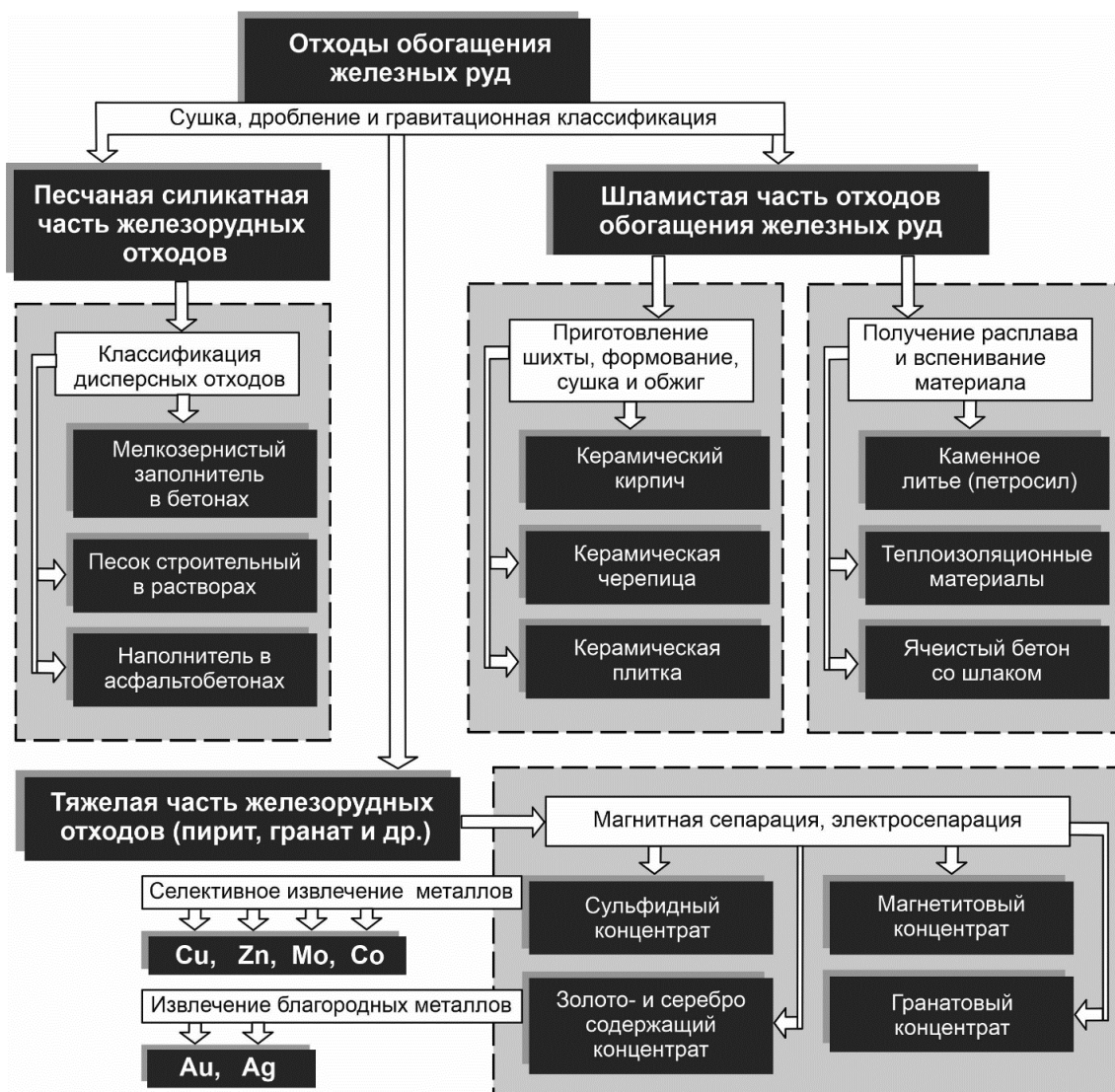


Рисунок 1 – Схема комплексной переработки железорудных отходов обогатительных фабрик

На первой стадии путем гравитационной классификации отходов в потоке теплоносителя выделяются три вида промышленных продуктов: тяжелый металлосодержащий концентрат, силикатная песчаная фракция и шламистая тонкодисперсная часть. Дальнейшая переработка тяжелой части хвостов позволит производить магнетитовый, гранатовый, сульфидный и золото- серебросодержащий концентраты. Дисперсная силикатная фракция может быть использована в производстве мелкозернистого заполнителя для бетонов, песка и наполнителя для асфальтобетонных смесей. На основе шламистой части железорудных отходов можно получать строительные керамические материалы с матричной структурой [7].

По литературным данным и результатам собственных исследований [8] разработана и предложена к проектированию схема комплексной переработки отходов теплоэнергетических объектов, входящих в металлургический комплекс Кузбасса (рисунок 2).

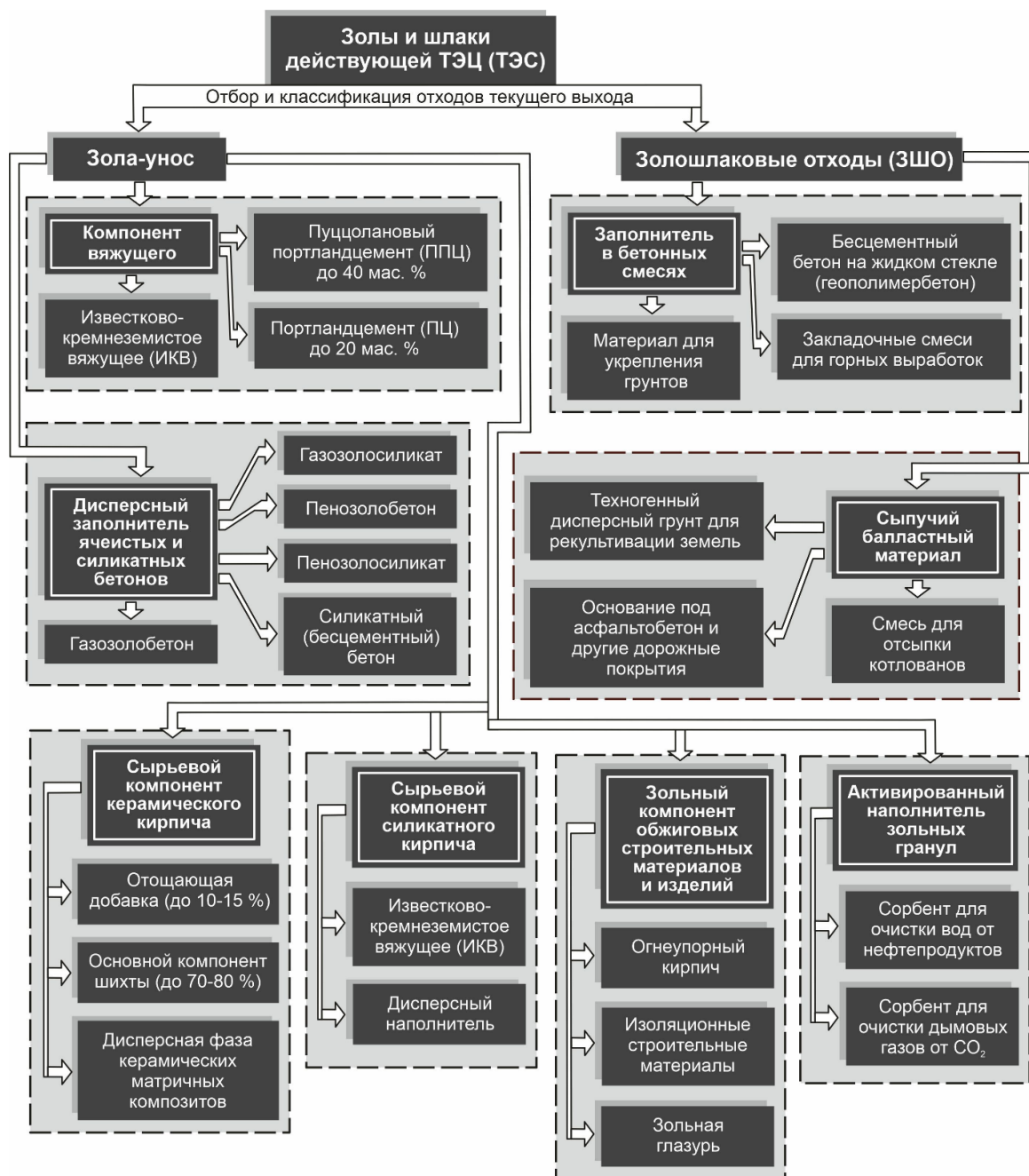


Рисунок 2 – Схема комплексной переработки отходов теплоэнергетических объектов металлургических предприятий

Учитывая особенность химического и минералогического составов отходов ТЭС, обусловленную их алюмосиликатной составляющей, золошлаковые отходы можно активно использовать в строительной индустрии, в дорожном строительстве, для отсыпки дорожных насыпей, при устройстве усиленных оснований, для укрепления грунта и др. [9]. Материалы, полученные из золошлаковых отходов (ЗШО, см. рисунок 2), имеют низкую теплопроводность, отличаются высокой плотностью, что позволяет на их основе получать огнеупорные и теплоизоляционные изделия [10].

Широкое применение золошлаковые отходы нашли в качестве заполнителей для легких и ячеистых бетонов. Авторами проведены исследования вещественного состава и дана оценка золы от сжигания углеродсодержащих отходов в вихревых топках как техногенного сырья для

ячеистых бетонов [11]. При высоком модуле основности зола-уноса с успехом используется как активная добавка к клинкерным вяжущим (ПЦ, ППЦ, см. рисунок 2), а также в качестве основного компонента известково-кремнеземистого вяжущего (ИКВ, см. рисунок 2).

С учетом высокой пористости и адсорбционной способности золошлаковых отходов разработаны технологии получения на их основе зольных гранул, которые можно использовать в качестве сорбента для очистки сточных вод и очистки дымовых газов от CO_2 [12].

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации золошлаковых отходов с точки зрения крупнотоннажного использования является рекультивация нарушенных земель. Золошлаковый грунт также может применяться для ликвидации горных выработок [13]. Данная практика особенно актуальна для ТЭС, расположенных в относительной близости к разрабатываемым месторождениям. Помимо этого, существует потенциал использования ЗШО в качестве изолирующего слоя на мусорных полигонах в качестве техногенного грунта для пересыпки твердых коммунальных отходов.

Перспективное развитие крупных промышленных регионов невозможно без рационального природопользования, в этой связи для экономии природных ресурсов, с одной стороны, и масштабной утилизации отходов крупных металлургических предприятий, с другой стороны, необходимы согласованные подходы по переработке всех видов накопленных и вновь образующихся техногенных отходов и побочных продуктов.

На рисунке 3 авторами предложена схема комплексной переработки шлаковых отходов металлургических комбинатов.

Прежде всего, по результатам исследований можно отметить, что высокое содержание щелочноземельных оксидов и гидравлически активных минералов в металлургических шлаках предполагает их эффективное использование в качестве сырьевых компонентов для неавтоклавных и автоклавных вяжущих, ячеистых бетонов и силикатных строительных материалов (ПЦ, ШПЦ, ИКВ, см. рисунок 3) [14].

С прошлого века достаточно апробирована технология получения гранулированных (быстроохлажденных) шлаков, отличающихся высоким содержанием (75-90 мас. %) стеклофазы. Металлургические шлаки, имеющие стекловидную, стеклокристаллическую или кристаллическую структуры, нашли широкое применение в качестве заполнителей бетонов на минеральных и органических вяжущих, при этом последние часто используются как балластный слой при отсыпке железнодорожных и автомобильных дорог, устройстве оснований и т. п. [15].

Наличие легкоплавких соединений в шлаковых отходах металлургических предприятий позволяет использовать их в качестве базового сырьевого компонента строительных материалов со стеклокристаллической структурой (шлакоситаллы, пеношлакоситаллы), а также как сырье для получения различных видов изоляционных материалов [16, 17].

Перспективным направлением, прежде всего с энергозатратной точки зрения, является получение из металлургических шлаков высокопрочных литых изделий (предел прочности при сжатии 400-500 МПа, средняя плотность порядка 3000 кг/м^3). При этом основной предпосылкой разрабатываемой технологии является использование отходов в расплавленном состоянии, начиная с отбора пиропластичной шлаковой массы на стадии ее образования, параллельно с протеканием металлургических процессов [18].

Заключение. По результатам проведенного анализа литературных данных и собственных исследований авторов разработаны схемы комплексной переработки отходов металлургической отрасли в зависимости от их разновидности:

- железорудных отходов обогатительных фабрик и агломерационного производства (рисунок 1);
- золы-уноса и золошлаковых отходов теплоэнергетических объектов металлургических предприятий (рисунок 2);
- алюмосиликатных шлаковых отходов высокотемпературных металлургических процессов металлургических комбинатов (рисунок 3).

Реализация предложенных направлений по комплексной переработке минеральных отходов металлургических предприятий позволит организовать безотходное производство металлургических предприятий, дополнительно производить товары для нужд строительной сферы и улучшить экологическую обстановку промышленных регионов.

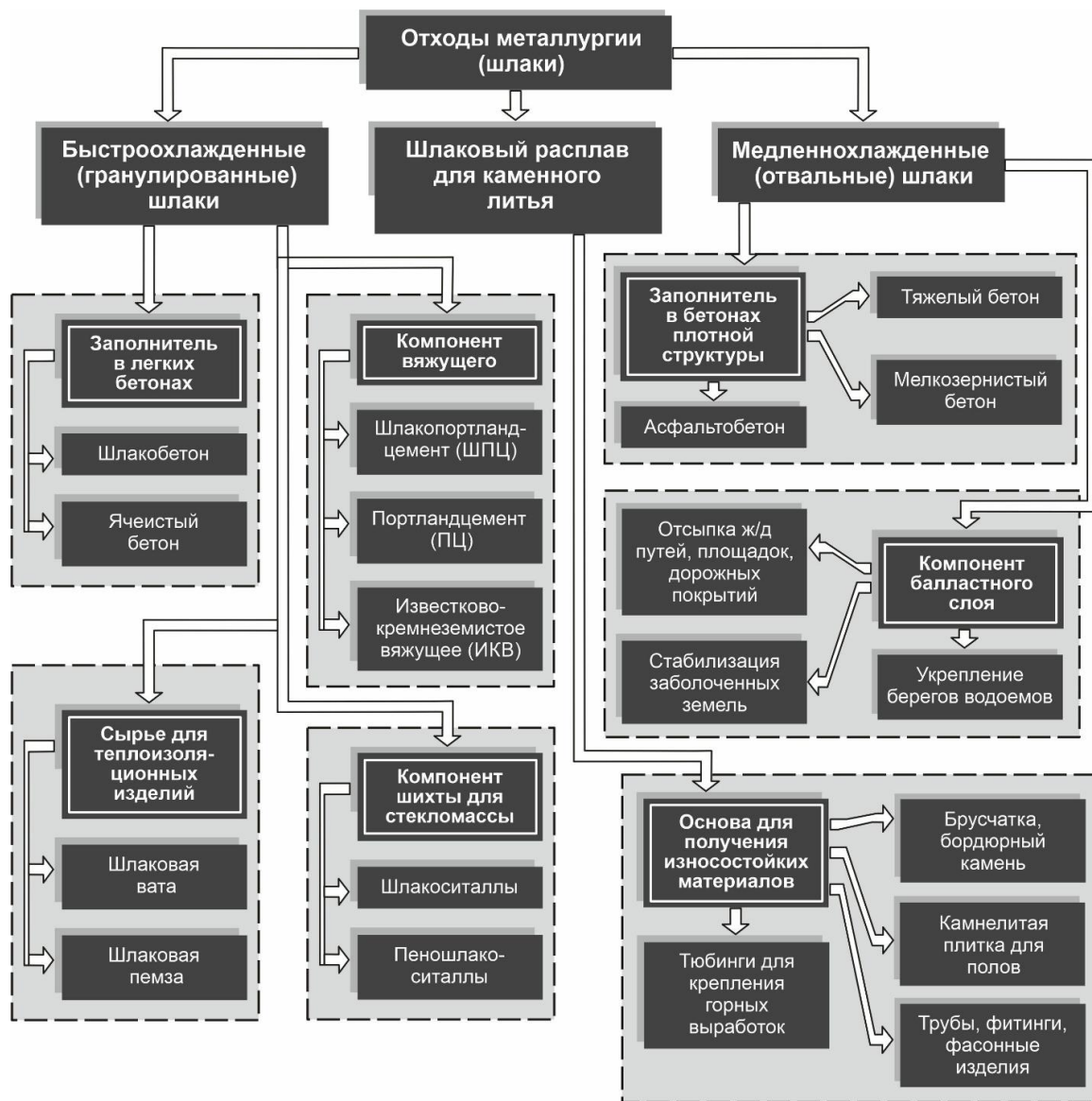


Рисунок 3 – Схема комплексной переработки шлаковых отходов металлургических предприятий

Библиографический список

1. Ляшенко, В.И. Охрана окружающей среды в регионах добычи и переработки руд / В.И. Ляшенко, В.З. Дятчин // Экология производства. – 2013. – № 3. – С. 56-59.
2. Рахимов, Р.З. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья / Р.З. Рахимов, У.Х. Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С. 8-11.
3. Аксенов, Е.М. О нерешенных проблемах масштабного использования техногенных месторождений для производства строительных материалов / Е.М. Аксенов, Р.К. Садыков // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии: Материалы XV Академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции / КазГАСУ. т. 2. – Казань, 2010. – С. 98-100.
4. Волынкина, Е.П. Развитие концепции управления отходами в металлургии / Е.П. Волынкина // Экобюллетень ИНЭКА. – 2007. – № 4 (123). – С. 45-50.
5. Хоботова, Э.Б. Эколого-химическое обоснование утилизации отвальных доменных шлаков в производстве вяжущих материалов / Э.Б. Хоботова, Ю.С. Калмыкова // Экологическая химия. – 2012. – № 21 (1). – С. 27-37.
6. Мочалов, С.П. Инновационные технологии строительных материалов в структуре комплексной переработки железорудных отходов Мундыбашской обогатительной фабрики

- / С.П. Мочалов, Н.И. Шатилов, А.Ю. Столбоушкин и др. // Строительный Кузбасс. – 2010. – № 1-2. – С. 24-27.
7. Столбоушкин, А.Ю. Керамические стеновые материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов, В.И. Верещагин, О.А. Фомина // Строительные материалы. – 2016. – № 08. – С. 19-23.
 8. Столбоушкин, А.Ю. Ресурсосберегающая комплексная переработка минерального техногенного сырья в производстве строительных материалов / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Бердов // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2011. – № 1. – С. 46-53.
 9. Балабанов, В. Б. Применение зольных отходов в дорожном строительстве / В.Б. Балабанов, В.Л. Николаенко // Вестник ИрГТУ. – 2011. – № 6 (53). – С. 37-41.
 10. Игнатъев, Г.В. Керамика на основе золы уноса воркутинских ТЭЦ / Игнатъев Г.В., Шушков Д.А. // IX Всероссийская молодежная научная конференция «Минералы: строение, свойства, методы исследования». – URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/87780/1/mssmi_2018_029.pdf (дата обращения 14.09.2022).
 11. Столбоушкин, А.Ю. Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива на формирование ячеистой структуры газозолобетона / А.Ю. Столбоушкин, А.И. Иванов, Г.И. Бердов, В.А. Сыромясов, М.С. Дружинин // Строительные материалы. – 2014. – № 12. – С. 42-45.
 12. Фоменко, А.И. Сорбент на основе зольных микросфер для очистки . технологических и сточных вод. / А.И. Фоменко // Перспективные научные исследования и инновационно-технологические разработки: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. – 27 августа 2020 г. / Под общ. ред. Е. П. Ткачевой. – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. – С. 41-44.
 13. Шеховцова, В.О. Обоснование технологии экологически безопасной подземной разработки слепых сближенных рудных залежей с закладкой выработанного пространства твердеющей смесью на основе золошлакоотходов / В.О. Шеховцова, В.И. Мурко // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – № 4. – С. 68-72.
 14. Завадский, В.Ф. Оптимизация параметров получения газобетона с применением шлакового вяжущего и шлакового заполнителя / В.Ф. Завадский, И.В. Камбалина // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – № 8. – С. 19-23.
 15. Пименов, А.Т. Применение шлаковых заполнителей в составе асфальтобетона для повышения долговечности дорожных покрытий / А.Т. Пименов, В.С. Прибылов // Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ». – 2019. – 16 (6). – С. 766-779. URL: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2019-6-766-779>
 16. Беляченков, И.О. Шлакоситаллы: история и перспективы / И.О. Беляченков // Студенческий вестник. – 2018. – № 28-2 (48). – С. 6-8.
 17. Русских, В.П. Производство шлаковой ваты из доменных шлаков / В.П. Русских, В.П. Кравченко // Вестник Приазовского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2016. – № 32. – С. 20-25.
 18. Игнатова, А.М. Синтетические минеральные сплавы, полученные каменным литьем – материалы настоящего и будущего / А.М. Игнатова // Базальтовые технологии. --2012. – № 1. – С. 46-49.

Сведения об авторах:

Столбоушкин Андрей Юрьевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Спиридонова Ирина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Фомина Оксана Андреевна – кандидат технических наук, научный сотрудник Института машиноведения им. А.А. Благодрава РАН.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ AlN И Si₃N₄ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ

¹Власов В.А., ¹Клопотов А.А., ¹Безухов К.А., ¹Волокитин Г.Г.,
¹Саркисов Ю.С., ²Сыртанов М.С., ³Сапрыкина А.А.

¹ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
г. Томск, Россия, bezuhov_k@mail.ru

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» г.
Томск, Россия,

³Юргинский технологический институт (филиал) ФГАОУ ВО «Национальный исследова-
тельский Томский политехнический университет», г. Юрга, Россия

В работе представлены результаты температурного воздействия лазерным лучом на порошковые смеси AlN+Si₃N₄ и Si₃N₄+Al₂O₃. Установлено, что лазерное облучение приводит к образованию многофазного материала: муллит состава Al₂O₃Si, β-SiAlON состава Si₃AlON₇ и аморфной фазы на основе кремния.

Ключевые слова: сиалон, муллит, лазерный луч, рентгеноструктурное исследование.

Введение

В настоящее время для синтеза новых материалов используются методы, основанные на подведении на малой участок поверхности образца высокой плотности энергии при очень малых временах воздействия. Перечислим основные методы: метод электродугового синтеза в воздухе низкого и нормального давления [1]; облучение поверхности металлических и не металлических материалов высокоинтенсивными электронными пучками [2]; воздействие лазерным излучением на поверхность металлических и не металлических материалов [3, 4]; воздействие низкотемпературной плазмой для проведения плазмохимических реакций [5].

Для выяснения механизмов образования соединений в сильно неравновесных условиях при воздействии на материал высокой плотностью энергии при очень малых временах воздействия необходимы проведения исследования с использованием разных источников энергии. Так в работе [5] установлено, что воздействие низкотемпературной плазмой на порошковую смесь AlN и Si₃N₄ в результате создания активной высокотемпературной химической среды произошел синтез β-SiAlON. В тоже время не ясно, какие соединения могут образоваться в результате воздействия лазерного облучения, или высокоинтенсивного электронного пучка, на порошковую смесь AlN и Si₃N₄.

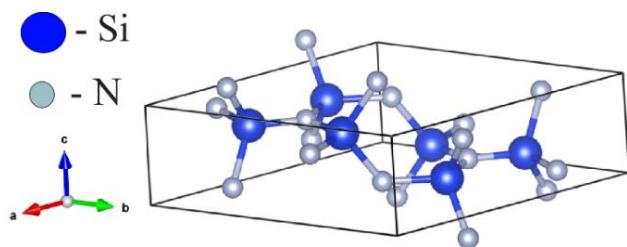


Рисунок 1 – Кристаллическая решетка и ее параметры структуры β-Si₃N₄ при 900°C (символ Пирсона *hP14*, пространственная группа *R6₃/m*, параметры ячейки: *a*=0.7637, *c*=0.2922нм [6])

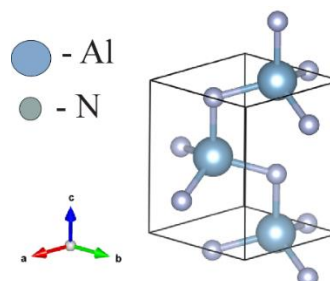


Рисунок 2 – Кристаллическая решетка и ее параметры структуры AlN (символ Пирсона *hP4*, пространственная группа *R6₃mc*, параметры ячейки: *a*=0.3112, *c*=0.49808нм [7])

Нитрид алюминия кристаллизуется в гексагональной системе, характеризуется дигексагонально-пирамидальным видом симметрии, рисунок 2 и имеет пространственную группу $P6_3mc$ (структурный тип вюрцита). В области, близкой к нитриду алюминия, фазы $AlN-Al_2O_3$ имеют различные политипы с общей формулой $Al_mO_3N_{m-2}$. К ним относятся политипы 27R с $m=9$ ($Al_9O_3N_7$), 21R с $m=7$ ($Al_7O_3N_5$) и 12H с $m=6$ ($Al_6O_3N_4$) [8]. Известно, что политипоиды $AlON$ и $SiAlON$ изоструктурны между собой, о чем свидетельствует сравнение кристаллических структур 27R- $AlON$ и 27R- $SiAlON$ [9].

Целью настоящей работы являлось изучение структурно-фазового состава продуктов синтеза, полученных в результате воздействия лазерным излучением на поверхности образцов из порошковых смесей $AlN+Si_3N_4$ и $Si_3N_4+Al_2O_3$.

Материалы и методы

Для исследования использовались компоненты: $\beta-Si_3N_4$, AlN , натриевое жидкое стекло Na_2SiO_3 использовалось в качестве связующего материала для «склеивания» исходных компонентов между собой в процессе перемешивания. В качестве реакционной добавки к алюмосиликатному сырью был введен раствор мочевины H_4N_2CO , а также глинозем Al_2O_3 . Все компоненты перемешивались между собой и при помощи гидравлического пресса формировались в брикет. Компоненты и их количество описаны в таблице 1.

Таблица 1 – Используемые компоненты для обработки лазерным лучом

Состав 1	Количество г.	Состав 2	Количество г.
$\beta-Si_3N_4$	30	Глинозем Al_2O_3	30
AlN	30	$\beta-Si_3N_4$	30
Раствор мочевины H_4N_2CO	30	Раствор мочевины H_4N_2CO	30
Жидкое стекло Na_2SiO_3	10	Жидкое стекло Na_2SiO_3	10

Технологический режим обработки поверхности образцов задавался параметрами: мощность излучения лазера 25 – 100 Вт; скорость сканирования 2000–3000 мм/мин.; шаг сканирования (x, y, z) 0,2 мм. Все образцы обрабатывались в защитной среде азота. Оптимальное время синтеза пучком – 2 минуты. Послойное лазерное спекание было выполнено на установке «ВАРИСКАФ-100М» [10]. Размеры облученной лазером поверхности составляли 5×25 мм. Рентгеноструктурное исследование проводили на дифрактометре SHIMAD ZUXRD-7000S с использованием $Cu_{K\alpha}$ излучений с последующим анализом дифрактограмм на программном комплексе Match Crystal Impact. Оптические фотографии получили на цифровом промышленном микроскопе Eakins.

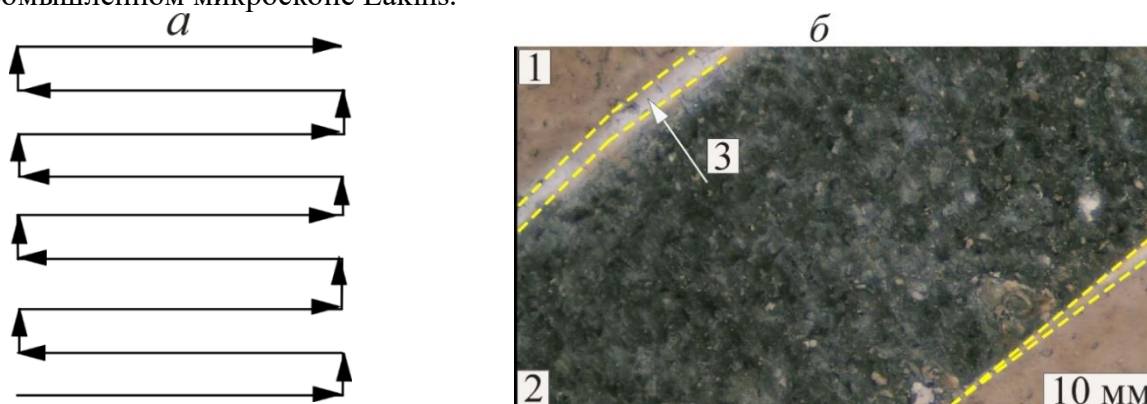


Рисунок 3 – Стратегия сканирования лазерным лучом поверхности образца *a*, и микрофотография поверхности образца после лазерного воздействия *б*. 1 – не обработанная область образца; 2 – область поверхности образца обработанного лазерным лучом; область 3 – переходная область между обработанной и не обработанной участками образца.

На рисунке 3а представлена схема стратегии сканирования лазерного луча. На рисунке 3б представлена микрофотография поверхности образца после лазерного воздействия.

Результаты и обсуждение

На рисунке 4, приведены дифрактограммы материала состава 1, синтезированного при помощи лазерного луча. На дифрактограмме присутствуют структурные линии исходных компонентов. Так на 4,б представлена штрих диаграмма соединения AlN. Основные пики на экспериментальной дифрактограмме относятся к системам Si₃N₄ Si₅AlON₇, рисунок 4 в,г.

На основе качественного РФА установлено, что прямое воздействие на исходный образец лазерного луча приводит к образованию многофазного материала. Так на рисунке 5, показана экспериментальная дифрактограмма второго состава и штрих диаграммы соединений образовавшиеся в ходе реакции: Al₂O₃, Al₂O₅Si Si₃N₄, Si₅AlON₇ рис.6, б, в,г,д.

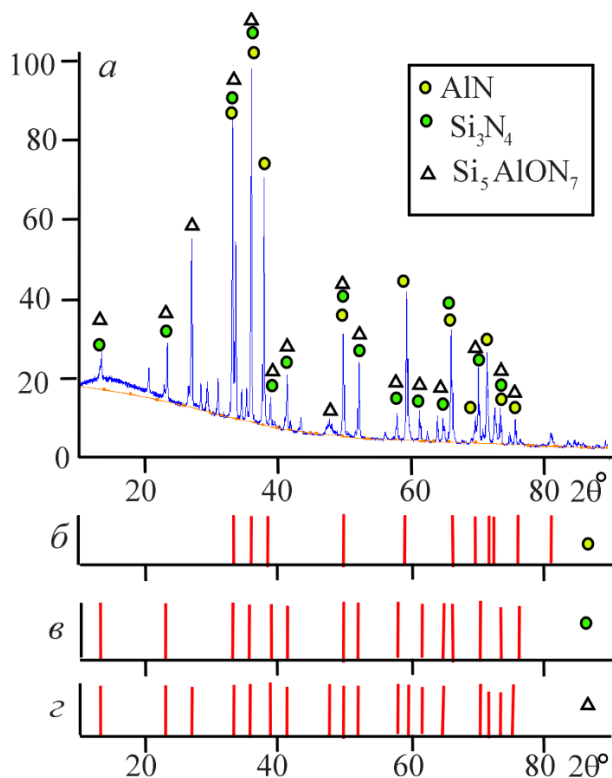


Рисунок 4 – Экспериментальная дифрактограмма образца состава 1. Штрих диаграммы соединений образовавшиеся в ходе реакции: б– AlN, в- Si₃N₄ г– Si₅AlON₇

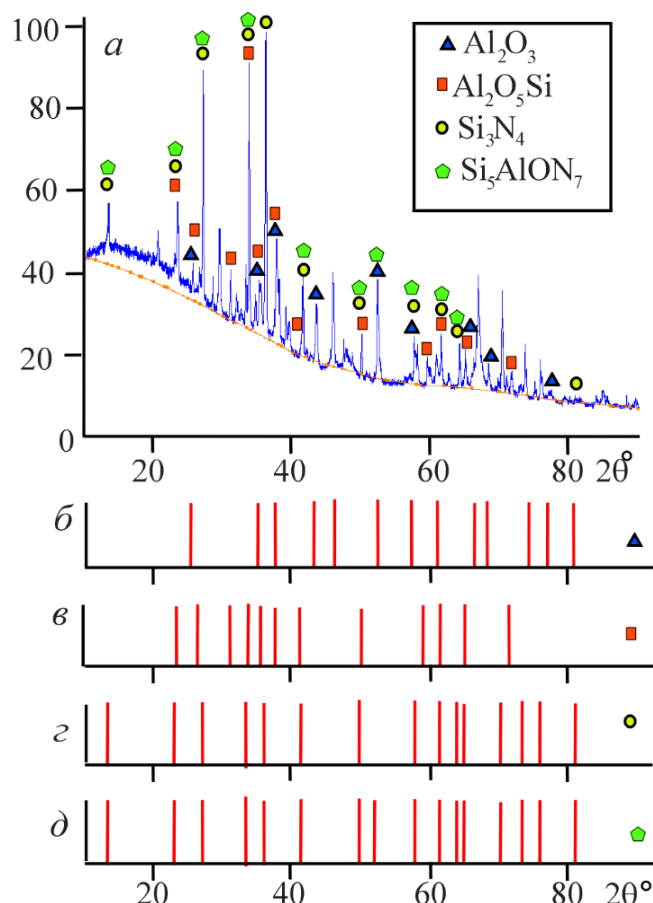
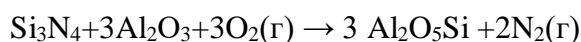
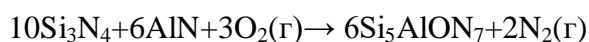


Рисунок 5 – Экспериментальная дифрактограмма образца состава 2. Штрих диаграммы соединений, образовавшиеся в ходе реакции: б– Al₂O₃, в- Al₂O₅Si, г– Si₃N₄, д– Si₅AlON₇

Реакция образования муллита в результате лазерной обработки поверхности может быть записана в виде:



Образование SiAlON в результате лазерной обработки поверхности может быть записана в виде



Также на дифрактограмме рис.8 присутствует диффузное гало в области малых углов ($2\theta = 10\text{--}30^\circ$), что показывает наличие аморфной фазы.

Выводы

Показано, что в результате воздействия лазерным излучением на поверхности образца из порошковой смеси AlN, Si₃N₄, Al₂O₃ в результате химического синтеза произошло образованию многофазного материала. Установлено, что в результате воздействия лазерным излучением на поверхности образца из порошковой смеси AlN и Si₃N₄ привело к образованию β-SiAlON состава Si₅AlON₇. Облучение лазером образца из порошка Al₂O₃ и Si₃N₄ привело к образованию муллита состава Al₂O₅Si (пространственная группа *Pbam*), и сиалона состава Si₅AlON₇ (символ Пирсона *hP14*, пространственная группа *P6₃/m*).

Благодарности

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерств науки и высшего образования РФ (номер проекта FEMN-2023-0003)

Библиографический список

1. Arora N., Sharma N.N. Arc discharge synthesis of carbon nanotubes: Comprehensive review // *Diamond Relat. Mater.* 2014. Vol. 50. P. 135-150.
2. Zaguliaev D. V., Klopotov A. A., Ivanov Y. F., Ustinov A. M., Abzaev Y. A., Teresov A. D. Electron beam modification of the structure and properties of silumins with various silicon concentrations. *Journal of Physics: Conference Series.* 2064 (2021) 012081 (GDP 2021).
3. Макаров Г. Н. Применение лазеров в нанотехнологии: получение наночастиц и наноструктур методами лазерной абляции и лазерной нанолитографии// *Успехи физических наук.* 2013. Т.183. С. 675-719.
4. Григорьянц А. Г. Основы лазерной обработки материалов. М.: Машиностроение. 1989. С.304.
5. Волокитин Г. Г., Шеховцов В. В., Клопотов А. А. и др. Электродуговой плазмохимический синтез фазы β-SiAlON // *Известия высших учебных заведений. Физика.* 2022. – Т. 65. № 5(774). С. 128-130.
6. V.A. Gritsenko «Electronic Structure and Optical Properties of Si₃N₄, in Silicon Nitride in Electronics» Elsevier, 1986.
7. A. Madan, I.W. Kim, S.C. Cheng, P. Yashar, V.P. Dravid, S.A. Barnett. *Phys. Rev. Lett.* 78, 1743 (1997).
8. S.F. Bartram, G.A. Slack, *Acta Crystallogr.* 35, 2281-2283 (1979)
9. Y. Suzuki, H. Banno, T. Asaka and K. Fukuda, «Disordered crystal structure of 16H-SiAlON, Si_{3-x}Al_{5+x}O_xN_{9-x} (x~2.6)» *J. Ceram. Soc. Jpn* 124 [9], 875-880 (2016).
10. А.А. Сапрыкин, А.В. Градобоев, В.И. Яковлев, Е.А. Ибрагимов, Е.В. Бабакова Сравнение способов активации медного порошка ПМС-1 для синтеза изделий методом SLS // *Обработка металлов.* – 2015. – № 3 (68). – С. 82–88.

Сведения об авторах:

Власов В.А. – д.т.н., профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Клопотов А.А. – д.т.н., профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Безухов К.А. – аспирант кафедры ПМиМ, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Волокитин Г.Г. – д.т.н., профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Саркисов Ю.С. – д.т.н., профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Сыртанов М.С. – инженер кафедры общей физики, Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Сапрыкин А.А. – к.т.н., доцент, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета

РОЛЬ НАНОДОБАВОК В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕР-СОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Пичугин А.П., Пчельников А.В., Илясов А.П.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г. Новосибирск, Россия, gmunsau@mail.ru

Приведены результаты обеспечения качества защитных полимерсодержащих покрытий конструкций зданий и оборудования путем введения наноразмерных добавок направленного действия. Разработаны рекомендации по рецептурно-технологическим параметрам защитных композиций с различными нанодобавками, что обеспечивает длительную сопротивляемость климатическим и эксплуатационным факторам. В качестве добавок направленного действия использованы: углеродные нанотрубки (УНТ), диоксид титана, оксид висмута, оксид церия, диоксид кремния и др., рецептура которых определена на основе комплексных физико-химических исследований.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, наноразмерные добавки, полимерные композиции с нанодобавками, металлические конструкции и оборудование, адгезионная прочность, термомеханические исследования

Эксплуатация металлических конструкций и оборудования в условиях Сибирского климата отличается повышенным содержанием влаги, газов, что приводит при большом интервале температур от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$ к интенсивной деградации защитных покрытий практически во все времена года, т.к. подвергаются интенсивному воздействию конденсационной влаги практически постоянно. Всё это требует создания защитно-пропиточных композиций с повышенной эксплуатационной стойкостью. Достижение требуемых свойств полимерных композитов связано с возникновением тех или иных структурных образований, которые характеризуются надмолекулярными структурами различного типа и тесно связаны с физико-механическими свойствами полимеров. В качестве приоритетного направления всех исследований принято максимальное использование наноразмерных добавок и композиций (углеродные нанотрубки, кремнезоль, оксид висмута и пр.), позволяющие придать традиционным материалам новые или более повышенные качественные показатели. Получены защитные составы, обладающие повышенной адгезией и другими эксплуатационными характеристиками, превышающими аналоги в два-три раза.

Известно, что введение нанодобавок приводит к улучшению различных эксплуатационных характеристик. Так, углеродные нанотрубки (УНТ) повышают теплоизоляционные и диэлектрические свойства, а также способствуют улучшению механической прочности; диоксид кремния повышает атмосферостойкость, прочность к истиранию и адгезию; добавка оксида висмута способствует увеличению огнестойкости, теплоизоляционных и физико-механических свойства; оксид церия и диоксид титана повышают атмосферостойкость и устойчивость к ультрафиолетовым излучениям при одновременном усилении физико-механических свойств [1 – 5].

Результаты исследования и их обсуждение

Исследованы лакокрасочные композиции на основе акриловых полимеров и соответствующие покрытия на стальных подложках после полного высыхания и отверждения защитного слоя. В качестве модификаторов были использованы различные наноразмерные добавки, обеспечивающие получения покрытий с заданными свойствами. Фиксация физико-механических свойств защитных лакокрасочных покрытий осуществлялась по стандартным методикам. В первую очередь определялись реологические характеристики лакокрасочных составов и укрывистость, что важно с технологической точки зрения. После отверждения проверялись микротвердость и адгезионная прочность, а также объемная равновесная степень набухания. В таблице приведены основные характеристики наноразмерных добавок используемых в исследованиях и рекомендуемые пределы их использования [2 – 6].

Термомеханический метод физико-химических исследований позволил уточнить рецептурно-технологические параметры полимерной защитной композиции с различными наноразмерными добавками направленного действия и выявить оптимальные рецептуры по совокупности полученных результатов. В ходе исследований получены кривые зависимости деформации отвержденных композиций с различным расходом наноразмерных добавок [7 – 9].

Таблица 1. Основные характеристики наноразмерных добавок

Показатели покрытий	Составы с УНТ	Диоксид титана	Оксид висмута	Оксид церия	Оксид цинка	Гидроксид магния	Диоксид кремния
Оптимальная концентрация по массе, %	0,01...0,1	0,1...1	0,5...5	от 0,1	1...5	от 0,1	0,01...1
Оптимальная размерность, нм	1,2...50	до 100	30...50	40...80	10...80	20...100	до 60
Плотность, г/см ³	2,4...2,9	3,9...4,3	8,5...9,8	7,2...7,7	5,3...5,65	2,1...2,45	1,96...2,6
Насыпная плотность, кг/м ³	140...550	700...1000	4200-5000	1200...1300	400...450	300...600	80...320
Молярная масса, г/моль	12,01	79,87	465,96	172,11	81,408	58,35	60,08
Удельная поверхность, м ² /г	90...120	25...70	18...35	20...30	8...17	5...15	314...438

На первом этапе были подготовлены образцы акриловых лакокрасочных композиций с добавками наноразмерных компонентов: диоксидом титана, оксидом висмута, оксидом церия, оксидом цинка, гидроксидом магния, диоксидом кремния для проведения термомеханических исследований. Дозировка для всех добавок была одна и равнялась одному проценту по массе. Учитывая ранее полученный определенный опыт по применению углеродных нанотрубок в качестве укрепляющих добавок в полимерные композиции, данные компоненты исследовались отдельно [2 – 6].

На рисунке 1 представлена факторная система технологии создания эффективных защитных лакокрасочных покрытий, охватывающая все направления исследований. Важнейшими из них, являются изучение влияния наноразмерных добавок на следующие, кроме физико-механических характеристик, свойства полимерсодержащих покрытий: адгезионная прочность, коррозионная стойкость, тепло- и огнестойкость, антистатичность, способность материала к защите от ионизирующих излучений и пр. Все это предопределяет эксплуатационные качества лакокрасочных защитных покрытий, которые следует улучшать или повышать.

На рисунке 2 представлены термомеханические кривые отвержденных полимерных лакокрасочных составов с различными наноразмерными добавками. Анализ полученных кривых свидетельствует о том, что наибольшая температурная деформация присуща акриловой полимерной композиции без добавок (кривая 1, рисунок 1), а точка температурного перехода в текучее состояние расположена в районе 150°C. Как следует из данного графика, все без исключения нанодобавки оказывают положительное влияние на величину деформации и термоустойчивость композиционной системы к воздействию высоких температур, сдвигая зону температурного перехода к повышенным значениям. Однако, лучшие показатели отмечены для составов с оксидом висмута и диоксидом кремния, которые характеризуются минимальными значениями деформации и лучшими показателями термоустойчивости. Добавка оксида висмута и диоксида кремния, способствует дополнительному снижению деформации системы и повышению температурного перехода к состоянию текучести на 25 – 30°C. Однако, этот переход сопровождается в большом интервале температур при существенном увеличении деформации. Поэтому в дальнейших исследованиях были использованы именно эти добавки.

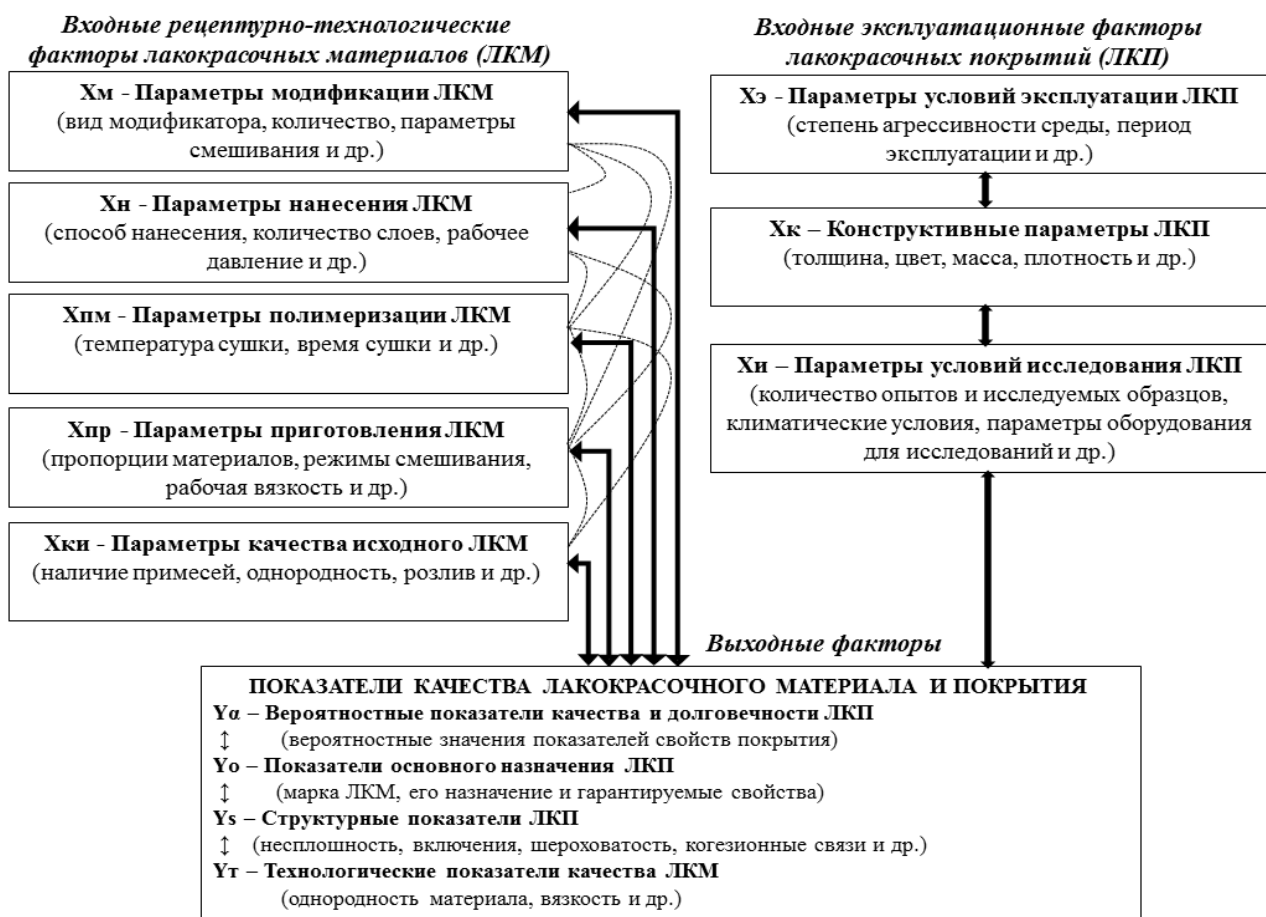


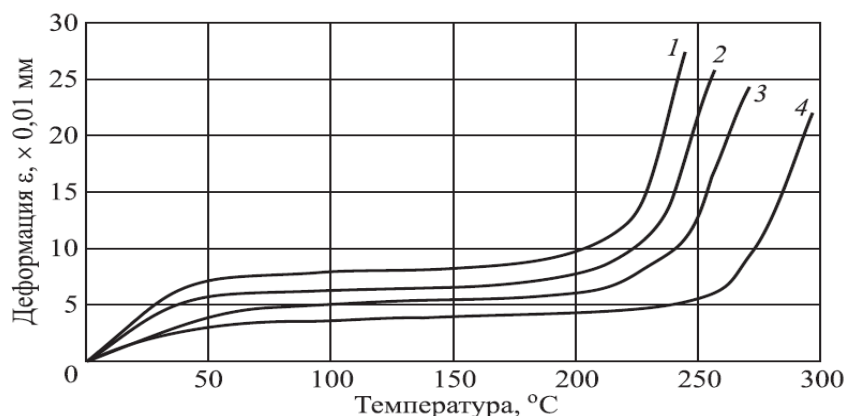
Рисунок 1 – Факторная система технологии создания лакокрасочных покрытий

Известно, что введение нанодобавок приводит к улучшению различных эксплуатационных характеристик. Так, углеродные нанотрубки (УНТ) повышают теплоизоляционные и диэлектрические свойства, а также способствуют улучшению механических прочности; диоксид кремния повышает атмосферостойкость, прочность к истиранию и адгезию; добавка оксида висмута способствует увеличению огнестойкости, теплоизоляционных и физико-механических свойства; оксид церия и диоксид титана повышают атмосферостойкость и устойчивость к ультрафиолетовым излучениям при одновременном усилении физико-механических свойств.

Исследования позволили сделать важный вывод о том, что монодобавки не могут привести к созданию эффективной защитной композиции на основе акриловых полимеров и что требуется осуществить разработку бинарных сочетаний для проявления возможного синергетического эффекта. Учитывая предыдущий опыт и сведения из ранее опубликованных источников, были составлены следующие соотношения и компоненты основанные на использовании диоксидов кремния, висмута и углеродных нанотрубок [2 – 6, 9].

Были опробованы в качестве добавок диоксид висмута (Bi_2O_3) и диоксид кремния (SiO_2) в различном процентном соотношении. На рис.2 представлены кривые нагревания образцов с защитным акриловым покрытием, модифицированным бинарной добавкой Bi_2O_3 1% + SiO_2 0,5%, показавшие высокие защитные качества тепловой защиты, увеличивающиеся во время испытаний.

Происходящие процессы формирования защитных акриловых покрытий с бинарными нанодобавками в зоне контакта с металлической поверхностью были детально исследованы методами термомеханики, а также на растровом электронном микроскопе. Ниже приводятся термомеханические кривые, полученные для акриловых композиций с бинарными добавками (рисунок 2), из которых следует, что большей термостабильностью и меньшей деформацией обладают именно составы покрытий с добавками УНТ 0,1%+ Bi_2O_3 (SiO_2)1,0%.



1 - без добавок; 2 - Bi_2O_3 1% + SiO_2 0,5%; 3 - УНТ 0,1% + SiO_2 0,5%;
4 - Bi_2O_3 1% + УНТ 0,1% и УНТ 0,1% + SiO_2 1,0%

Рисунок 2 – Термомеханические кривые модифицированного покрытия при различном содержании бинарных нанодобавок

Помимо поверхностного слоя в материале покрытия также формируются участки с меньшим накоплением электронов (на электронных изображениях имеют вид затемненных областей), т.е. характеризующие прохождение электронов (проводность) через покрытие. Различное значение величины приповерхностного слоя, размеров затемненных областей и времени накопления и стекания зарядов, дает основания говорить об изменении параметров накопления и стекания зарядов при модификации покрытия (напряженность, плотность заряда и диэлектрическая проницаемость), и как следствие, об увеличении адгезионного взаимодействия за счет электрических сил, что согласуется с электрической теорией адгезии академика Б.В.Дерягина [1, 3].

Варьирование различных сочетаний наноразмерных добавок в составе акриловых защитных композиций позволило установить ещё одну аномалию, дающую эффективную защиту при малых дозах дефицитных компонентов. Так, оказалось, что для составов бинарной добавки УНТ + SiO_2 при увеличении диоксида кремния с 0,5 до 1,0% интервал задержки температуры между термодатчиками достигает 66°C (рисунок 3). Кроме того, при введении молотого асбеста этот интервал может достигать до 70°C , одновременно увеличиваясь с повышением температуры.

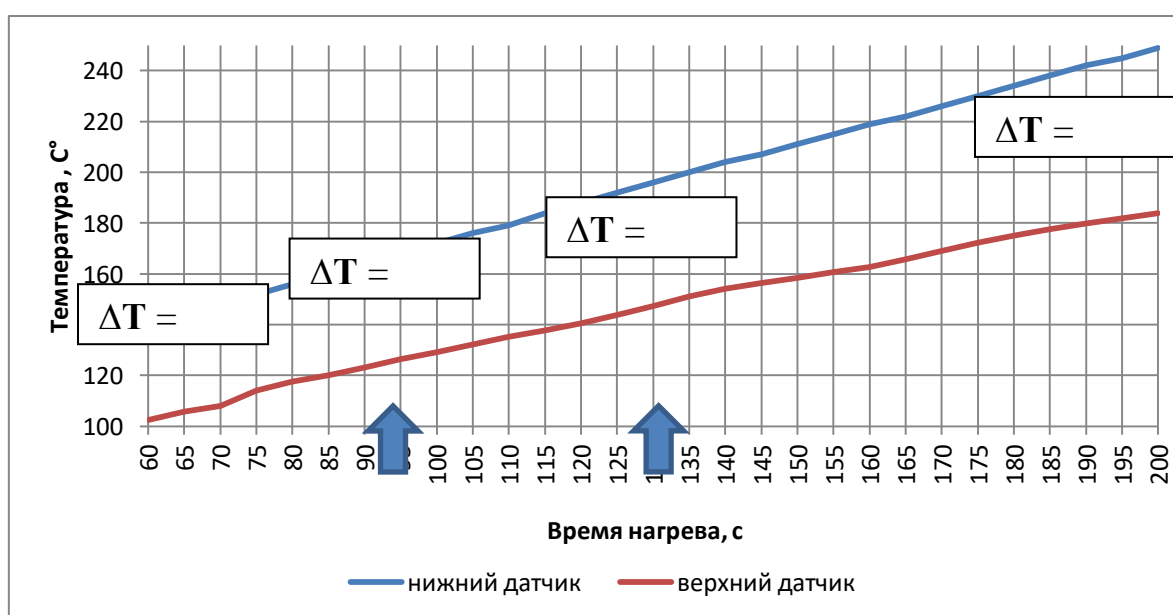


Рисунок 3 – Влияние бинарной добавки УНТ 0,1% + SiO_2 1,0% на теплозащитные качества акрилового покрытия

Происходящие процессы формирования защитных акриловых покрытий с бинарными нанодобавками в зоне контакта с металлической поверхностью были детально исследованы методами термомеханики, спектроскопии, фотоэлектроколориметрии, электронной микроскопии и др. Ниже в таблице 2 приводятся обобщенные результаты акриловых защитных композиций с бинарными добавками, из которых следует, что для каждых эксплуатационных условий требуются свои наборы нанодобавок, обеспечивающих заданный уровень требований к покрытиям.

Таблица 2 – Эксплуатационная стойкость наномодифицированных покрытий в различных условиях

Эксплуатационная характеристика	Параметр оценки	Показатель эксплуатационной характеристики		Степень улучшения, %
		Эмаль АК-1301	Эмаль АК-1301 с нанодобавками	
Адгезия	Адгезионная прочность, МПа	2,2	>4,5 (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	>204%
Огнестойкость	Время до воспламенения, с	12	41 (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	242%
	Температура воспламенения, $^{\circ}\text{C}$	110	185 (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	168%
Антистатичность	Тангенс угла диэлектрических потерь	0,017	0,007 (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	119%
	Электрическая проводимость, Ом	10^{-12}	$<10^{-5}$ (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	>760%
Защита от теплового потока	Интервал задержки температуры (теплоизоляция), $^{\circ}\text{C}$	31	1)64,6 2)66 1.УНТ 0,1% Bi_2O_3 1% 2.УНТ 0,1% SiO_2 1%	1) 208% 2) 213%
Радиационная защита	Радиационная загрязненность поверхности, Альфа част./ см^2 *мин	0,72	0,26 (SiO_2 0,5% Цеолит 1%)	277%
Химическая стойкость	Набухание покрытия, %	0,27	0,12 (УНТ 0,1% Bi_2O_3 1%)	225%

Разработаны неразрушающие методами контроля и могут быть эффективны в организациях, занимающихся окрашиванием и контролем качества покрытий техники и оборудования различного назначения, технической экспертизой, выездной диагностикой защитных покрытий. Результаты исследований апробированы и внедрены на различные предприятия АПК и других сфер промышленности и строительства.

Библиографический список

1. Чернышов Е.М. Наномодифицирование систем твердения в структуре строительных композитов: монография [Текст] Е.М.Чернышов, О.В.Артамонова, Г.С.Славчева. – Воронеж: Научная книга, 2016. – 132 с.
2. Пчельников А.В. и др. Роль нанодобавок в формировании прочного контактного слоя защитных покрытий/Пчельников А.В., Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Смирнова О.Е. // Строительные материалы. 2022. № 7. С. 24 – 30.
3. Пичугин А.П. Влияние наноразмерных добавок на адгезионную прочность защитных полимерных покрытий / [Текст] А.П. Пичугин, В.Ф. Хританков, В.В. Банул, А.Ю. Кудряшов / Строительные материалы, 2018. №1 – 2. С. 39 – 44

4. Пичугин А.П. Защитно-отделочные составы и композиции для ремонтных работ и обеспечения долговечности зданий / А.П. Пичугин, В.Ф. Хританков, О.Е. Смирнова, Е.Г. Пименов, К.А. Никитенко // Известия вузов. Строительство. - 2019. - № 9. - С. 109-120.
5. Пчельников А.В. и др. Моделирование процесса и способы оценки горения защитных покрытий металлических конструкций и оборудования/ Известия ВУЗов. Строительство, 2020. - № 6. - С. 81-90.
6. Илясов А.П. и др. Теплозащитные свойства полимерных композиций с наноразмерными и специальными добавками / А.П. Илясов, А.В. Пчельников, А.П. Пичугин, В.Ф. Хританков, // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2022. – №3. – С. 45 – 53.
7. Каргин В.А. Роль структурных явлений в формировании свойств полимеров. [Текст] /В.А.Каргин/ Прогресс полимерной химии. Изд-во «Наука». М., 1969. – С.7-31.
8. Тейтельбаум Б.Я. Термомеханический анализ полимеров/[Текст] Б.Я.Тейтельбаум. – М: Наука, 1979. – 236 с.
9. Пичугин А.П. Термомеханические исследования защитно-пропиточных композиций с наноразмерными и специальными добавками/ А.П. Пичугин, Хританков В.Ф, Пчельников А.В., Смирнова О.Е.// Инженерно-строительный вестник Прикаспия, 2020. № 3 – С. 53 – 58.

Сведения об авторах:

Пичугин Анатолий Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НГАУ

Пчельников Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент, докторант НГАУ

Илясов Александр Петрович – аспирант, НГАУ

ВОЗМОЖНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛ ТЭС В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ КУЗБАССА

Корнеева Е.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, hellen-box-8@yandex.ru

Аннотация. Утилизация отходов ТЭС Кузбасса была и остается актуальной проблемой. Возможность использования данного вида отходов при производстве строительной продукции позволит создать промышленную сырьевую базу для строительной индустрии с улучшением экологической обстановки региона. Решить проблему утилизации и переработки отходов ТЭС можно лишь совместными усилиями государства и бизнеса.

Ключевые слова: золошлаковые отходы, строительная индустрия, утилизация, вяжущее, ТЭС Кузбасса.

В Кузбассе действует 10 тепловых электростанций производство золошлаковых отходов, которых, ежегодно составляет 2,6 млн. тонн. За годы работы на золоотвалах их накоплено уже более 40 млн. тонн, а ежегодной реализации подвергается всего 400 тыс. тонн, что составляет 15%. Ситуация с крайне низким уровнем утилизации зол ТЭС Кузбасса многие годы остается неизменной и хранилища отходов продолжают оставаться источниками загрязнения окружающей среды. Многочисленными работами российских и зарубежных ученых исследованы золы и шлаки ТЭС как в России, так и за рубежом, разработаны рекомендации, ГОСТы и технологии их применения в строительстве [1 – 4]. Однако главной причиной неудовлетворительного использования этих ценных отходов на предприятиях стройиндустрии Кузбасса является то, что в проектах электростанций не заложена технология их переработки для комплексного использования в производстве цемента, бетона, кирпича и других строительных материалов.

Создание строительных материалов на основе золошлаковых отходов, которые исключали бы применение в качестве заполнителей природных (щебня, песка, гравия) и искусственных (керамзитового гравия, аглопорита, пенополистирола) сырьевых ресурсов, является актуальным, так как обеспечит охрану окружающей среды, приведет к значительной экономии вяжущих и снижению энергоемкости строительства [5].

Химический состав зол ТЭС Кузбасса различен. Их вещественный состав характеризуются содержанием тонкодисперсного остаточного топлива и стеклофазы. Основными оксидами являются SiO_2 (41-62%) и Al_2O_3 (20-31%), а значительное количество $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$ и CaO существенно влияет на процессы структурообразования. Известно, что сернистые соединения, содержащиеся в золе, оказывают на свойства бетона большее отрицательное влияние, чем органические остатки, поэтому их количество в пересчете на SO_3 не должно превышать 3%. Золо ТЭС Кузбасса отличаются незначительным содержанием в них сернистых соединений в пересчете на SO_3 (от 0,2 до 2 %). Оценка их технической пригодности и экологической безопасности показала, что, золы и шлаки ТЭС Кузбасса отвечают требованиям ГОСТ 26644-85, 25592-91 и 25818-91 для применения в строительной индустрии, что указывает на необходимость их использования и создания на предприятиях технологических линий или цехов для их комплексной переработки.

Возможность комплексного использования зол ТЭС в строительной индустрии Кузбасса должна рассматриваться исходя из следующих их специфических свойств: природы органической фазы, морфологии частиц, микропористости, водопоглощения, гранулометрии, возможной утилизации органической фазы в качестве дополнительного источника топлива.

Петрографические исследования морфологии частиц золы показали, что форма частиц не единообразна. Их строение может быть двух видов: однородное, к которому относятся шарообразные или остроугольные по форме частицы, и разнородное, агрегаты которого состоят из нескольких различных частиц.

На удельную поверхность золы оказывает влияние микропористость ее частиц, от которой зависит объемная масса и водопоглощение. Микропористость возникает в результате

дегидратации глинистых минералов и диссоциации частиц известняка, гипса и органики. Образующиеся в капельке вязкого расплава газы вспучивают ее, и прорываясь наружу, создают открытую микропористость. Малый размер пор предопределяет огромную действительную поверхность зол. Определения по адсорбции азота показали, что действительная поверхность зол находится в пределах 3-15 м²/г, что более чем на порядок превышает удельную поверхность цемента.

Таким образом, зола может быть хорошим мелким заполнителем для легких бетонов на керамзите или аглопорите, так как имеет малую объемную массу, хорошую водоудерживающую способность и малую крупность. Малый размер открытых капилляров, составляющий десятые доли мкм, приводит к тому, что обратная диффузия влаги, проникающей в зольные частицы, происходит весьма замедленно.

В техническую характеристику зол и оценку их пригодности для изготовления строительных материалов водопоглощение не входит. Это объясняется тем, что при увлажнении рыхлонасыпной золы может наблюдаться три формы распределения влаги:

- проникает по открытым капиллярам внутрь частиц золы;
- адсорбируется на их поверхности;
- частично заполняет пространство между ними

Установлено, что, общее водопоглощение зол ТЭС Кузбасса 25 – 40 % по массе. Для получения вяжущего на основе золы, необходима «кислая» природная или искусственная активная минеральная добавка. **Природные** минеральные добавки могут быть по своему происхождению осадочные – доломиты, трепелы, опоки, глиежи; либо вулканические – вулканические пеплы, туфы, пемзы. По химическому составу эти добавки в своем составе содержат кремнезем и глинозем. **Искусственными** минеральными добавками могут быть активные кремнеземистые отходы, обожженные глины, горелые породы, металлургические и топливные шлаки.

В СССР вопросами утилизации зольных материалов занимались свыше 400 научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций. Было разработано около 300 различных технологий переработки зол по 23 направлениям, соответствующим мировому уровню [5]. В настоящее время для возобновления этой важной работы по повышению эффективности утилизации зол ТЭС в рамках такого мощного индустриального региона, как Кузбасс требуется:

1. Изучить различные известные технологии по утилизации зол ТЭС применительно к их использованию в строительной индустрии региона в максимально возможных объемах;
2. Провести классификацию зол как отхода, для изучения их востребованности участниками рынка строительной продукции;
3. Сформировать программу участия представителей региональных властей и бизнеса по финансированию технологий переработки золы;
4. Изучить и проанализировать использование законодательных инструментов для стимулирования всех участников реализуемой программы.

Библиографический список

1. Павленко С.И., Крылов Б.А. Мелкозернистый бетон на основе шлаков и зол ТЭС // Энергетическое строительство. – 1989.-№1.- С.26-27.
2. Stoev S. Ministry of energy and Raw Material Resources, Sofia, Bulgaria, Personal Communication, Feb. 1.1989, 2pp.
3. Hustad T., Loland K.E. and Gjordv O.E. Effect of Condensed Silica Fume on the Permeability of Concrete, Third International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete, Supplementary Paper, Trondheim, Norway, 1989.
4. Золошлаковые отходы европейских ТЭС / А.А. Саламов // Энергетик - 2014. - № 10 - С. 33-38.
5. Утилизация отходов производства предприятий энергетики Кузбасса. Проблемы и перспективы / А.И. Копытов, Ю.В. Антонов // Вестник КузГТУ. - 2013. - № 3. - С. 62-64.
6. Панова В.Ф. Аверин А.В. Силикатный кирпич с применением золы // Сб. науч. тр. Кемеровского политехнического института – Кемерово, 1996. С 67-69.

Сведения об авторах:

Корнеева Елена Викторовна – к.т.н., доцент, доцент кафедры Инженерных конструкций, строительных технологий и материалов СибГИУ

ОЦЕНКА ДАХОВСКИХ АРГИЛЛИТОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Котляр А.В.¹, Столбоушкин А.Ю.²

¹ ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на -Дону, Россия, toss871@gmail.com

² ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, stanyr@list.ru

В статье приведены результаты исследования химического и минералогического составов даховских аргиллитов. Установлена сильная зависимость их дообжиговых и обжиговых технологических свойств от степени их измельчения в процессе подготовки сырьевых масс. На примере аргиллитов Даховского проявления представлена характеристика камневидных глинистых пород, как перспективного сырья для производства клинкерного кирпича, а также других видов изделий строительной керамики.

Ключевые слова: камнеподобное глинистое сырье, аргиллиты, глинистые сланцы, керамические свойства, клинкерный кирпич

Введение. На современном этапе развития технологии строительных материалов характерной особенностью является повышенный спрос на создание изделий, обладающих особыми свойствами: суперпрочных, особо легких, сверхтвердых и др. В этой связи в керамическом производстве все большую популярность приобретает клинкерная керамика.

Klinker в переводе с нижненемецких диалектов условно можно перевести как «звонкий». В керамическом сообществе общеизвестно, что хорошо спеченные изделия с обилием стеклофазы при соударении издают звонкий звук. Таким образом, керамический клинкер – это плотный, спеченный, прочный и морозостойкий строительный материал. В качестве высокопрочного и высокоплотного керамического камня клинкерный кирпич начал использоваться в западной Европе в конце XVIII – начале XIX веков.

В России по назначению керамический клинкер условно подразделяется на стеновой клинкерный кирпич, выпускаемый по ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия», и дорожный клинкерный кирпич, выпускаемый по ГОСТ 32311-2012 «Кирпич керамический клинкерный для мощения».

Как уже отмечалось, интерес к клинкерному кирпичу обусловлен его высокими эксплуатационными свойствами и прежде всего – низким водопоглощением (3-6 мас. %), высокими показателями прочности (50-100 МПа) и морозостойкости (75-300 цикл.). Большое значение имеет также привлекательный внешний вид изделий.

Традиционным сырьем для производства клинкерного кирпича считаются тугоплавкие спекающиеся каолинит-гидрослюдистые глины, запасы и ресурсы которых в России весьма ограничены, особенно после распада СССР. Следует также отметить, что каолины в основном используются для производства фарфоровых и фаянсовых изделий [1]. Кроме того, в большинстве случаев получить клинкерный кирпич из таких глин можно только при температурах обжига выше 1100 °С. При этом обжиговые печи на существующих в настоящее время кирпичных заводах рассчитаны на температуры обжига до 1100 °С, что является серьезным сдерживающим фактором запуска и наращивания производства клинкерных изделий из тугоплавких глин.

Актуальность исследования. С учетом вышеизложенного поиск и организация новой сырьевой базы для производства клинкерного кирпича является актуальной и одновременно сложной и многогранной задачей. Поисково-исследовательские работы, проводимые авторами совместно с учеными и геологами юга России, позволили выявить и оценить камневидные (камнеподобные) глинистые породы, как весьма перспективный новый вид доста-

точно распространенного сырья для производства стенового и дорожного клинкерного кирпича [2, 3].

Согласно методических рекомендаций [4] к камневидным глинистым породам (КГП) условно относятся аргиллиты и глинистые сланцы. Аргиллиты образуются в результате уплотнения и эпигенеза глин, практически не размокают в воде и по минеральному составу отличаются от обычного глинистого сырья, используемого для производства керамического кирпича тем, что не содержат минералы группы монтмориллонита. Глинистые сланцы относятся к метаморфическим плотным породам, имеют ярко выраженную сланцеватую текстуру и состоят из минералов группы гидрослюда, хлорита, иногда каолинита, а также терригенных минералов – кварца и различных полевых шпатов [5].

Результаты исследований. В настоящей работе представлены результаты исследования аргиллитов Даховского кристаллического массива (ДКМ), входящего в альпийскую складчатую структуру Западного Кавказа. ДКМ в плане имеет форму неправильной трапеции, протяженностью 8 км с северо-запада на юго-восток. По результатам полевых исследований на рисунке 1 представлен внешний вид аргиллитов Даховского проявления (Республика Адыгея). При детальном изучении осадочной породы можно отметить отсутствие трещиноватости и выраженной слоистости аргиллитов. Химический состав аргиллитов приведен в таблице 1.



Рисунок 1 – Внешний вид аргиллитов Даховского проявления

Таблица 1 – Химический состав аргиллитов Даховского проявления, % по массе

Наименование сырья	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ общ.	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	MnO ₂	C _{орг.}	ППП
Даховское проявление	53,81	21,90	7,92	2,97	1,73	0,10	3,56	0,12	0,15	0,29	2,05	6,99

Обычно по химическому составу камневидные глинистые породы не имеют принципиальных различий [2]. Согласно данным таблицы 1 химический состав аргиллитов Даховского проявления практически соответствует усредненному химическому составу КГП. Количество кремнезема в нем (54 мас. %), что свидетельствует о стандартном содержании кварца без вероятного перехода к алевролитам и запесоченным разновидностям КГП. Количество глинозема (22 мас. %) предполагает наличие глинистых минералов, включая каолиновую разновидность. Наличие оксида кальция (около 3 мас. %) характеризует присутствие карбонатов, которые в КГП обычно присутствуют в тонкодисперсном состоянии. Содержание оксида калия (3 мас. %) свидетельствует о наличии в аргиллитах слюд и гидрослюд и, в определенной степени, о содержании калиевых полевых шпатов. Незначительное количество оксида серы характеризует возможное присутствие сульфидных примесей.

В целом по химическому составу трудно определить предполагаемые керамические свойства камневидных глинистых пород. Более-менее можно судить об огнеупорности породы и температуре спекания. В этом плане минеральный состав является определяющим для оценки технологических свойств потенциального керамического сырья.

Минеральный состав породы, как правило, является своего рода «визиткой» при характеристике керамико-технологических свойств того или иного типа КГП, так как параметры формирования плотной структуры керамического черепка (например, прессовое давление и температура обжига) для каждого типа пород строго определены.

На рисунке 2 приведена рентгенограмма фазового состава даховских аргиллитов. Согласно дифрактограммы XRD в минеральном составе аргиллитов наряду с кварцем и полевыми шпатами преобладают глинистые минералы группы каолинита и гидрослюды (иллита), что согласуется с данными химического анализа. Неглинистые минералы хлоритовой группы слоистых силикатов имеют дифракционные максимумы незначительной интенсивности, что свидетельствует об их присутствии в виде примесей.

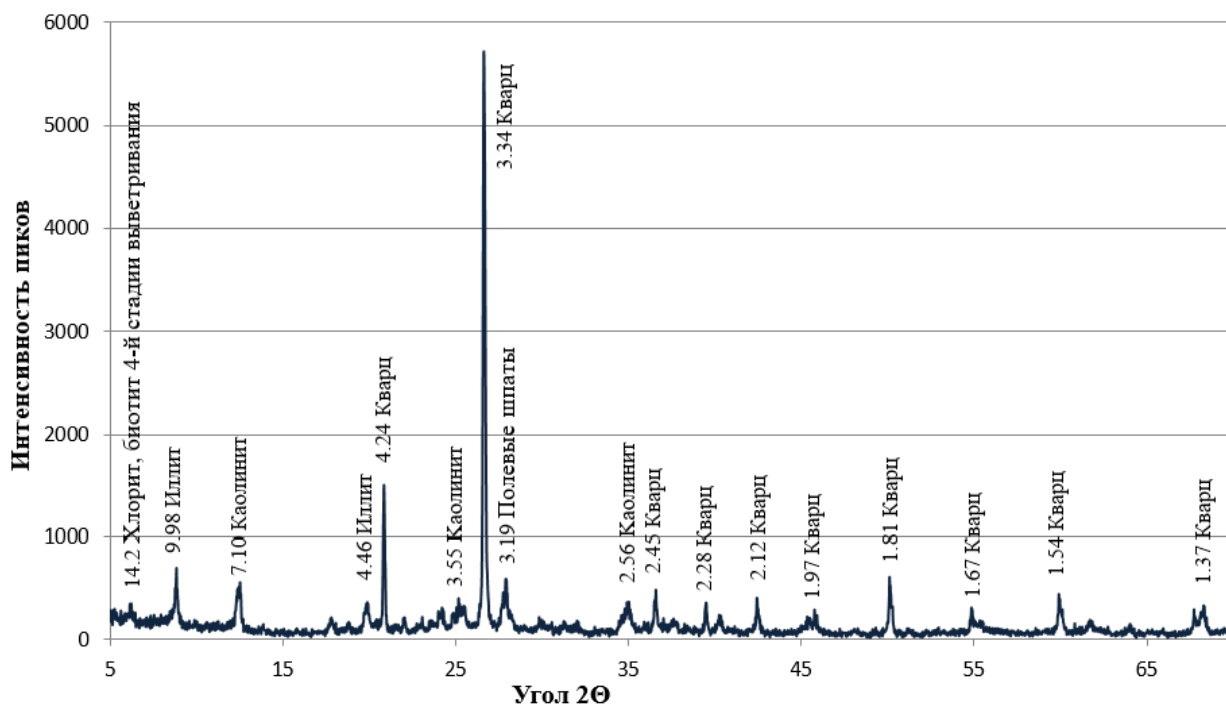


Рисунок 2 – Рентгенограмма аргиллитов Даховского проявления

Характерной особенностью камневидных глинистых пород является сильная зависимость дообжиговых и обжиговых технологических свойств от степени их измельчения в процессе подготовки сырьевых масс. Эта зависимость возрастает с увеличением степени литификации пород от аргиллитоподобных глин до глинистых сланцев.

На рис. 3 и 2 приведены зависимости прочности и водопоглощения образцов на основе аргиллитов от степени их измельчения, характеризуемой различным зерновым составом: 0-1,25 мм; 0-0,63 мм; 0-0,315 мм; 0-0,16 мм.

Анализируя результаты экспериментов следует отметить, что при одной и той же температуре обжига прочность керамических образцов с увеличением степени дисперсности сырьевой смеси (с 0-1,25 до 0-0,16 мм) увеличивается в 2,5 – 3,5 раза.

С увеличением степени дисперсности сырьевой смеси водопоглощение керамических образцов при температуре обжига 1000 °С уменьшается с 9 до 4,1 %, соответственно, при температуре обжига 1100 °С уменьшается с 3,2 до 0,2 %. Значительное влияние степень измельчения материала оказывает также на воздушную усадку, пластичность сырьевой смеси, прочность необожженных изделий и другие свойства, от которых зависит выбор способа формирования изделий.

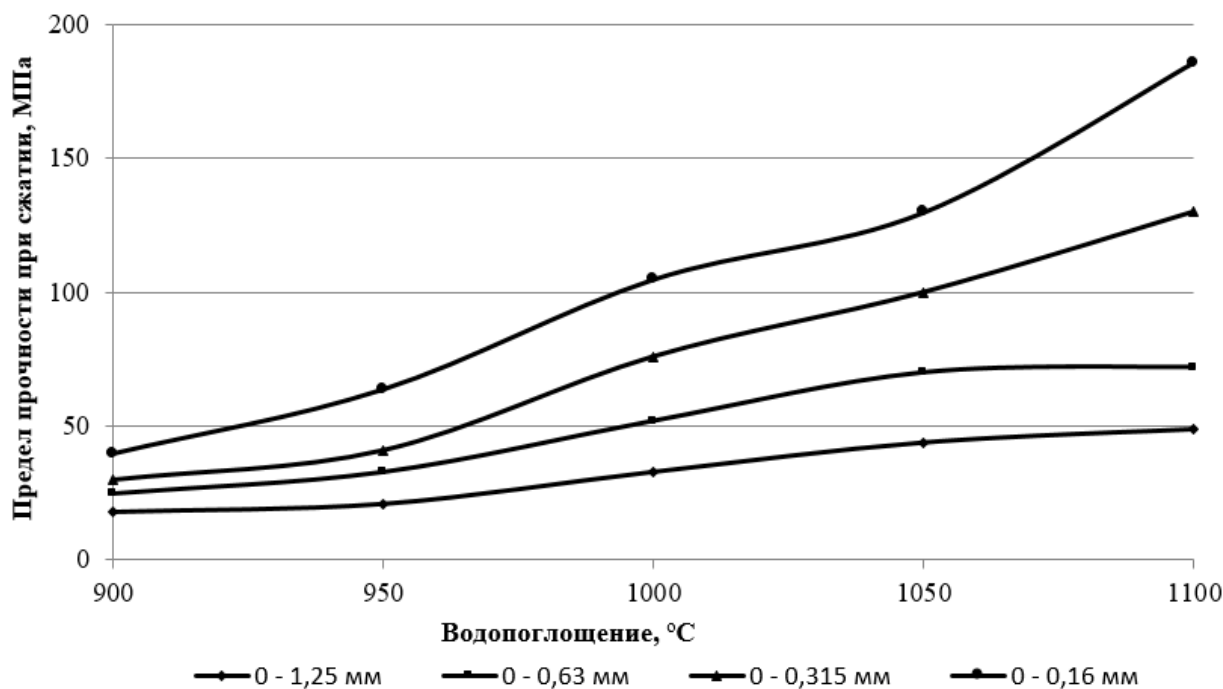


Рисунок 3 – Зависимость прочности керамических образцов от температуры обжига и зернового состава аргиллитов

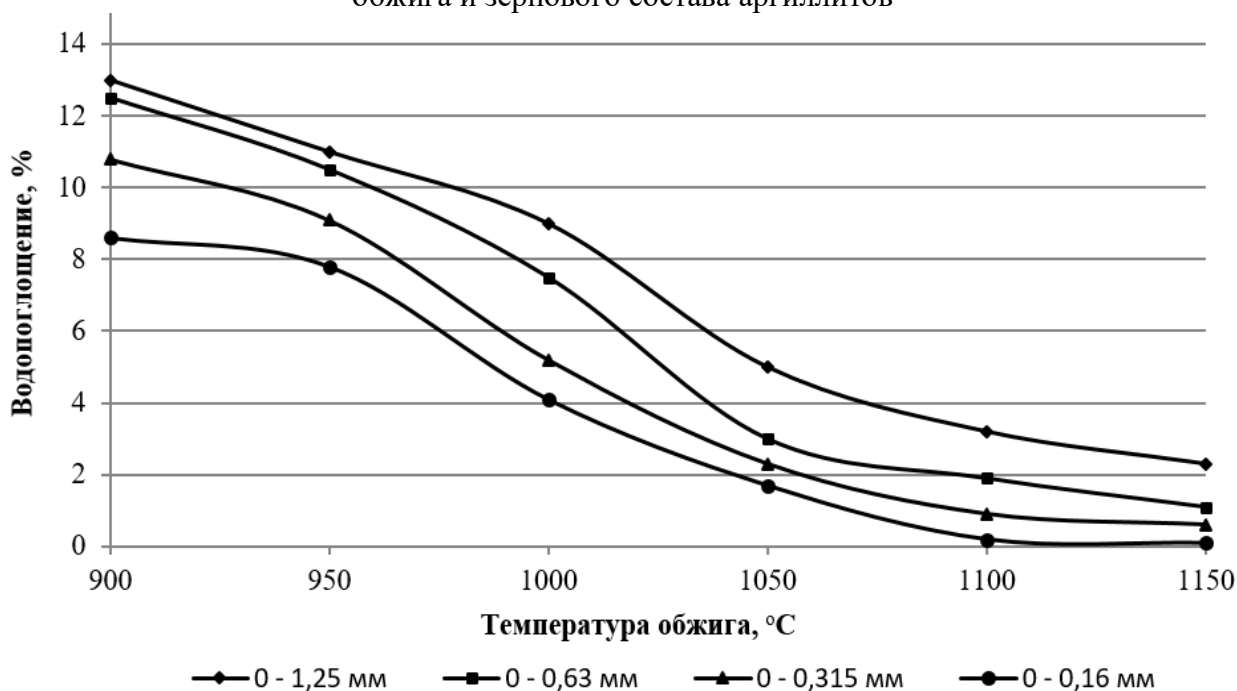


Рисунок 4 – Зависимость водопоглощения керамических образцов от температуры обжига и зернового состава аргиллитов

В результате анализа данных литологии, инженерной геологии и технологических свойств, полученных в результате экспериментальных исследований, авторами предложена условная схема взаимосвязи между минеральным составом, структурой и технологическими особенностями аргиллитов, приведенная в упрощенном виде в таблице 2.

Обсуждение. На примере аргиллитов Даховского проявления установлено, что разработанная схема позволяет прогнозировать дообжиговые и обжиговые керамические свойства КГП, а также способ подготовки сырьевой массы и способ формования изделий. Однако, при этом следует отметить, что при использовании различных добавок в сырьевую смесь технологические свойства камневидных глинистых пород могут быть скорректированы.

Таблица 2 – Зависимость минерального состава, структуры и технологических особенностей аргиллитов Даховского проявления

Тип породы	Степень гидратированности	Физическая природа структурных связей	Преобладающая ассоциация глинистых минералов	Группа по пластичности по ГОСТ 9169-75	Рекомендуемый способ подготовки сырьевой массы и формования изделий
Аргиллит	Умеренная-малая	Ионные, магнитные, частично атомные, молекулярные	Смешанослойные минералы, гидрослюда, хлориты	Мало- и умереннопластичные	Способ подготовки – комбинированный: сухой и пластический. Способ формования: экструзионный, мокрый, компрессионный.

Заключение. Проведенные исследования на примере Даховских аргиллитов Западного Кавказа показали, что камневидные глинистые породы являются перспективным сырьем для производства клинкерного кирпича, а также других видов изделий строительной керамики.

Библиографический список

1. Крайнов А.В. Минерально-сырьевая база тугоплавких и огнеупорных глин центрально-черноземного района и перспективы ее развития / А.В. Крайнов, Д.А. Дмитриев // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2017. – № 4. – С. 79-85.
2. Котляр А.В. Особенности аргиллитоподобных глин юга России как сырья для производства клинкерного кирпича / А.В. Котляр, Б.В. Талпа // Актуальные проблемы наук о Земле: сборник трудов научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2015. – С. 51-53.
3. Котляр А.В. Генезис и общая характеристика аргиллитоподобных глин как сырья для производства клинкерного кирпича / А.В. Котляр // Вестник Тувинского государственного университета. Технические и физико-математические науки. – 2016. Вып. № 3. С. – 14-21.
4. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Глинистые породы. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. [Электронный ресурс] URL: https://www.studmed.ru/view/fgu-gkz-metodicheskie-rekomendacii-po-primeneniyu-klassifikacii-zapasov-mestorozhdeniy-i-prognoznyh-resursov-tverdyh-poleznyh-iskopaemyh-glinistye-porody-moskva-2007_961fcbef0a7.html?ysclid=l89yzlc1ja486232991/ (дата обращения 10.09.2022).
5. Кузнецов В.Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. – 511 с.

Сведения об авторах:

Антон Владимирович Котляр – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологический инжиниринг и экспертиза в строительстве» Донского государственного технического университета.

Андрей Юрьевич Столбоушкин – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Пичугин А.П., Бобыльская В.А., Чесноков Р.А.

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»,
г. Новосибирск, Россия, gmunsau@mail.ru

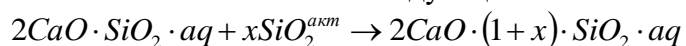
Укрепления грунтовых откосов транспортных сооружений заключается в создании грунтоцементного основания, позволяющего скрепить грунт и создать некоторый каркас для восприятия эксплуатационных и атмосферных воздействий. Стойкость грунтоцементного укрепленного каркаса определяется составом способных к гидратационному твердению минералов и оксидов, содержащихся в системе «вяжущее – грунт». В статье рассмотрены вопросы физико-химических превращений при укреплении суглинистых грунтов и предложены принципы повышения качества такого укрепления.

Ключевые слова: укрепленный грунт, минеральное вяжущее, физико-химические процессы. дифференциально-термический анализ, дериватограмма

При внесении портландцемента в грунт и смешивании с водой в первый момент взаимодействуют наиболее активные компоненты смеси, которыми являются: тонкодисперсные частицы грунта и активные составляющие цемента (известь, гипс и др.), вступающие в реакцию и способствующие созданию кристаллической структуры соединений. В результате этого часть извести, несколько превышающая емкость обмена грунта, будет удалена из сферы физико-химического взаимодействия ее с минеральной основой цемента, что приведет к замедлению процессов его твердения. Реакции извести с поглощающим комплексом грунта коренным образом меняют его структуру и значительно повышают водостойкость и другие положительные в строительном отношении качества грунта. Дальнейшее упрочнение грунтоцемента в течение весьма продолжительного времени определяется составом способных к гидратационному твердению минералов и оксидов, содержащихся в системе «вяжущее – грунт». Таким образом, наиболее характерными реакциями, определяющими эффект укрепления грунтов, будут:

- образование гидросиликатов и гидроалюминатов кальция за счет гидратации клинкерных минералов, находящихся в составе цемента;
- образование гидросиликатов и гидроалюминатов кальция за счет химического взаимодействия извести с активными кремнеземом и глиноземом, находящимися как в грунте, так и в составе вяжущего и др.;
- образование гидросиликатов и гидроалюминатов кальция за счет химического взаимодействия клинкерных минералов и извести с активными кремнеземом и глиноземом, находящимися в компонентах грунтобетонной смеси и др. [1 – 4].

При недостатке в составе цемента извести, образующемся в результате частичного удаления ее при взаимодействии цемента с грунтом, в системе «вяжущее – грунт» могут протекать и вторичные реакции между активным кремнеземом грунта и продуктами гидратации клинкерных минералов цемента с образованием гидросиликатов и гидроалюминатов кальция меньшей основности по следующим схемам:

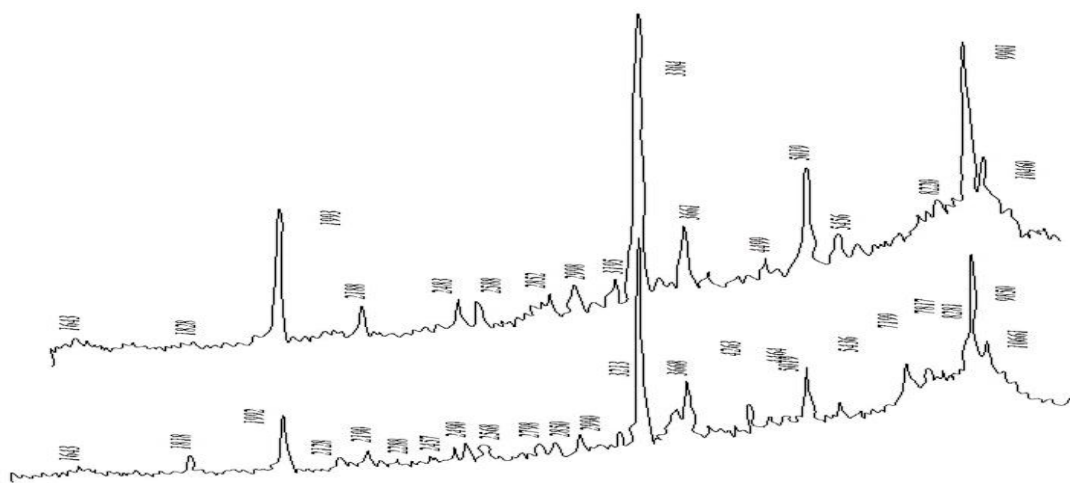


где $x + y = 3$.

При этом процессы твердения грунтоцемента замедлятся, так как перекристаллизация продуктов гидратации цемента в среде, обедненной известью, происходит более медленно. А

для повышения эффективности твердения грунтоцемента необходимо восстановить первоначальные оптимальные соотношения между составными компонентами цемента. Это может быть достигнуто либо предварительным известкованием грунта, либо увеличением содержания извести в составе цемента при его изготовлении. При этом дополнительное количество извести должно быть таким, чтобы ее хватило как для создания условий нормального твердения самого вяжущего, так и для физико-химического взаимодействия с активной частью грунта. Это достигается введением золошлаковой смеси или отходов асбестоцементного производства, имеющих в своем составе достаточное количество $Ca(OH)_2$ как в свободном виде, так и в различных сочетаниях и новообразованиях (до 40%).

Указанные эффекты взаимодействия в укрепляемом грунте могут быть выявлены путем изучения дифрактограмм различных составов. Ниже (рисунок1) приводятся результаты рентгенофазового анализа, позволившего уточнить минеральный состав как исходного сырья. Так, отмечено, что укрепляемый грунт – суглинок – в основном состоит из кремнеземистого вещества (до 60 – 65 %) в сочетании с алюминатными и ферритными фрагментами (до 20 и 6%, соответственно) с небольшими включениями оксида кальция (до 5%).



1 – суглинок пылеватый; 2 – суглинок тяжелый
Рисунок 1 – Рентгенограммы грунта различных месторождений:

Для придания укрепленным грунтам повышенной прочности и снижения усадки при затвердевании грунтобетонной смеси, а также обеспечения плотной упаковки структуры рекомендуется вводить структурообразующие добавки в виде песка или шлака. В нашем случае были рекомендованы золошлаковые смеси, обеспечивающие улучшение гранулометрического состава тонкодисперсным грунтам и улучшение всех эксплуатационных характеристик нового материала. Кроме того, золошлаковая смесь является активной минеральной добавкой и выполняет роль мелкого и крупного заполнителя межзерновых пустот грунта.

Использование в этих целях золошлаковой смеси весьма эффективно, потому что такие золы выполняют роль гранулометрических добавок, заполняющих пустоты грунта, и при определенных условиях могут являться гидравлическим вяжущим материалом. В сочетании с портландцементом или известью золошлаковая смесь играет роль активной гидравлической добавки. В результате реакций взаимодействия активных минеральных компонентов золошлаковой смеси и цемента образуются дополнительные структурные связи в виде устойчивых низкоосновных форм гидросиликатов кальция, что дополнительно обеспечивает повышение прочности цементогрунтов. Этот процесс протекает в результате гидролиза и гидратации портландцемента с активным кремнеземом золошлаковой смеси и грунта, что обеспечивает грунту повышенную прочность при укреплении портландцементом, особенно в более поздние сроки твердения цементогрунта (рисунок2).

Процесс твердения золошлаковых смесей, укрепленных цементом, условно можно разделить на две стадии:

- взаимодействие между клинкерными минералами и водой с образованием основной части цементирующего вещества и выделением свободной извести;
- взаимодействие выделившейся извести с золошлаковой смесью и образование вторичных цементирующих новообразований.

На первой стадии процесс твердения протекает почти с той же скоростью, как и в обычных бетонах. На второй стадии материал затвердевает гораздо медленнее, поэтому грунтобетоны с золошлаковыми смесями в сочетании с цементом, способны постепенно увеличивать свою прочность в течение длительного времени [1].

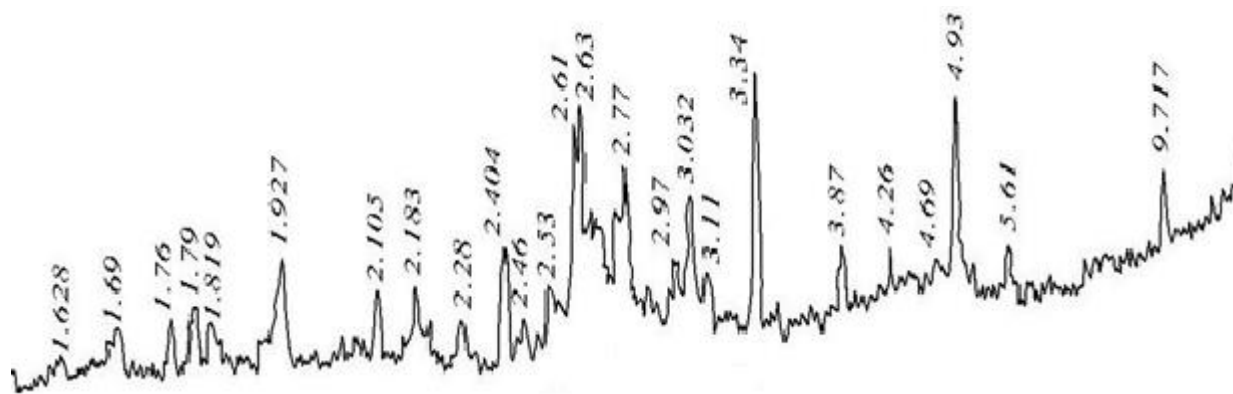


Рисунок 2 – Дифрактограмма грунтоцементного камня

Портландцементный клинкер до его гидратации представляет собой совокупность множества различных минералов, процесс твердения которых зависит от соотношения и гидратации следующих главных клинкерных минералов:

- трехкальциевого силиката (кальциевой соли ортокремниевой кислоты - $3CaO \cdot SiO_2$) - минерал алит (C_3S);
- двухкальциевого силиката (ортосиликата кальция - $\beta 2CaO \cdot SiO_2$) – минерал белит (C_2S);
- трехкальциевого алюмината (кальциевой соли алюминиевой кислоты - $3CaO \cdot Al_2O_3$) - минерал целит (C_3A);
- четырехкальциевого алюмоферрита – ферритовой фазы - $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) – минерал браунмиллерит (C_4AF).

В составе цементного клинкера имеются и другие минералы, играющие относительно меньшую роль в процессах гидролиза и твердения. В процессе гидратации и твердения клинкерные минералы оказывают значительное влияние друг на друга. При затворении цемента водой последняя быстро обогащается щелочами и известью, получающимися в результате гидролиза соответствующих соединений, входящих в состав клинкера, а также гипсом. Аналогичные процессы происходят и при укреплении грунтов цементом. На рентгенограмме цементного камня с грунтом (рис.2) отмечено возрастание интенсивности аналитического рефлекса $Ca(OH)_2$, - ($2,61 \cdot 10^{-10}$ м), а также наличия рефлексов гидросиликатов кальция (рефлексы 10^{-10} м : 3,05; 2,97; 2,85; 2,40; 1,83 и др.). Зола и золошлаковая смесь имеют в своем составе кремнийсодержащие минералы различного вида и модификации, о чем свидетельствует интенсивная линия $3,34 \cdot 10^{-10}$ м. Остальные компоненты не имеют ярко выраженных интенсивностей.

Анализ результатов качественного фазового анализа по распределению кривых дифференциального термического анализа совместно с идентификацией продуктов гидратации цемента по полученным дифрактограммам показал, что пики, соответствующие $Ca(OH)_2$, наблюдается с $d = 4,93$ 3,11 2,63; 1,93; 1,79 $\cdot 10^{-10}$ м. Их интенсивность существенно ниже в присутствии добавки золошлаковой смеси, представляющей собой в большей степени кремнеземистый компо-

нент. При этом пики, соответствующие $CaCO_3$, отмечены с $d = 3,86; 3,04; 2,28; 1,92; 1,79 \cdot 10^{-10}$ м; а пики с $d = 9,72; 5,61; 4,69; 3,87; 2,21 \cdot 10^{-10}$ м – характерны для этtringита.

Введение в укрепляемую грунтобетонную массу активных добавок проникающего действия позволяет расширить зоны укрепления грунта и обеспечить его дополнительное укрепление.

Дальнейшая идентификация гидросиликатов кальция по дифрактограммам с $d = 3,11; 3,03; 2,77; 1,82; 1,79 \cdot 10^{-10}$ м достаточно затруднена ввиду того, что некоторые характерные линии новообразований перекрываются линиями портландита, кальцита и негидратированных силикатов кальция C_3S и C_2S . Кроме того, сложность проводимой идентификации усугубляется наличием гелеобразных аморфных структур в составе гидросиликатов кальция и других компонентов укрепляемого грунта, что не позволяет более четко вычленивать те или иные новообразования.

Степень влияния отдельных компонентов на структуру и свойства укрепляемого грунта была определена при проведении дифференциального термического анализа (ДТА), который позволил выявить некоторые особенности грунта и укрепляемых добавок. При этом, вначале были исследованы отдельно моносоставы для определения исходных параметров их термического состояния, а в дальнейшем испытывались бинарные и тройные композиции.

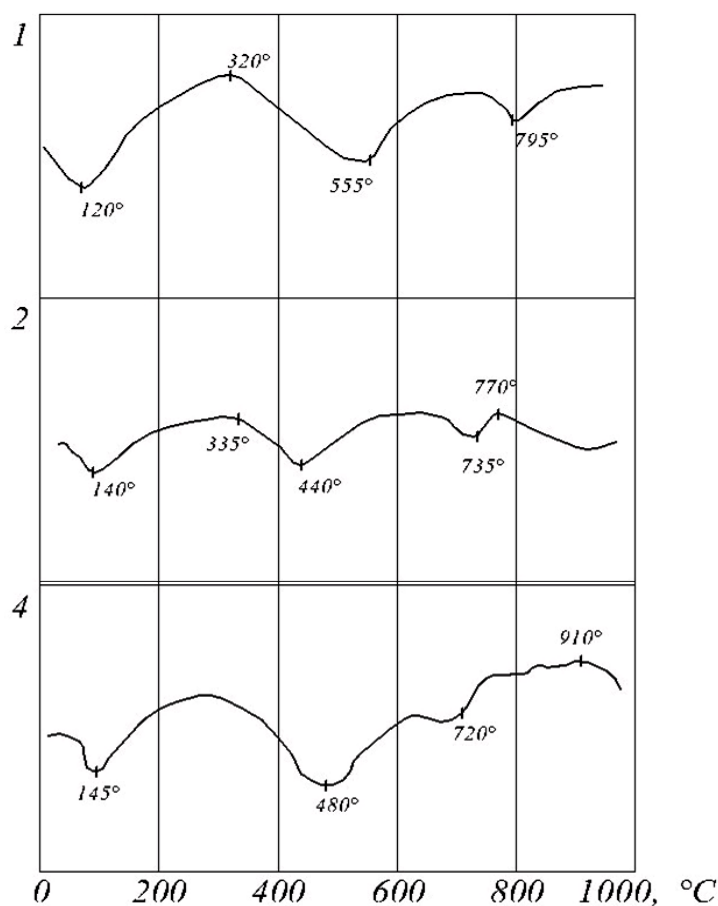
Таким образом, сравнительный анализ позволил выявить отличия в экзо- и эндотермических эффектах при введении тех или иных компонентов. Кроме того, изменение или перемещение характерных эффектов на кривых ДТА в совокупности с рентгенофазовым анализом давало возможность нахождения оптимального соотношения компонентов для проявления ими усиливающих эффектов на всю систему.

На рисунке 3 представлен кривые ДТ про грунт различных месторождений. Как следует из анализ кривых, первый эндотермический эффект, соответствующий удалению свободной воды из массива грунта, находится в интервале $135 - 145$ °С, что объясняется особенностями природного сложения суглинистых грунтов. Второй эндотермический эффект, приходящийся на интервал температур от 535 до 645 °С, свидетельствует о степени связности воды в составе минеральных образований грунта. При этом, второй экзотермический эффект в интервале температур $880 - 925$ °С, соответствующий деструктивным процессам и перекристаллизации минеральной основы, свидетельствует о тугоплавкости глинистых грунтов и их высокой термической устойчивости.

Изучение термогравиметрических кривых для одно- и двухкомпонентных систем без грунта: «цементный камень», «зола», «золошлаковая смесь» (рисунок 4) позволило выявить характерные особенности влияния каждого компонента на формирование цементного камня для укрепляемого грунта и присущие для них экзотермические и эндотермические эффекты. При совмещении отдельных компонентов друг с другом наблюдаются определенные смещения эффектов. Так, для бинарных составов цемента с золой и золошлаковой смесью, а также с отходами АЦП наблюдается снижение температурных переходов на $20 - 50$ °С по сравнению с ненаполненным цементным камнем, что может быть вызвано наличием происходящих деструктивных процессов в минеральном заполнителе за счет наличия органических включений, например, в виде несгоревшего топлива в ЗШС. В тоже время трехкомпонентная смесь, состоящая из цемента, золошлаковой смеси и активных добавок проникающего действия (АМДПД) приводит к выравниванию температур происходящих эффектов. Так, отмечено повышение первого экзотермического эффекта с 325 °С до 380 °С и появление второго экзотермического эффекта при 615 до 660 °С,

Использование комбинации укрепляющей грунт смеси из ЗШС и активных добавок проникающего действия приводит к упрочнению структуры, что зафиксировано на термограммах в виде смещения пиков экзо- и эндотермических эффектов в сторону более высоких температур (рис.3) по сравнению с бинарными составами, что свидетельствует

о термостабильности и положительном влиянии совмещаемых компонентов. Возможно также предположение о том, что отмеченные смещения пиков могут быть отнесены к процессам улучшения структуры композиционного материала за счет активного влияния минеральных веществ, находящихся в добавках ЗШС и ОАЦП.



1 – грунт + цемент; 2 – грунт + цемент + зола; 3 – грунт + цемент + зола + АМДПД

Рисунок 3 – Кривые ДТА укрепленных грунтов:

Ещё большим проявлением положительного влияния на укрепляемый грунт комплексной добавки является отмеченный экзотермический эффект при 910 °С, что свидетельствует о повышении термостабильности новообразований, и, как следствие, стойкости полученной системы «грунт - портландцемент - ЗШС – активная добавка проникающего действия». Положительное влияние комплексной добавки направленного действия подтверждается повышенными физико-механическими свойствами конгломератного материала.

Рассмотренные процессы химического взаимодействия в укрепляемом грунте позволили объяснить характер структурных превращений и подтвердить высокие физико-химические свойства композиционного материала с учетом процессов структурообразования. Данные выводы хорошо согласуются с результатами рентгенофазового анализа о характере изменения цементного камня при контакте с грунтом [5, 6].

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что при твердении грунта с цементным вяжущим и минеральными добавками направленного действия из золошлаковой смеси и микроармирующего компонента из активных добавок проникающего действия (АМДПД), имеет место целый ряд различных композиционных формаций от чистого цементного камня до новообразований. При этом наблюдаются различные положительные физико-химические процессы и эффекты, способствующие формированию упорядоченной и более прочной структуры вокруг минеральных частиц. Это, в свою очередь, предопределяет получение более прочного и долговечного конгломератного

материала в виде грунтобетона на цементной связке с минеральными добавками. Формирование материала с пространственным структурообразующим и микроармирующим фрагментами при определенном технологическом подходе можно считать вполне рациональным вариантом не только улучшения структуры укрепляемого грунта, но и получение нового материала с повышенными эксплуатационными свойствами.

Теоретически показана взаимосвязь структуры и свойств укрепляемого грунта с вводимыми минеральными добавками, что позволяет обоснованно осуществить выбор рецептуры грунтобетона в соответствии с эксплуатационными требованиями при минимизации материальных и энергетических затрат. Введение в укрепляемую грунтобетонную массу совместно с цементным вяжущим добавок проникающего действия (АМДПД) будет способствовать расширению создаваемого упрочненного каркаса и обеспечит длительную стойкость закрепляемых откосов транспортных сооружений от эксплуатационных воздействий.

Библиографический список

1. Пичугин А.П., Язиков И.К., Гришина В.А. Материалы на основе укрепленных и армированных грунтов в сельском строительстве. Монография. Новосибирск, НГАУ. 2018. – 120 с.
2. Пичугин А.П., Язиков И.К. Грунтматериалы для сельского строительства/ Монография. – Новосибирск, НГАУ, - 2000. – 102 с. Типы покрытий полов с/х и производственных помещений и возможности повышения их долговечности.// Сб.научных трудов НГАУ, 2009, с.34-46.
3. Пичугин А.П., Гришина В.А., Хританков В.Ф. . Использование добавок для укрепления грунтов в дорожном строительстве//Строительные материалы, - 2008. - №10, с.36-38.
4. Пичугин А.П., Гришина В.А., Хританков В.Ф. . Использование комплексных добавок для укрепления грунтов в сельском дорожном строительстве//Строительные материалы, - 2009. - №12, с.41-43.
5. Чесноков Р.А., Шаталов А.А., Язиков И.К., Пичугин А.П. Выбор устройства для укрепления откосов транспортных сооружений// // Эффективные материалы и технологии для транспортного и сельскохозяйственного строительства– сб.научн.тр. Междунар. конфер. –НГАУ-СГУПС-РАСН. Новосибирск, 2020. – С. 278-283.
6. Чесноков Р.А., Пичугин А.П., Бобыльская В.А. и др. Грунтобетоны с комплексными органическими и наноразмерными добавками// Эффективные материалы и технологии для транспортного и сельскохозяйственного строительства– сб.научн.тр. Междунар. конфер. –НГАУ-СГУПС-РАСН. Новосибирск, 2020. – С. 272-277.

Сведения об авторах:

Пичугин Анатолий Петрович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник НГАУ

Бобыльская Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент НГАУ

Чесноков Роман Александрович – аспирант

КОЭФИЦИЕНТ ОСНОВНОСТИ ПОРОДЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОЙИНДУСТРИИ

Бубырь М.Е., Панова В.Ф.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, e-mail: maxtuning2011@gmail.com

Аннотация: Рассмотрен химический состав техногенных отходов. Предложен силикатный коэффициент основности пород ($K_{осн}$) для качественной и количественной оценки техногенных отходов. Показана схема расположения техногенных пород по шкале изменения силикатного коэффициента основности пород, который позволяет прогнозировать их применение как сырья для производства строительных материалов.

Ключевые слова: отходы металлургии, доменный шлак, расчет, химический, минералогический состав, коэффициент основности ($K_{осн}$), лабораторные испытания, модель, сырье, изделия.

Введение. Сегодня техногенные отходы являются объектами исследования как основного сырья и корректирующих добавок в производстве строительных материалов [1,2]. Природное качественное сырье становится дефицитом, на смену ему должны прийти вторичные минеральные ресурсы. Это позволит сохранить экологию городов, где сосредоточены техногенные отходы [3, 4].

Для характеристики сырья необходимо знать его вещественный, химический и минералогический состав. Наиболее важным и определяющим, с нашей точки зрения, является наличие во вторичных минеральных ресурсах (ВМР) оксидов участвующих в формировании структуры силикатных строительных материалов.

Химический состав промышленных отходов достаточно сложен, в них встречается до 30 различных химических элементов, влияние которых на свойства породы как сырья для производства строительных материалов зависит от количества оксида в продукте. По характеру и свойствам промышленные отходы подразделяются на «кислые», «основные», «нейтральные», «активные» и «неактивные», что оценивается модулем основности ($M_{осн}$), кислотности (M_k), активности (M_a), силикатным модулем (n). Комплексную, химическую оценку ВМР как сырья предложено рассматривать под углом применения к ним силикатного коэффициента основности $K_{осн}$ природных пород [1].

Цель работы: изучить химический состав группы техногенных отходов, и, применяя силикатный коэффициент основности пород дать им качественную и количественную оценку как сырья в производстве строительных материалов.

Был исследован химический состав техногенных отходов: металлургии, угольной, энергетической, рудной промышленности и, для сравнения, природного сырья. Для каждого материала был рассчитан силикатный коэффициент основности (таблица 1).

В общем виде $K_{осн}$ определяется по формуле (1):

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3 + xB_nO_m)}{(0,93SiO_2 - yR_nO_m)} \quad (1)$$

В формуле $K_{осн}$ выражение в числителе $(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)$ показывает общее (валовое) содержание (в %) «условной СаО».

Чем ее больше, тем активнее материал. Вычитаемое $-(0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)$ определяет количество (в %) СаО, связанной соответствующими оксидами и не участвующей в образовании силикатов. При слишком большом содержании этих оксидов можно получить отрицательное значение. Это показывает недостаток щелочных компонентов, в частности извести (СаО). Знаменатель показывает, сколько СаО необходимо для образования моносилката кальция. Если $K_{осн}=1$, образуется CS, при $K_{осн}=2$ образуется C_2S , при $K_{осн}=1,5$

следует ожидать образования и CS, и C₂S. Количественное значение K_{осн} характеризует основность сырья, теоретически может изменяться от +∞ до -∞.

Таблица 1 – Химический состав техногенных отходов и природного сырья

Вид отхода	Содержание химического оксида, %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	TiO ₂	MnO	K ₂ O	K _{осн}
Отходы металлургии										
Отвальный дом. шлак	37,6	12	37,7	9,55	0,63	0,43	0,99	0,57	0,57	1,1
Гранулированный дом.шлак	38,1	10,4	42	6,55	0,37	0,49	0,94	0,62	0,56	1,2
Пыль газоочистки производства извести	5,54	1,5	85,3	1,68	5,23	0,44	0,07	0,04	0,16	16,3
Сталеплавильный шлак	24,1	9,29	33,67	19,87	3,82	0,49		8,27	0,51	1,9
Отходы угольной промышленности										
Горелая порода	67,6 9	9,26	7,56	0,41	6,39	4,23			4,46	0,11
Отходы энергетики										
Зола каменноугольная №1	40,5 6	21,44	4,92	0,92	3,62	0,78			1,08	-0,29
Зола каменноугольная №2	61,3 3	20,68	4,71	0,47	1,76	5,28			4,34	-0,07
Отходы рудной промышленности										
ЦОФ «Абашевская»	48,7	12,5	14,5	6,3	12,6	2,5	0,3	0,45	2,2	0,2
Природное сырье – Сибирский суглинок										
М/Р Гусинобродское	68,3 7	16,84	5,15	1,27	4,68	12,26	0,91	0,67	1,8	0,89
Цемент										
Портландцементный клинкер	21,23	4,8	63,68	0,57	2,47					1,84
Отходы углеобогащения										
ЦОФ	52,53	15,73	2,88	1,52	0,61	3,06			2,12	0,41

Этот коэффициент предложено использовать для характеристики различных промышленных отходов, как сырья для производства различных строительных материалов и изделий.

Все минеральные строительные материалы и сырье для их производства (природное и техногенное) можно разделить на 5 групп по величине коэффициента основности: *ультраосновные K_{осн} от 1,6 до +∞; основные – 1,2...1,6; средние – 0,8...1,2; кислые – 0,0...0,8; ультракислые – менее 0,0 до -∞.*

Установлено, что вяжущие вещества: цементы, гипсы, жидкое стекло-отличаются высоким содержанием оксидов первой и второй групп периодической системы элементов и K_{осн}≥1,6 (таблица 1). Для их производства необходимо сырье с соответствующими характеристиками.

Известно, что полиминеральные попутные продукты с $K_{осн} > 1,2$ (пыль газоочистки производства извести, сталеплавильный, доменный шлак), прошедшие соответствующую тепловую обработку, могут обладать вяжущими свойствами при их активизации.

Для керамического природного сырья (суглинок), а также, отходов энергетики (зола каменноугольная), рудных отходов характерно значение $K_{осн} < 1,2$ до ультракислого включительно.

Формула $K_{осн}$ позволяет без сложных экспериментов, только по валовому химическому анализу путем вычислений определить путь исследования и дальнейшего использования техногенного продукта, разработана шкала (рисунок 1).

Направление использования

Зола ТЭЦ Зола ГРЭС Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов	Сибирские суглинки Углеотходы ЦОФ Отбальный шлак Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов	Гранулированный шлак Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов	Портландцементный клинкер Шлак после магнитной сепарации Вяжущие вещества, в т.ч. для силикатных материалов	Пыль газоочистки производства извести Вяжущие вещества, в т.ч. для силикатных материалов
Ультракислые	Кислые	Нейтральные	Основные	Ультраосновные
-∞	0	0,8	1,2	1,6
Отходы энергетики	Отходы углеобогащения	Отходы металлургии	Отходы стройматериалов Отходы металлургии	Газоочистная пыль
				+∞

Рисунок 1 – Схема области изменения коэффициента основности ($K_{осн}$) и расположения изученных техногенных отходов по зонам с подачей области направления их применения в производстве строительных материалов и изделий

На рисунке на горизонтальной оси отмечены зоны изменения значения коэффициента основности. В каждую зону внесен тот или иной техногенный отход, название его расположено внизу. Например, золы от сжигания каменного угля ($K_{осн} = -0,29; -0,07$), отходы углеобогащения ($K_{осн} = -0,13$), рудные «хвосты» ($K_{осн} = 0,2$) находятся в зоне «ультракислых». Направление их применения описано в верхней части рисунка, т.е. указанные отходы возможно применять, как силикатный наполнитель, заполнитель.

Гранулированный шлак – отходы металлургии ($K_{осн} = 1,2$) входят в зону «основных», портландцементный клинкер ($K_{осн} = 1,84$) и газоочистная пыль известкового производства ($K_{осн} = 16,3$) относится к «ультраосновным», т.е. они могут применяться для производства вяжущих.

На качественные характеристики искусственного строительного камня конгломератной структуры влияет множество технологических факторов: соотношение исходных материалов, их дисперсность, степень кристаллизации, минералогический состав, влажность и многие другие производственные факторы, которые сказываются на технико-экономических показателях производства в целом. Можно ли в таких условиях, опираясь только на один показатель $-K_{осн}$, правильно выбрать исходное сырьё и прогнозировать качество товарной продукции. Положительный ответ на этот вопрос обуславливается следующим. Производство строительных материалов базируется на законах химической технологии. При этом определяющим фактором является правильный расчет шихты, контроль химического состава, которой возможен в заводских условиях. Коэффициент основности обеспечивает выполнение этих требований.

Заключение. Определен химический состав группы техногенных отходов и природного сырья, рассчитан их силикатный коэффициент основности. Построена шкала, на которой определены зоны изменения коэффициента основности и на ней распределены исследуемые техногенные отходы (нижняя часть шкалы). В верхней части показано направление их применения. Определена область расположения исследуемых техногенных пород по шкале изменения силикатного коэффициента основности пород, который позволяет прогнозировать их применение как сырья для производства строительных материалов.

Доказано, что зная коэффициент основности техногенного отхода и размещая его в зоне на построенной шкале, можно определить направление его использования.

Библиографический список

1. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология [Текст]: учеб.пособие / П.И. Боженов – М.: Изд. АСВ, 1994. – 266 с.
2. Буравчук Н. И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов [Электронный ресурс] : учеб.пособие / Н. И. Буравчук– Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2009.
3. Рахимов Р.З. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья [Текст] / Р.З. Рахимов, У.Х Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. - 2009. - №12. - С. 38...41.
4. Панова В.Ф. Техногенные продукты, как сырье для стройиндустрии [Текст] : Монография / В. Ф. Панова - Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 289 с.
5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества [Текст] : учеб. для вузов/ А.В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
6. Панова В.Ф. Разработка технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий из вторичных минеральных ресурсов (ВМР) [Текст] : учеб.пособие / В.Ф. Панова, С.А. Панов - Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – 201 с.
7. Панов С.А. Декоративные строительные материалы из отбеленного и активизированного шлака [Текст]: Монография / С.А. Панов, В.Ф. Панова - Новокузнецк : СибГИУ, 2010. – 216с.

Сведения об авторах:

Панова Валентина Феодосьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Бубырь Максим Евгеньевич – аспирант кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

ВАРЬИРОВАНИЕ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА НАТУРНОГО ЭКСПОНИРОВАНИЯ*

Низин Д.Р., Низина Т.А., Спирин И.П.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», г. Саранск, Россия, nizindi@yandex.ru

Аннотация. Проанализировано изменение актинометрических показателей (суммарная солнечная радиация, ультрафиолетовые излучения диапазонов А и В) в зависимости от различных по продолжительности временных периодов. Оценка актинометрических показателей осуществлялась с помощью автоматической станции контроля, позволяющей фиксировать показатели в круглосуточном режиме с заданным шагом (10 минут). Установлено, что в зависимости от месяца натурального экспонирования (умеренно-континентальный климат) значительно меняется интенсивность накопленных показателей (до 56÷1108%). При этом накопленные за один календарный год значения суммарной солнечной радиации и ультрафиолетовых излучений диапазонов А и В различаются не более, чем на 15,2, 10,8 и 8,6 %, что свидетельствует о возможности использования средних значений актинометрических показателей только при проведении длительных климатических испытаний (3-5 лет и более).

Ключевые слова: актинометрические показатели, солнечная радиация, ультрафиолетовые излучения диапазонов А и В, умеренно-континентальный климат, интенсивность климатического воздействия.

Известно, что актинометрические показатели являются одними из основных, определяющих климат той или иной географической местности. Основным источником энергии для Земли является Солнце. Солнечное излучение на пути к земной поверхности частично поглощается атмосферой, частично достигает уровня земной поверхности, а также частично уходит в пространство. При этом солнечное излучение, приходящее к земной поверхности, может быть направленным (идущим от Солнца) и рассеянным (идущим из всех точек небесного свода) [1].

Опыт натуральных исследований показал [2 – 4], что в качестве основных воздействующих факторов на скорость протекания процессов старения полимерных материалов в натуральных климатических условиях следует выделить:

- суммарную интенсивность солнечной радиации;
- суммарное ультрафиолетовое излучение диапазонов А и В;
- относительную влажность воздуха;
- температуру воздуха.

При этом актинометрические показатели, как правило, оказывают наиболее выраженное агрессивное воздействие на изменение свойств полимерных материалов. Ранее в авторских исследованиях было доказано, что сезонность воздействиях натуральных климатических факторов оказывает существенное влияние на интенсивность оказываемого воздействия и, как следствие, на изменение свойств полимерных материалов [4 – 7].

При исследовании актинометрических показателей изучают энергетическую освещённость (радиацию), т. е. плотность потока излучения, приходящего от Солнца, атмосферы и земной поверхности на перпендикулярную к лучу плоскость. В зависимости от источника излучения и, следовательно, спектрального состава различают солнечную, земную и атмосферную радиацию. Суммарная солнечная радиация представляет собой совокупность прямой солнечной радиации, поступающей непосредственно от солнца, и рассеянной радиации (лучистой энергии, рассеянной облаками и самой атмосферой). Суммарная радиация при безоблачном небе зависит от широты места, высоты солнца, характера подстилающей поверхности и про-

зрачности атмосферы, т.е. от содержания в ней аэрозолей и водяного пара. Увеличение содержания аэрозолей приводит к снижению прямой радиации и увеличению рассеянной. Доля рассеянной радиации в суммарной при безоблачном небе составляет 20 – 25 % [8].

Распределение по территории России месячных и годовых сумм суммарной радиации при безоблачном небе приведено в СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» как в виде осредненных по географической широте значений, так и количественных показателей суммарной солнечной радиации (прямой и рассеянной) на вертикальные поверхности при безоблачном небе в зависимости от месяца, географической широты и ориентации поверхности по сторонам света. Учитывая существенное варьирование актинометрических показателей в зависимости множества вышеперечисленных факторов, целесообразно проследить их изменение при фиксации количественных значений с малым шагом в течении ряда лет на одной и той же испытательной площадке.

Для оценки изменения основных метеорологических параметров (температура, относительная влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, количество осадков и др.), в том числе актинометрических (суммарная солнечная радиация, ультрафиолетовые излучения диапазонов А и В), нами с 2013 года используется автоматическая станция контроля (АСК) с актинометрическим комплексом в составе [9]. Измерение метеорологических параметров производится каждые 20 минут, актинометрических параметров – каждые 10 минут в круглосуточном режиме. Для экспонирования образцов используются испытательные стенды, размещенные на натурной испытательной площадке научно-исследовательской лаборатории эколого-метеорологического мониторинга, строительных технологий и экспертиз Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва (Республика Мордовия, г. Саранск, умеренно-континентальный климат). Географические координаты г. Саранск: широта $-54^{\circ}11'01''$ с.ш.; долгота $-45^{\circ}10'29''$ в.д.; высота над уровнем моря – 173 м [10].

Ультрафиолетовое излучение А относят к ближнему диапазону (315÷400 нм), УФ-В – к среднему (280÷315 нм). Около 90% УФ-В и ультрафиолетовые лучи диапазона С (100÷280 нм) практически полностью поглощаются озоном, а также водным паром, кислородом и углекислым газом при прохождении солнечного света через земную атмосферу. Излучение диапазона УФ-А достаточно слабо поглощается атмосферой, поэтому радиация, достигающая поверхности Земли, в значительной степени содержит ближний ультрафиолет УФ-А и в небольшой доле УФ-В. Типичные кривые изменения актинометрических показателей, фиксируемых с помощью АСК, на примере мая 2021 года представлены на рисунке 1. Полученные данные позволяют проследить изменение накопленных значений актинометрических параметров в зависимости от времени суток (рисунок 2), месяца, сезона, года и других периодов.

Кинетика изменения накопленной в течение каждого месяца 2014-2021 гг. суммарной солнечной радиации, суммарных ультрафиолетовых излучений диапазонов А и В показана на рисунке 3 (а, в, д). Выявлено существенное варьирование актинометрических параметров, меняющихся в зависимости от месяца 2014-2021 гг. от 10,3 до 17,3 раз (отношение максимальных накопленных месячных значений к минимальным в течение одного календарного года) при анализе суммарной солнечной радиации и от 9,8 до 15,5 раз для суммарного излучения диапазона А (рисунок 3, а, в). При этом для суммарного ультрафиолетового излучения диапазона В данный разброс показателей варьируется в зависимости от года (2014-2021 гг.) в интервале 63÷708 раз, что связано с близкими к нулевым значениям данных показателей в зимний период (рисунок 3, д).

При анализе накопленных значений в течение одного и того же месяца, но в разные годы, выявлено варьирование показателей (максимум/минимум) в интервалах: 1,18÷1,78; 1,15÷1,56; 1,20÷11,08, соответственно, для суммарной солнечной радиации и ультрафиолетовых излучений диапазонов А и В. При этом наибольшее изменение суммарного ультрафиолетового излучения диапазона В в течение восьми исследуемых лет (2014-2021 гг.) наблюдается для месяцев с октября по декабрь включительно. При исследовании изменения суммарной солнечной радиации и ультрафиолетового излучения диапазона А наименьшим варьированием показателей характеризуется июнь, наибольшим – март, сентябрь и декабрь.

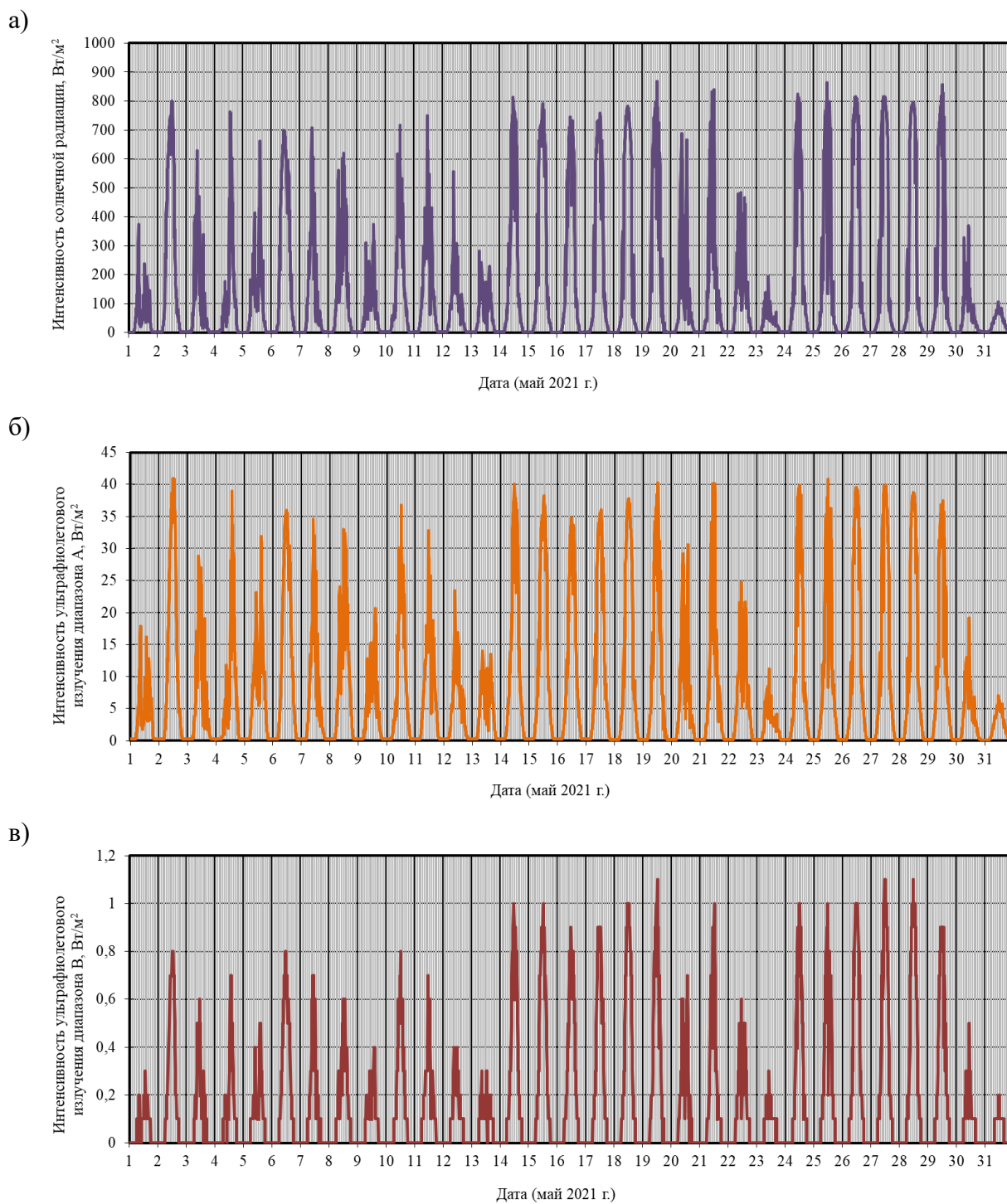


Рисунок 1 – Изменение интенсивности солнечной радиации (а), ультрафиолетовых излучений диапазонов А (б) и В (в) в мае 2021 года

Кривые накопленных за каждый календарный год с 2014 по 2021 гг. значений актинометрических параметров представлены на рисунке 3 (б, г, е). Выявлено, что несмотря на определенные различия в зависимости от одного и того же месяца различных лет, в целом, накопленные за один календарный год значения суммарной солнечной радиации и ультрафиолетовых излучений диапазонов А и В различаются не более, чем на 15,2, 10,8 и 8,6 % при сравнении минимальных и максимальных значений за исследуемые временные периоды.

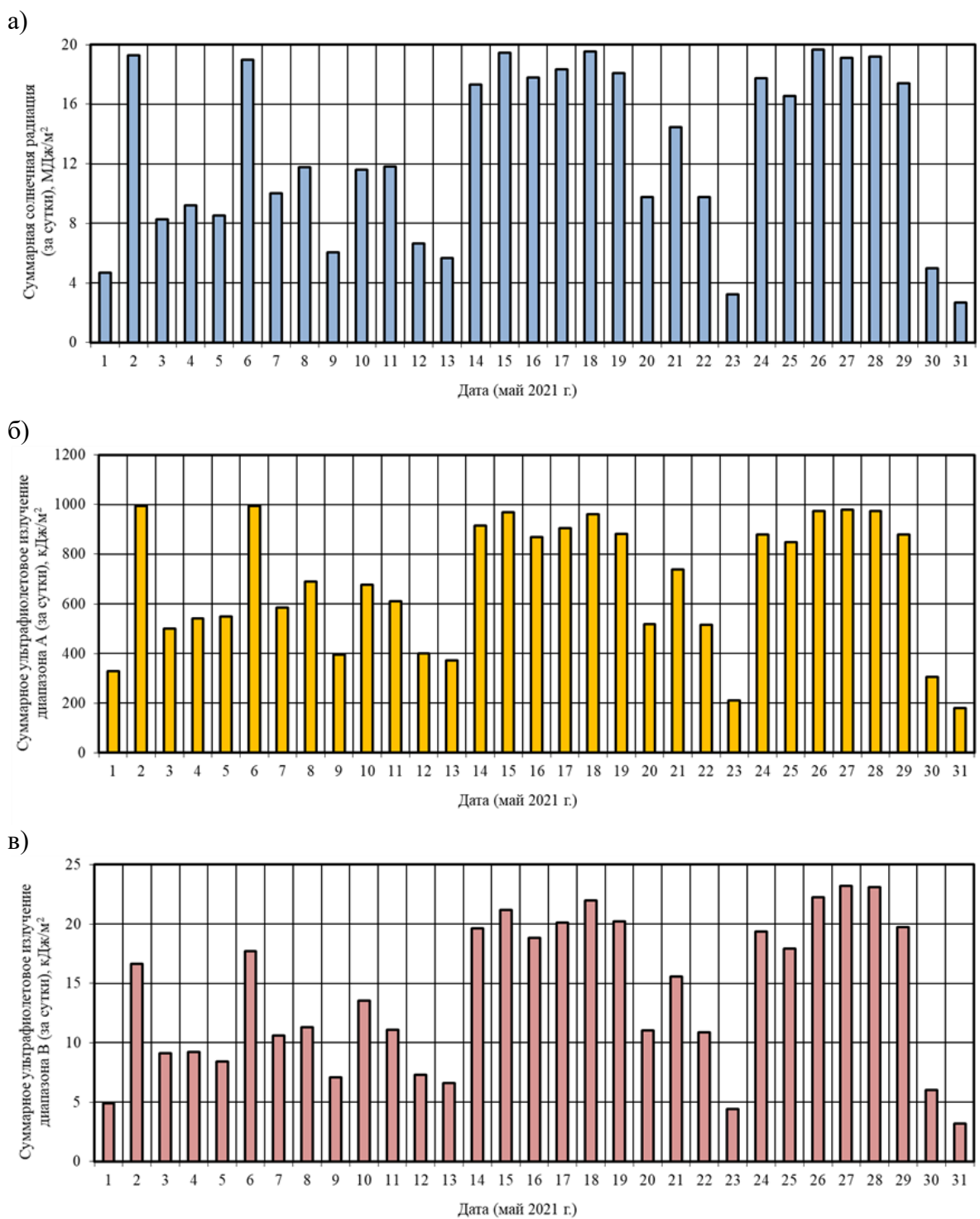
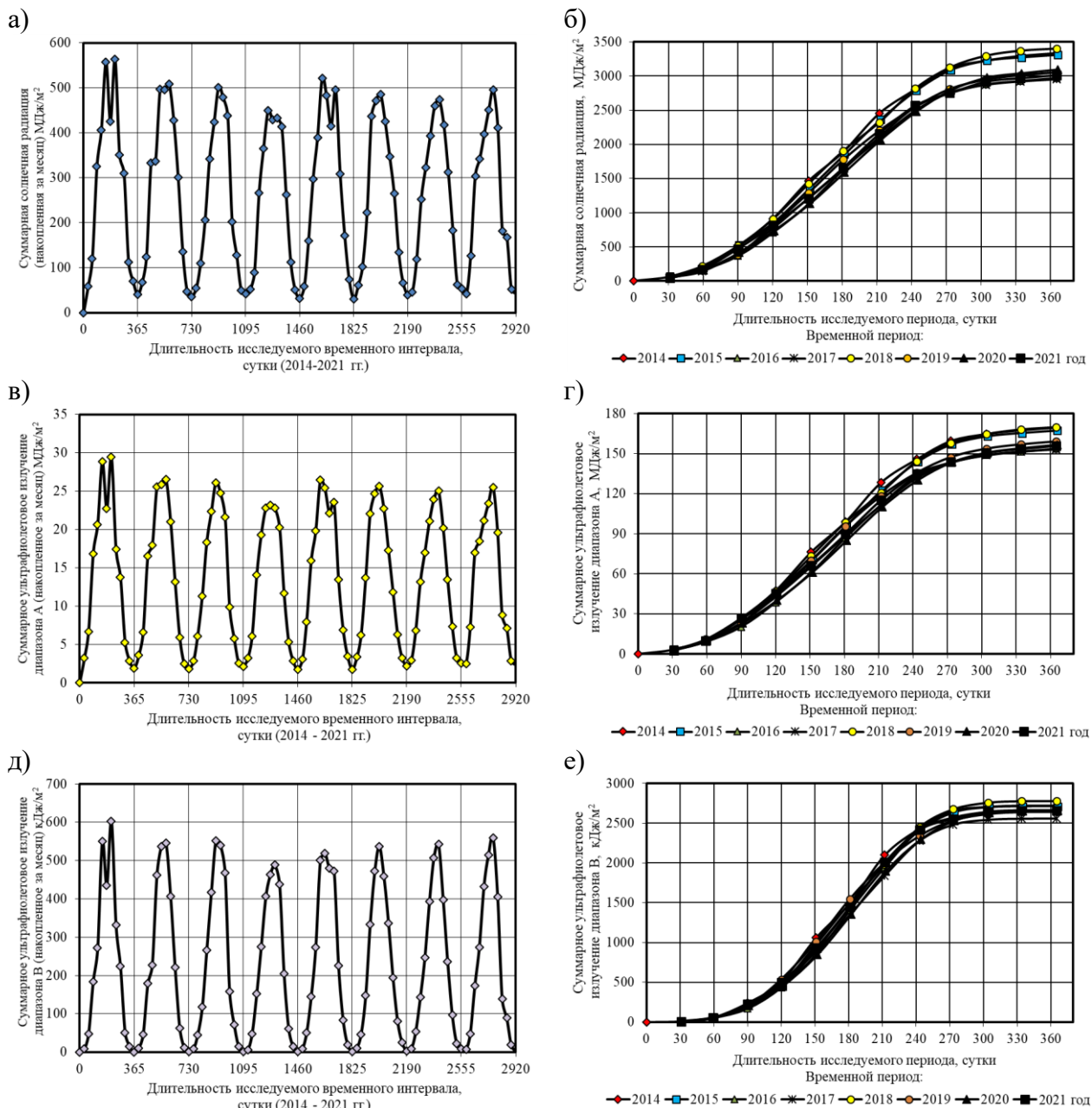


Рисунок 2 – Изменение накопленной за сутки солнечной радиации (а), ультрафиолетовых излучений диапазонов А (б) и В (в) в мае 2021 года

Полученные данные свидетельствуют, что использование средних значений актинометрических показателей возможно только при проведении натурных испытаний большой продолжительности (3 – 5 лет и более). При проведении более коротких по продолжительности исследований целесообразно определять точные количественные показатели воздействующих факторов, что позволит более обосновано оценить их воздействие на климатическую стойкость исследуемых материалов.



а, б – суммарная солнечная радиация; в, г – суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона А; д, е – суммарное ультрафиолетовое излучение диапазона В

Рисунок 3 – Изменение накопленных в течение каждого месяца (а, в, д) и календарного года (б, г, е) значений актинометрических показателей (2014-2021 гг.)

* Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-79-00206, <https://rscf.ru/project/22-79-00206/>

Библиографический список

1. Восканян К.Л. Актинометрические наблюдения: пособие для учебной практики / К.Л. Восканян, А.Г. Саенко. – СПб.: РГГМУ, 2010. – 54 с.
2. Уржумцев Ю.С. Научные основы инженерной климатологии полимерных и композитных материалов / Ю.С. Уржумцев, И.Н. Черский // Мех. композит. мат. (Рига). – 1985. – № 4. – С. 708–714.
3. Каблов Е.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. I. Механизмы старения / Е.Н. Каблов, О.В. Старцев, А.С. Кротов, В.Н. Кириллов //

- Деформация и разрушение материалов. – М., 2010. – №11. – С. 19–27.
4. Низин Д.Р. Климатическая стойкость защитно-декоративных покрытий на основе модифицированных эпоксидных связующих : дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2017. – 216 с.
 5. Селяев В.П. Натурное климатическое старение эпоксидных полимеров с учетом сезонности воздействия / В.П. Селяев, Д.Р. Низин, Т.А. Низина, А.Н. Чернов, А.И. Горенкова // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы Всерос. науч.-техн. конф, посвящ. 75-летию засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Селяева В.П. (3-5 дек. 2019 г.). – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – С. 324-331.
 6. Nizin D.R. Natural climatic aging of epoxy polymers tasking into account the seasonality impact. / D.R. Nizin, T.A. Nizina, V.P. Selyaev, A.N. Chernov, A.I. Gorenkova // Key engineering materials. – 2019. – Vol. 799. – P. 159–165.
 7. Селяев В.П. Воздействие сезонности на натурное климатическое старение эпоксидных полимеров / В.П. Селяев, Д.Р. Низин, Т.А. Низина, А.Н. Чернов, А.И. Горенкова // Эксперт: теория и практика. – 2020. – №1. – С. 43-49.
 8. Суммарная солнечная радиация [Электронный ресурс] // Сайт geographyofrussia.com. – Режим доступа: <https://geographyofrussia.com/-summarnaya-solnechnaya-radiaciya/>.
 9. Низина Т.А. Материальная база вуза как инновационный ресурс развития национального исследовательского университета / Т.А. Низина, В.П. Селяев // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: материалы всеросс. науч.-техн. конф. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2014. С. 115–121.
 10. Низина Т.А. Климатическая стойкость эпоксидных полимеров в умеренно континентальном климате: монография / Т.А. Низина, В.П. Селяев, Д.Р. Низин. – Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2020. – 188 с.

Сведения об авторах:

Низина Татьяна Анатольевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры строительных конструкций, заведующий научно-исследовательской лаборатории эколого-метеорологического мониторинга, строительных технологий и экспертиз, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Низин Дмитрий Рудольфович – кандидат технических наук, старший ведущий сотрудник научно-исследовательской лаборатории эколого-метеорологического мониторинга, строительных технологий и экспертиз, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

Спирин Илья Петрович – магистрант 1 курса архитектурно-строительного факультета, ФГБОУ ВО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Панова В.Ф., Панов С.А., Спиридонова И.В., Рыжков Ф.Н.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, e-mail: panov-kps@yandex.ru*

Приведены методики определения теплопроводности неорганических и органических материалов различного структурного строения: ячеистого, зернистого, волокнистого. Рассмотрены математические зависимости расчета коэффициентов теплопроводности, а также изменения теплопроводности в пределах температур от 0 до + 300 °С и при увеличении влажности испытуемых материалов. Рассмотрен пример определения коэффициента теплопроводности для газобетона расчетным и практическим способами. Представлены примеры расчета теплопроводности трехслойной стеновой конструкции.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, строение, свойства, теплопроводность, расчет, температура, влажность, газобетон, стеновая конструкция.

Введение. Теплоизоляционные материалы выполняют важную функцию теплозащиты строительных объектов. Главной характеристикой для них является значение коэффициента теплопроводности – λ , Вт/м^{°С}. Существуют различные способы опытного его определения, однако, они требуют специальных приборов и оборудования, при этом наблюдаются значительные затраты времени, имеются и математические способы [1,2]

Теплоизоляционные материалы бывают зернистого, пористого и волокнистого строения. Учитывая особенность структуры строительных материалов, изменение её под действием внешних факторов: естественного давления (слеживания), влажности, температуры эксплуатации, предлагаются математические способы определения их коэффициента теплопроводности.

Цель работы: показать математическую зависимость и возможность методом расчета косвенно определить коэффициент теплопроводности отдельных материалов. Сравнить расчетные и практические показатели для газобетона. На основе полученных данных рассчитать толщину конструкции стены, удовлетворяющую требованиям теплозащиты для определенного региона.

Эффективная конструкция стены, как правило, складывается из конструктивной, плотной оболочки и теплоизоляционного внутреннего слоя [3]. Ниже будут рассмотрены примеры определения коэффициента теплопроводности для плотных и различных видов теплоизоляционных материалов.

Известна формула Некрасова (1), применяемая для определения коэффициента теплопроводности для природных и искусственных каменных материалов со средней плотностью от 1800 до 2500 кг/м³.

$$\lambda = 1,16 - \sqrt{0,0196 + 0,22 \gamma_o^2} - 0,16 \quad (1)$$

где γ_o – относительная средняя плотность каменного строительного материала.

Для практического использования при определении коэффициентов теплопроводности сухих неорганических материалов ячеистого строения с диаметром ячеек до 4 – 5 мм в диапазоне средней плотности материала от 300 до 1800 кг/м³ и средней температуре (25 ± 5)°С имеется формула (2).

$$\lambda = 0,02559 \left\{ \left[0,81 \cdot \log \frac{d}{0,14} + 0,215(d - 0,14) \right] \sqrt[3]{\frac{0,35}{\gamma_0} + 5 \cdot \gamma_0^{1,1} \cdot 1,68^{\gamma_0} + 1} \right\} \quad (2)$$

где λ – коэффициент теплопроводности ячеистого материала в сухом состоянии при средней температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, Вт/м $^\circ\text{C}$;

γ_0 – относительная средняя плотность материала, безразмерная величина;

d – средний диаметр ячеек, мм, определяется по формуле (3):

$$d = \frac{10(1 - \delta)}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

где n – количество открытых ячеек на 1 см 2 поверхности разреза материала. Определяется прямым подсчетом с использованием специального прибора.

Данное приспособление предназначено для подсчета количества пор на единицу площади. В приборе на увеличительном стекле выделена площадь равная $\frac{1}{4}$ см 2 , на которой ведется подсчет открытых пор и далее умножается на 4.

δ – толщина стенок ячеек в долях от наружного диаметра ячеек (наружный диаметр ячеек принят за единицу), определяется по формуле (4):

$$\delta = 1 - \sqrt[3]{P_y}, \quad (4)$$

где P_y – условная пористость ячеистого материала (отношение объема обнаруженных ячеек к объему всего материала), можно определить по формуле (5):

$$P_y = \frac{\gamma_c - \gamma}{\gamma_c}, \quad (5)$$

где γ – средняя плотность ячеистого материала, г/см 3 ;

γ_c – средняя плотность стенок ячеек ячеистого материала, г/см 3 .

Рекомендуется применять усредненные значения γ_c : для газобетона – 1,5 г/см 3 , для пенобетона – 1,51 г/см 3 , для пеностекла – 2,6 г/см 3 .

Влияние на коэффициент теплопроводности температуры и влажности выражается нижеприведенными формулами:

При изменении температуры в пределах от 0 до $+300^\circ\text{C}$ значение коэффициента теплопроводности неорганического материала ячеистого строения может быть установлено по формуле (6):

$$\lambda_t = \lambda + \frac{\Delta t \cdot (t - 25)}{100}, \quad (6)$$

где λ_t – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м $^\circ\text{C}$, при температуре t в интервале от 0 до 300°C ;

Δt – прирост коэффициента теплопроводности материала, Вт/м $^\circ\text{C}$, на каждые 100°C повышения температуры, определяется по формуле (7):

$$\Delta t = 0,00756 \cdot (1,75 \cdot \gamma_0^2 + 1) + 0,01221 \cdot (d - 0,14) \cdot 0,55^{\gamma_0}, \quad (7)$$

При содержании влаги до 15 – 20 % по объему значение коэффициента теплопроводности неорганического материала ячеистого строения может быть установлено по формуле 8:

$$\lambda_w = \lambda \cdot \left(1 + \frac{\Delta w \cdot w_0}{100} \right), \quad (8)$$

где λ_w – коэффициент теплопроводности материала, Вт/м $^\circ\text{C}$, влажность которого w_0 не превышает 20 % по объему;

Δw – прирост коэффициента теплопроводности λ (принятого за единицу) на каждый процент объемного влагосодержания материала, %, определяется по формуле (9):

$$\Delta w = 8 \cdot \left(\frac{1}{\gamma_0^{0,3} \cdot 5,7^{\gamma_c}} + 1 \right) + 7,12(d - 0,14)^{0,8} \cdot 0,05^{\gamma_0} \quad (9)$$

Коэффициент теплопроводности для сыпучих материалов.

Основными структурными признаками неорганических зернистых материалов являются размеры зерен, их форма, пористость, а также степень укладки. Коэффициент теплопроводности неорганических сыпучих материалов зернистого строения определяют по формуле (10):

$$\lambda = 0,02559 \cdot \left[0,85 \cdot \log \frac{d}{0,06} + 0,1 \cdot (d - 0,06) + 5,92 \cdot \rho_n + 0,727 \cdot \rho_n^3 + 1 \right], \quad (10)$$

где λ – коэффициент теплопроводности ячеистого материала в сухом состоянии при средней температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, Вт/м $^\circ\text{C}$;

ρ_n – насыпная плотность материала в сухом состоянии, г/см 3 ;

d – средний диаметр зерен сыпучего материала, мм.

Для определения среднего диаметра зерен необходимо вначале выполнить рассев материала на стандартных ситах с размерами ячеек от 0,14 до 20 мм. Масса навески материала должна ориентировочно составлять: для керамзита – 1 кг, для вспученного перлита – 50 г.

Средний диаметр зерен сыпучего пористого материала устанавливается на основании полученных результатов выполненного отсева по формуле (11):

$$d = 0,5 \sqrt[3]{\frac{100}{\sum \frac{a_n}{(d_n + d_{n+1})^3}}}, \quad (11)$$

где a_n – содержание, % по массе, в сыпучем материале зерен, ограниченных по крупности ситами с размерами ячеек d_n и d_{n+1} , мм (или зерен, попавших на поддон после прохождения через сито с минимальными размерами ячеек).

При изменении температуры в пределах от 0 до $+300^\circ\text{C}$ значение коэффициента теплопроводности неорганического сыпучего материала зернистого строения может быть установлено по формуле (5), но в этом случае прирост коэффициента теплопроводности материала Δt , Вт/м $^\circ\text{C}$, на каждые 100°C повышения температуры определяется по формуле (12).

$$\Delta t = 0,00756 \cdot (\rho_n \cdot 2,45^{\rho_n} + 1) + 0,04405 \cdot (d - 0,06)^{1,1}, \quad (12)$$

где ρ_n – насыпная плотность сыпучего материала, г/см 3 ;

d – средний диаметр зерен сыпучего материала, мм.

При содержании влаги до 15 – 20 % по объему значение коэффициента теплопроводности неорганического сыпучего материала зернистого строения может быть установлено по формуле (7), но в этом случае прирост коэффициента теплопроводности материала (принятого за единицу) на каждый процент объемного его влагосодержания Δw , %, следует определять по формуле (13).

$$\Delta w = 5,8 \cdot \left(\frac{1,78}{\rho_n^{0,3} \cdot 13^{\rho_n}} + 1 \right) + 1,48 \cdot (d - 0,06)^{0,9}, \quad (13)$$

Коэффициент теплопроводности для волокнистых материалов.

К рыхлым материалам неорганического происхождения с волокнистым строением относят стеклянную и минеральную вату.

Коэффициент теплопроводности неорганических рыхлых материалов волокнистого строения подсчитывается по формулам (14, 15):

для стеклянной ваты:

$$\lambda = 1,163 \cdot [0,043 + 0,06 \cdot (\rho_n - 0,15) + 0,00025 \cdot (d - 3)], \quad (14)$$

для минеральной ваты:

$$\lambda = 1,163 \cdot [0,047 + 0,055 \cdot (\rho_n - 0,15) + 0,00015 \cdot (k - 10) + 0,0005 \cdot (d - 3)], \quad (15)$$

где λ – коэффициент теплопроводности ячеистого материала в сухом состоянии при средней температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$, Вт/м $^\circ\text{C}$;

ρ_n – насыпная плотность ваты в сухом состоянии после уплотнения под давлением в 0,002 МПа, г/см 3 ;

d – средняя толщина волокна ваты, мкм;

k – содержание включений в минеральной вате в виде корольков, % по массе.

Формулы (14) и (15) предназначены для определения значений коэффициента теплопроводности стеклянной и минеральной ваты с насыпной плотностью 150 – 350 кг/м 3 и толщиной волокон от 3 до 15 мкм при содержании корольковых включений в минеральной вате не менее 10 % по массе и средней температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$.

Толщина волокон стеклянной и минеральной ваты определяется с помощью микроскопа с точностью до 0,1 мкм. Средняя толщина волокон устанавливается из десяти частных определений как среднее арифметическое значение.

Содержание в минеральной вате корольковых включений (т.е. частиц диаметром более 0,25 мм) устанавливается с помощью специального прибора для определения корольков, который работает по принципу сепаратора. Содержание корольков устанавливается с точностью до 0,1 % по массе.

При изменении температуры в пределах от 0 до $+300^\circ\text{C}$ значение коэффициента теплопроводности неорганического рыхлого материала волокнистого строения может быть установлено по формуле (6), но в этом случае прирост коэффициента теплопроводности материала Δt , Вт/м $^\circ\text{C}$, на каждые 100°C повышения температуры должен определяться по формуле (16):

$$\Delta t = 0,009886 \cdot \left[2,55 \cdot \rho_n^2 - 1,6 \cdot \rho_n + 0,0325 \cdot (d - 3)^{0,85} \cdot \left(\frac{0,325}{\rho_n} \right)^{0,75} + 1 \right], \quad (16)$$

где ρ_n – насыпная плотность волокнистого материала, г/см 3 ;

d – толщина волокон материала, мкм.

При содержании влаги до 10 % по объему значение коэффициента теплопроводности стеклянной и минеральной ваты может быть установлено по формуле (8), но в этом случае прирост коэффициента теплопроводности материала (принятого за единицу) на каждый процент объемного его влагосодержания Δw , %, следует определять по формуле :

$$\Delta w = \frac{1}{\rho_n}, \quad (17)$$

где ρ_n – насыпная плотность волокнистого материала, г/см 3 .

Коэффициент теплопроводности рыхлых, органических волокнистых материалов.

В качестве рыхлых материалов органического происхождения с волокнистым строением отнесены древесные опилки (отход деревообрабатывающей промышленности) и подсолнечная лузга (отход от переработки продукции сельского хозяйства).

Коэффициент теплопроводности органических рыхлых материалов волокнистого строения λ , Вт/м $^\circ\text{C}$, определяется по формуле (18):

$$\lambda = 0,02908 - 0,01489 \cdot \rho_n + 0,9351 \cdot \rho_n^2 - 0,7187 \cdot \rho_n^3, \quad (18)$$

где ρ_n – насыпная плотность материала в сухом состоянии, г/см 3 .

Формула (18) может использоваться при подсчете коэффициента теплопроводности для материалов рассматриваемой группы с насыпной плотностью от 125 до 300 кг/м³ при средней температуре (25±5)°С.

При содержании влаги до 15 – 20 % по объему значение коэффициента теплопроводности органического рыхлого материала волокнистого строения может быть установлено по формуле (8), но в этом случае прирост коэффициента теплопроводности материала (принятого за единицу) на каждый процент его объемного влагосодержания Δw, %, следует определять по формуле (19):

$$\Delta w = 96 \cdot \rho_n^{1,5} - 100 \cdot \rho_n + 20, \quad (19)$$

где ρ_n – насыпная плотность материала в сухом состоянии, г/см³.

Пример определения коэффициента теплопроводности для газобетона расчетным и практическим способами.

Для испытания применялись образцы газобетона, состав и свойства которого приведен в таблицах 1, 2. [4].

Таблица 1 – Расход материалов для изготовления шлакогазобетона

Соотношение наполнитель:цемент	Компонентный состав смеси, кг/м ³				Водотвердое отношение В/Т
	Шлаковое вяжущее М 250	Наполнитель – доменный шлак	Al-пудра ПАП-1	Сульфатол	
1:1	322,5	322,5	0,7	0,05	0,51
1:2	215	430	0,7	0,05	0,51

Расчетная теплопроводность шлакогазобетона плотностью 500-700 кг/м³ определялась по формулам 2-5 и составила 0,13-0,18 Вт/(м⁰С).

Фактическая теплопроводность газобетонных образцов определялась на установке ИТП-МГ4 в испытательной сертификационной лаборатории «Сибстринэксперт» и составила для газобетона плотностью 500-700 кг/м³ на шлаковом наполнителе – 0,12 – 0,17 Вт/(м⁰С). Установлено, что расчетные и практические показатели близки.

Таблица 2 – Свойства газобетона

Газобетон	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение по массе, %	Общая пористость, %	Теплопроводность, Вт/(м ⁰ С), расчетная / фактическая
На шлаковом заполнителе и композиционном шлаковом вяжущем	500-700	1,8-3,0	45-55	65-70	0,13-0,18 / 0,12-0,17

Пример расчета толщины трехслойной стеновой конструкции. Определение термического сопротивления

Для определения теплотехнических характеристик стены выполненной с использованием камней из мелкозернистого шлакобетона проведен сравнительный расчёт двух конструкций стены: 1 – утеплитель из минеральной ваты; 2 – утеплитель из пенобетона (рисунок 1, таблица 3). [5]

Коэффициент теплопроводности для шлакобетона рассчитан по формуле 1 и составил 0,73 Вт/м⁰С. Рассмотренные конструкции стен удовлетворяют теплотехническим требованиям, приведённым в СП 50.13330.2012. Камень бетонный стеновой может применяться в стеновых конструкциях в городе Новокузнецке, только в комплексе с эффективным утеплителем. Применяя утеплитель совместно с шлаковым цветным кирпичом получена теплозащитная толщина стены с использованием минераловатного утеплителя – 500мм; пенобетонного – 640мм.

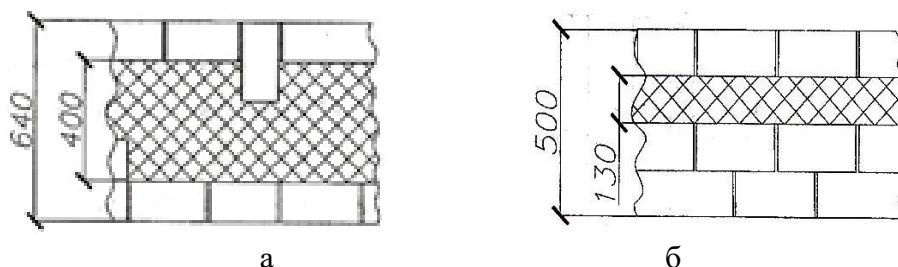


Рисунок 1 – Конструкция стены из шлакобетонного камня с утеплителем из пенобетона (а) и минеральной ваты (б)

Таблица 3 – Характеристики стеновой конструкции из шлакобетонных камней с разным утеплителем

Материал слоя	Плотность слоя γ_0 , кг/м ³	Толщина слоя δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ⁰ С	Термическое сопротивление R , м ² · °С/Вт
			СНиП 23.02-2003	$R = \delta/\lambda$
Конструкция стены (рисунок 1а)				
Камень стеновой	1600	0,12	0,73	0,16
Пенобетон	200	0,4	0,06	6,7
Камень стеновой	1600	0,12	0,73	0,16
Итого				7,03
Конструкция стены (рисунок 1б)				
Камень стеновой	1600	0,12	0,73	0,16
Минераловатные плиты URSA	30	0,13	0,038	3,42
Камень стеновой	1600	0,24	0,73	0,33
Итого				3,91

Рассмотренные конструкции стен удовлетворяют теплотехническим требованиям, приведённым в СП 50.13330.2012. Камень бетонный стеновой может применяться в стеновых конструкциях в городе Новокузнецке, только в комплексе с эффективным утеплителем. Применяя утеплитель совместно с шлаковым цветным кирпичом получена теплозащитная толщина стены с использованием минераловатного утеплителя – 500мм; пенобетонного – 640мм.

Заключение. Значение коэффициента теплопроводности (λ) является важной характеристикой для расчета толщины теплозащиты многослойной конструкции, например, стены или чердачного перекрытия. Определение опытных значений λ требуют специальных приборов, оборудования и значительных затрат времени.

Предложены математические формулы расчета теплопроводности пористых (ячеистых), сыпучих, волокнистых строительных материалов. Даны зависимости теплопроводности от температурных и влажностных условий эксплуатации строительных материалов.

Описано простое приспособление для определения количества пор на единице площади ячеистого материала для расчета его коэффициента теплопроводности λ .

Дан пример определения коэффициента теплопроводности для газобетона расчетным и практическим способами, который подтвердил эффективность применения расчетных формул. Расчетная теплопроводность шлакогазобетона плотностью 500-700 кг/м³ составила 0,13-0,18 Вт/(м⁰С), а практическая – 0,12 - 0,17 Вт/(м⁰С), т.е. показатели близки.

Пример расчета трехслойной конструкции стены из плотного и пористого материалов показывает, что применяя математические формулы возможно определить толщину удовлетворяющую требованиям её теплоэффективности для конкретного региона.

Библиографический список

1. Кауфман Б. Н. Теплопроводность строительных материалов / Б. Н. Кауфман. – М.: Госстройиздат, 1955. – 160 с.
2. Горлов Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов: учеб. для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
3. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. М.: Минрегион России. 2012. – 56 с.
4. Камбалина И.В. Газобетон на основе доменных шлаков: монография / И.В. Камбалина ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2008. – 96 с.
5. Панов С.А. Декоративные строительные материалы из отбеленного и активированного шлака: монография / С.А. Панов, В.Ф.Панова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – 215 с. : ил.

Сведения об авторах:

Панова Валентина Феодосьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Панов Сергей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Спиридонова Ирина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Рыжков Филипп Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СЫРЬЁ И ИЗДЕЛИЯ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Терехина Ю.В., Котляр В.Д.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, yuliya-2209@mail.ru, diatomit_kvd@mail.ru

В статье отражены основные вопросы, связанные с разработкой нормативно-технической документации на глинистое сырьё и керамические изделия. Рассмотрены основные разделы технических условий или стандартов предприятий, содержащие технические требования и качественные характеристики продукции, требования безопасности, правила приемки, транспортирования, хранения, методы испытаний продукции, гарантии изготовителя и указания по применению продукции.

Керамические изделия, сырьё, качество, характеристика, методика, классификация, стандарт, испытания, документ.

Современные научные исследования в керамической отрасли направлены на решение задач по улучшению показателей качества керамических материалов, расширению ассортимента продукции за счет различных способов обработки поверхности или ввода добавочных компонентов в шихту, оптимизации технологических процессов производства, и немаловажным остается вопрос сырьевой базы для отрасли. Ведущие научные школы России, занимающиеся проблемами и развитием керамической отрасли, проводят научные и научно-практические исследования, промышленную апробацию и предлагают решения по технологиям и новым видам продукции, по вовлечению традиционных и нетрадиционных сырьевых материалов, отходов промышленности в производство керамических изделий различного назначения [1-7]. В процессе проведения научных и практических работ при оценке показателей качества образцов и уровня полученных результатов руководствуются требованиями нормативно-технической документации: технических регламентов, международных и российских стандартов, правил и норм, методических рекомендаций, технических условий, а также сопоставляются с известными результатами ученых, работающих в данном направлении.

Анализ действующей нормативной базы для сырьевых материалов и керамических изделий показал, что в настоящее время разработка и утверждение государственных и межгосударственных стандартов, не охватывает в полном объеме вопросы стандартизации для отрасли. Например, действующий ГОСТ 9169-2021 «Сырьё глинистое для керамической промышленности. Классификация» содержит общие классификационные признаки для глинистого сырья, однако не устанавливает технических требований, по которым можно было бы оценивать конкретное месторождение, выдавать паспорта на сырьё, проводить процедуры сертификации и декларирования. Следовательно, каждый карьер должен разработать для своей продукции свой нормативный документ, где в разделе «Технические требования к продукции» будут указаны характеристики сырья и приведены пределы их значений для оценки уровня качества и принятия решения об использовании сырья для производства керамических материалов. Межгосударственный стандарт на клинкерный кирпич был введен в действие только в 2014 году, национальный стандарт на керамическую черепицу введен в действие в 2016 году, стандарты на ригельные изделия, кирпич «ручной формовки», различные виды керамических покрытий отсутствуют. При этом все больше производителей делают ставку именно на данные виды продукции, покупательский спрос растет, и также необходимы нормативные документы, регламентирующие требования к продукции, отражающие правила приемки, методы контроля и другие ступени жизненного цикла продукции.

Технические условия – это документ по стандартизации, утверждаемый разработчиком, в котором установлены требования к качеству и безопасности конкретной продукции или к группе конкретной однородной продукции, необходимые и достаточные для ее идентификации, контроля качества и безопасности при изготовлении, транспортировании, хранении, применении.

Название технических условий должно содержать в себе наименование продукции и отличительный (функциональный) признак, например: «Суглинки строительные», «Шихта N-ского месторождения тугоплавких глин», «Изделия керамические «ручной формовки», «Комплексная минеральная добавка для керамических изделий».

Обозначение документа, согласно ГОСТ 1.3-2018, включает в себя:

- индекс вида документа «ТУ»;
- отделенные от него пробелом шесть знаков кода продукции по ОКПД 2;
- отделенный от них тире трехзначный регистрационный номер (присваивается держателем ТУ);
- отделенный от него тире код держателя подлинника документа (ОКПО);
- отделенные от него тире четыре цифры года утверждения ТУ.

Примеры кодов ОКПД 2 для сырья и изделий в керамической области:

- 23.32.11 – кирпич керамический неогнеупорный строительный, блоки керамические для полов, плитки керамические несущие или облицовочные и аналогичные изделия керамические;
- 23.32.12 – черепица кровельная, дефлекторы, зонты для дымовых труб, части дымоходов и вытяжных труб, украшения архитектурные и прочие изделия строительные керамические;
- 08.12.22.112 – глины огнеупорные;
- 08.12.22.113 – глины тугоплавкие;
- 08.12.22.114 – глины легкоплавкие;
- 08.12.22.115 – порошки из глины.

На титульном листе технических условий также приводится код ОКС (общероссийский классификатор стандартов):

- 91.100.25 – керамические изделия для строительства;
- 91.100.15 – минеральные материалы и изделия.

Титульный лист также содержит информацию об организации-держателе подлинника технических условий, данные о разработчике, сведения о датах утверждения и введения документа, срок его действия.

Состав и очередность разделов технических условий представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структура технических условий

Наиболее важными разделами ТУ, на наш взгляд, являются «Технические требования к продукции» и «Методы контроля», которые устанавливают характеристики и их значения, а также регламентируют методы испытания и принятия решения о качестве продукции. Рассмотрим данные разделы ТУ применительно к глинистому сырью, например, к тугоплавким глинам, рисунок 2, и к ригельному кирпичу, рисунок 3.

При разработке нормативного документа на глинистое сырьё нами предложены следующие характеристики для оценки качества, представленные в разделе «Технические требования к продукции»: массовая доля оксида алюминия, %; массовая доля оксида титана, %; массовая доля оксида железа, %; потери массы при прокаливании, %; остаток на сите 0063, %; массовая доля влаги, %; содержание крупнозернистых включений, %; содержание карбонатов и гипса, %; размер кусков, мм; огнеупорность, °С; наличие посторонних засоряющих примесей, %; суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг. Как видно на рисунке, месторождение сложное, разработка его осуществляется селективным способом с выделением 4 сортов глины. Для каждого показателя приведены интервалы допустимых значений в соответствии с сортом, полученные в результате накопления и статической обработки результатов испытаний глины. В разделе «Методы контроля» приведены ссылки на действующие стандарты, содержащие методики испытаний по вышеперечисленным показателям качества.



Рисунок 2 – Месторождение тугоплавких глин



Рисунок 3 – Ригельный кирпич

При разработке нормативного документа на ригельный кирпич в раздел «Технические требования к продукции» вошли следующие показатели качества: предельные отклонения от номинальных размеров; наибольшее отклонение от плоскости граней изделий; наличие выемок на постели, ложке или тычке для размещения клейм, штампов, оттисков, гравировки; требования к «дефектам-эффектам» ручной формовки; наличие высолов; наличие известковых включений; виды и количество дефектов внешнего вида; классы по средней плотности изделий; теплотехнические характеристики изделий; водопоглощение; скорость начальной абсорбции воды опорной поверхностью; значение предела прочности при изгибе; марки по морозостойкости. В отличие от требований ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия» для ригельного кирпича приняты предельные отклонения от номинальных размеров, мм: по длине ± 10 ; по ширине ± 5 ; по толщине ± 4 . За счет формы изделий также изменены требования к наибольшему отклонению от плоскости граней изделия – значение не должно превышать 15 мм по наибольшему значению просвета между постелью изделия и поверхностью. В раздел «Методы контроля» внесена разработанная нами методика определения отклонения от плоскостности именно для данного вида продукции: Отклонение от плоскостности изделия определяют по наибольшему зазору между постелью образца и металлической или стеклянной пластиной, на которую образец помещается в естественном виде. Зазор определяется с помощью металлической линейки или щупа для двух постелей изделия. За результат измерения принимается значение наибольшего зазора. Погрешность измерения ± 1 мм.

Нормативно-технический документ на продукцию – сырье или изделия, содержащий технические требования с указанием подтвержденных значений, описывающий методы испытания применительно к данной продукции, и другие обязательные разделы, необходимый инструмент для развития керамической отрасли, начиная с поиска и разведки новых месторождений и заканчивая эксплуатацией объектов из керамических материалов.

Библиографический список

1. Терехина Ю.В. К вопросу расширения сырьевой базы для стеновой керамики // Перспективы развития фундаментальных наук. Сборник научных трудов XIX МПК студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2022. С. 75-77.
2. Котляр В.Д., Терехина Ю.В., Алмазов С.М., Котляр А.В., Яценко Р.А. Глины Малоархангельского месторождения – перспективное сырье для керамических материалов // Строительные материалы. 2021. № 9. С. 8-13.
3. Явруян Х.С., Котляр А.В., Гайшун Е.С., Гайшун А.С. Общая характеристика терриконигов Восточного Донбасса и продуктов их переработки как сырья для производства изделий стеновой керамики // Строительные материалы. 2021. № 12. С. 23-27.
5. Актс Д.В., Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А. Стеновые керамические материалы объемного окрашивания с матричной структурой // Строительные материалы. 2021. № 12. С. 9-16.
6. Guryeva V.A., Doroshin A.V., Dubineckij V.V. Ceramic bricks of semi-dry pressing with the use of fusible loams and non-traditional mineral raw materials // Solid State Phenomena. 2020. T. 299. С. 252-257.
7. Масленникова Л.Л., Славина А.М. Керамический кирпич с использованием гранулированного доменного шлака // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 10 (1034). С. 60-61.
8. Лазарева Я.В., Лапунова К.А., Орлова М.Е. Керамическая черепица из аргиллитов как элемент рурф-дизайна в облике современных мегаполисов // Строительные материалы. 2021. № 4. С. 42-46.

Сведения об авторах:

Котляр Владимир Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы», ФГБОУ ВО «ДГТУ»

Терехина Юлия Викторовна – старший преподаватель кафедры «Строительные материалы», ФГБОУ ВО «ДГТУ».

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ

Карпиков Е.Г., Лукутцова Н.П., Романова Е.Р., Панфилова А.А.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,
г. Брянск, Российская Федерация, johnjk@mail.ru

В работе обоснована возможность получения мелкозернистого бетона (МЗБ) с повышенными физико-механическими показателями путем модификации его структуры высокодисперсной добавкой на основе природного силиката кальция – волластонита. При помощи метода центрального композиционного ортогонального плана полного факторного эксперимента выявлен рациональный состав модификатора, а так же установлены характеристики, получаемого на его основе МЗБ, с прочностью при изгибе 3 МПа, при сжатии 56 МПа и плотностью 2345 кг/м³.

Ключевые слова: волластонит, мелкозернистый бетон, метод центрального композиционного ортогонального плана полного факторного эксперимента, прочность.

В настоящее время требования к прочности, долговечности и надежности строительных материалов возрастают. Главной причиной этого становится постоянно расширяющаяся область применения бетона. Важным направлением в повышении его строительно-эксплуатационных характеристик является создание структурно-армированных цементных композитов [1, 2]. К наиболее перспективным способам их получения относится микро- и наноармирование [3-6]. В работе, в качестве структурно-армирующего компонента, предлагается использование природного силиката кальция волластонита $\text{Ca}_3(\text{Si}_3\text{O}_9)$, который обладает вытянутой по длине формой кристаллов, образующих при раскалывании зерна игольчатой формы средним размером 200 мкм [7].

В современном строительном материаловедении получение бетонов с заданными свойствами тесно связано с необходимостью установления закономерностей изменения физико-механических параметров в зависимости от состава бетона и применяемых модификаторов, а так же дальнейшего прогнозирования в изменении его характеристик. Одним из методов, позволяющих выполнить такие исследования, является центральный композиционный ортогональный план полного факторного эксперимента [8].

Целью работы является исследование и прогнозирование физико-механических свойств мелкозернистого бетона, модифицированного высокодисперсной добавкой на основе природного силиката кальция - волластонита.

Для получения высокодисперсной добавки на основе волластонита применялись:

- волластонит М325 производства компании Nucominerals (США), модальным диаметром частиц 13 мкм, соответствующий требованиям ТУ 5777-006-40705684-2003;
- анионное поверхностно-активное вещество нафталин-формальдегидного типа суперпластификатор С-3 производства ООО «РоссПолимер» (г. Москва, Российская Федерация), соответствующий требованиям ТУ 5745-001-97474489-2007.

Исходный волластонит предварительно размалывали до размеров частиц с модальным диаметром 10 мкм в шаровой мельнице в присутствии интенсификатора механической обработки С-3, в течение 30 минут. Высокодисперсную добавку получали методом ультразвукового диспергирования (УЗД) подготовленного волластонита в активаторе ванного типа УЗВ-13/150-ТН-РЭЛТЕК при частоте 35 кГц, в водной среде стабилизатора суспензии С-3, в течение 15 минут. Модальный диаметр частиц волластонита после УЗД составлял 0,406 мкм.

Для изучения влияния высокодисперсной добавки с волластонитом на свойства МЗБ, приготовленного с использованием цемента марки ЦЕМ I 42,5Н ОАО «Белорусский цементный завод», использовался центральный композиционный ортогональный план полного факторного эксперимента. Для этого готовили образцы МЗБ размером 40×40×160 мм, которые испытывали при помощи стандартных методик согласно действующей нормативной документации.

Математической моделью процесса является функция, связывающая параметры оптимизации: прочности при изгибе и сжатии через 3 и 28 суток твердения с переменными факторами содержания интенсификатора механической обработки волластонита – С-3 (X_1), стабилизатора суспензии механически-подготовленного волластонита (X_2) – С-3+Волластониит (С3+В) и содержания в суспензии механически-подготовленного волластонита (X_3).

При проведении эксперимента интервалы варьировались в следующих пределах: X_1 – от 10 до 30 %, X_2 – от 10 до 30 %, X_3 – от 2,5 до 7,5 г.

Функции отклика прочности при изгибе через 3 суток ($y_1 = R_{из}^3$) и 28 суток ($y_2 = R_{из}^{28}$), прочности при сжатии через 3 суток ($y_3 = R_{сж}^3$) и 28 суток ($y_4 = R_{сж}^{28}$), а также плотности ($y_5 = \rho_6$) мелкозернистого бетона от влияющих факторов, полученные при помощи программы Urofru, описываются следующими уравнениями

$$y_1(R_{из}^3) = 2,96 + 0,11x_1 - 0,21x_2 - 0,31x_3 - 1,23x_1^2 - 0,39x_2^2 - 0,93x_3^2 - 0,01x_1x_2 - 0,03x_1x_3 - 0,06x_2x_3, \quad (1)$$

$$y_2(R_{из}^{28}) = 2,37 - 0,21x_1 - 0,31x_2 - 0,13x_3 + 0,23x_1^2 + 0,18x_2^2 + 0,05x_3^2 - 0,23x_1x_2 + 0,13x_1x_3 - 0,08x_2x_3, \quad (2)$$

$$y_3(R_{сж}^3) = 37,77 - 1,5x_1 + 0,65x_2 + 3x_3 - 5,60x_1^2 + 4,75x_2^2 - 7,40x_3^2 - 3,13x_1x_2 - 5,75x_1x_3 - 1,25x_2x_3, \quad (3)$$

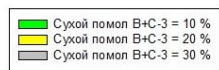
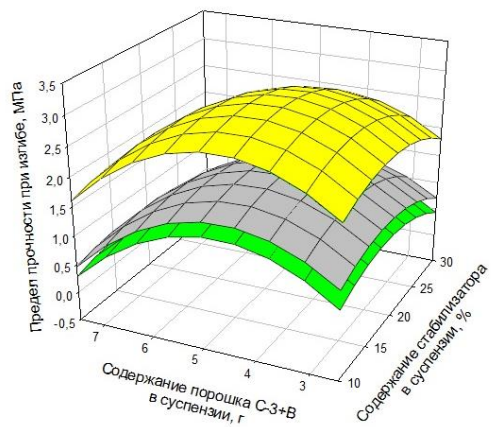
$$y_4(R_{сж}^{28}) = 22,82 - 0,50x_1 - 5,75x_2 - 1,63x_3 + 2,65x_1^2 + 6,4x_2^2 + 3,93x_3^2 + 1,44x_1x_2 + 2x_1x_3 + 4,63x_2x_3, \quad (4)$$

$$y_5(\rho_6) = 2160,20 - 31,50x_1 - 16,20x_2 + 3x_3 - 18,30x_1^2 + 82,20x_2^2 - 8,40x_3^2 - 78x_1x_2 - 8,75x_1x_3 - 26x_2x_3, \quad (5)$$

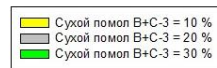
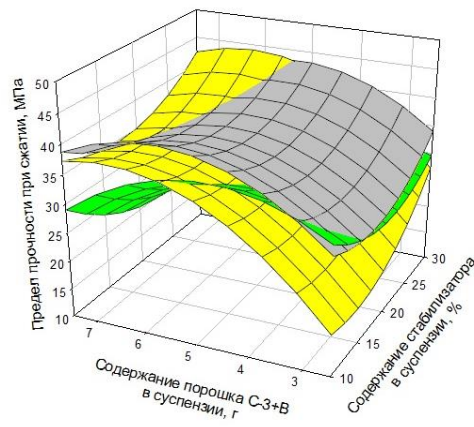
Номограммы зависимостей физико-механических показателей МЗБ от содержания высокодисперсной добавки на основе волластонита М325 производства компании Nucominerals (США) приведены на рисунке 1.

Установлено, что через 28 суток твердения максимальное значение прочности при изгибе, составляющий 3,3 МПа, будет иметь МЗБ, модифицированный высокодисперсной добавкой с содержанием суперпластификатора С-3 в волластоните – 10 % от массы сухого вещества (предварительный помол), и содержанием С-3, как стабилизатора водной суспензии – 10 % от ее объема (УЗД), в то время, как массовая доля механически-подготовленного материала в суспензии составляет 3,1 г (рисунок 1 в). Ускорение набора прочности при изгибе показывает, что наиболее оптимальным является состав высокодисперсной дисперсной добавки на основе волластонита с содержанием X_1 – 20 %, X_2 – 30 %, X_3 – 5 г, который позволят получить наиболее прочный МЗБ при изгибе в ранние сроки (3 суток) твердения – 2,9 МПа и поздние (28 суток) – 3 МПа (рисунок 1 а, в).

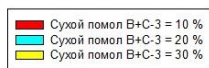
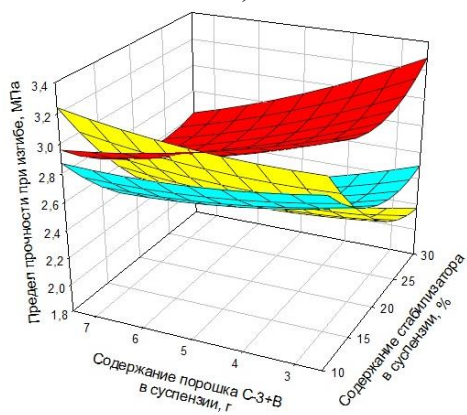
Наиболее высокую прочность при сжатии через 28 суток естественного твердения, составляющую 56 МПа, МЗБ, модифицированный высокодисперсной добавкой на основе волластонита, показывает при содержании С-3 в процессе механической подготовки в количестве 20 % от массы волластонита, С-3 в качестве стабилизатора водной суспензии при УЗД – 30 % от ее объема, с массовой долей, предварительно механически-подготовленного материала в суспензии – 5 г (рисунок 1 г), что соответствует наиболее рациональному составу высокодисперсной добавки, способствующему получению МЗБ с наилучшими показателями прочности при изгибе. При этом динамика набора прочности при сжатии в ранние сроки твердения (3 суток) достигает максимального значения 39,9 МПа с добавкой состава X_1 – 30 %, X_2 – 10 %, X_3 – 2,5 г. Однако через 28 суток твердения данный состав имеет прочность 54 МПа (рисунок 1 б), что соответствует максимальной плотности модифицированного МЗБ 2345 кг/м³ (рисунок 1 д), в то время как МЗБ, модифицированный добавкой с оптимальным составом (X_1 – 20 %, X_2 – 30 %, X_3 – 5 г,) имеет плотность 2328 кг/м³.



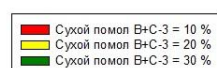
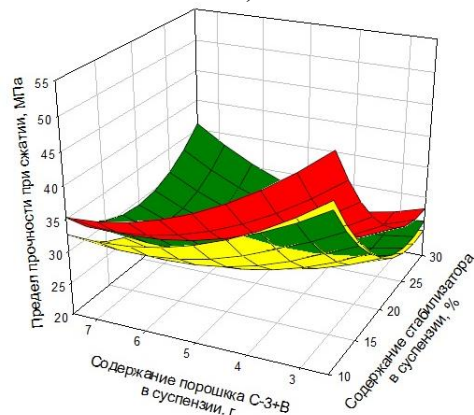
а)



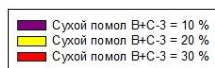
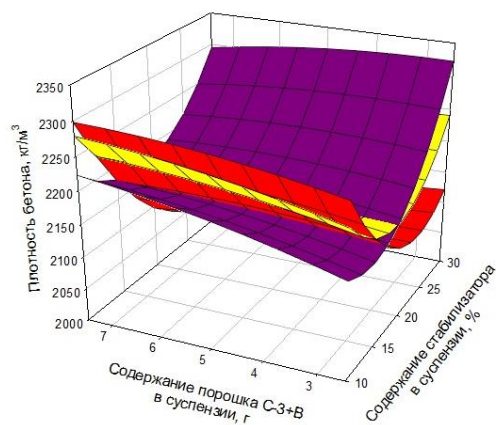
б)



в)



г)



д)

а – изгиб 3 суток, б – сжатие 3 суток, в – изгиб 28 суток, г – сжатие 28 суток,

д – ПЛОТНОСТЬ

Рисунок 1 – Номограммы физико-механических характеристик МЗБ, модифицированного высокодисперсной добавкой на основе волластонита, от содержания в суспензии стабилизатора С-3 и механически-подготовленного волластонита

Таким образом, в результате проведения центрального композиционного ортогонального плана полного факторного эксперимента, установлено, что применение, предварительно подготовленного в шаровой мельнице, совместно с С-3 – 20 %, волластонита, прошедшего УЗД в активаторе ванного типа в течение 15 мин, в присутствии стабилизатора водной суспензии С-3 в количестве 30 % от ее объема, в то время, как массовая доля предварительно механически подготовленного материала в суспензии составляет 5 г, способствует получению МЗБ, приготовленного с использованием цемента марки ЦЕМ I 42,5Н ОАО «Белорусский цементный завод», с прочностью при изгибе 3 МПа, при сжатии 56 МПа и плотностью 2345 кг/м³.

Библиографический список

1. Лукутцова, Н.П. Эколого-экономическая оценка сырьевой базы промышленности строительных материалов [Текст] / Н.П. Лукутцова, В.М. Кожухар // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2004. – № 8 (548). – С. 70-75.
2. Лукутцова, Н.П. Экологическая безопасность наномодифицирующих добавок для композиционных строительных материалов [Текст] / Н.П. Лукутцова, А.А. Пыкин, С.Н. Головин, Е.Г. Боровик // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2016. – № 10. – С. 16-20.
3. Evelson, L. Application of statistical and multi fractal models for parameters optimization of nano-modified concrete [Текст] / L. Evelson, N. Lukuttsova // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10. – No. 5. – P. 12363-12370.
4. Баженов, Ю.М. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона [Текст] / Ю.М. Баженов, Н.П. Лукутцова, Е.Г. Матвеева // Вестник МГСУ. – 2010. – № 4-2. – С. 415 – 420.
5. Лукутцова, Н.П. Наномодифицированный мелкозернистый бетон [Текст] / Н.П. Лукутцова, Е.Г. Матвеева // Вестник МГСУ. – 2009. – № 53. – С. 84.
6. Кулеш, И.А. Оценка агрегативно-седиментационной устойчивости высокодисперсных добавок для бетона и раствора [Текст] / И.А. Кулеш, О.Е. Антоненкова, Н.П. Лукутцова, А.Г. Устинов, А.В. Суглобов // Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова: сб. науч. трудов. – 2015. – С. 312 – 321.
7. Lukuttsova, N.P. Highly-dispersed wollastonite-based additive and its effect on fine concrete strength [Текст] / N.P. Lukuttsova, E.G. Karpikov, S.N. Golovin // Solid State Phenomena. – 2018. – Vol. 284. – P. 1005 – 1011.
8. Evelson, L. Some practical aspects of fractal simulation of structure of nano-modified concrete [Текст] / L. Evelson, N. Lukuttsova // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10. – No. 19. – P. 40454 – 40456.

Сведения об авторах:

Карпиков Евгений Геннадиевич – старший преподаватель кафедры «Производство строительных конструкций», строительный институт, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Лукутцова Наталья Петровна – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Производство строительных конструкций», строительный институт, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Романова Евгения Руслановна – магистрант кафедры «Производство строительных конструкций», строительный институт, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Панфилова Анастасия Александровна – магистрант кафедры «Производство строительных конструкций», строительный институт, ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

ВЛИЯНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР НА СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА

Бастрыгина С.В.

Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты, Россия, s.bastrygina@ksc.ru

Приведены результаты исследований влияния алюмосиликатных микросфер на основные свойства жаростойкого вермикулитобетона. Установлено, что замена цемента от 20 до 50% микросферами улучшает теплофизические характеристики бетона, что позволяет его использовать в качестве теплоизоляционного слоя в ограждающих конструкциях зданий. В технологии жаростойких бетонов замена цемента микросферами до 50% позволит значительно сэкономить цемент, способствуя ресурсо- и энергосбережению.

Ключевые слова: вспученный вермикулит, алюмосиликатные микросферы, жаростойкий вермикулитобетон

Одним из видов техногенных добавок, которые в последнее время находят все большее применение, являются алюмосиликатные микросферы – легкая фракция золы уноса, представляющая собой мелкодисперсный сыпучий порошок, состоящий из полых тонкостенных частиц сферической формы алюмосиликатного состава диаметром в среднем от 20–50 до 400–500 мкм. Микросферы, благодаря своим уникальным свойствам (малая плотность, низкая теплопроводность, термостойкость, высокая прочность, текучесть, химическая инертность), широко применяются во многих отраслях промышленности: при производстве пластмасс, керамики, особо легких, теплоизоляционных и жаростойких бетонов, тампонажных материалов для нефтяных скважин, буровых растворов, взрывчатых веществ и др. [1 – 5]. Изделия с добавлением микросфер обладают повышенной износостойкостью и прочностью, низкой плотностью и высокими изоляционными свойствами.

Одним из важных качеств микросфер является их пуццоланическая активность, т.е. способность вступать в реакцию с продуктами гидратации цемента [6, 7], в результате чего происходит связывание части $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в низкоосновные гидросиликаты кальция.

Задача исследования заключалась в улучшении теплофизических свойств жаростойкого вермикулитобетона за счет использования алюмосиликатных микросфер (АСМ), применение которых в данном виде бетона до настоящего времени не рассматривалось.

Основными материалами для разработки бетона являлись: вспученный вермикулит Ковдорского месторождения фр. 2-4 мм насыпной плотностью 115 кг/м^3 ; портландцемент СЕМ I 52.5Н (г. Стерлитамак). Расход портландцемента был одинаковым для всех составов и составлял 300 кг/м^3 бетона, вермикулита – 115 кг/м^3 и корректировался по объему. В работе использовали АСМ производства ООО «Экосфера» (г. Новосибирск). Микросферы были отобраны с водной поверхности золоотвала Новосибирской ТЭЦ-5, работающей на кузнецких углях марок Г и Д. Химический состав микросфер, мас. %: SiO_2 – 62.72, Al_2O_3 – 19.65, Fe_2O_3 – 2.96, CaO – 1.82, MgO – 1.62, TiO_2 – 0.91, Na_2O – 1.29, K_2O – 3.02, С – 0.20, п.п.п. – 0.43. Насыпная плотность 420 кг/м^3 , истинная – 2.31 г/см^3 , удельная поверхность, определенная на приборе ПСХ-8 составляет $406 \text{ м}^2/\text{кг}$. Гранулометрический состав АСМ: более 0.4 мм – 0.30%, 0.4-0.315 мм – 0.98%, 0.315-0.16 мм – 42.48%, 0.16-0.125 мм – 24.54%, 0.125-0.08 мм – 24.22%, 0.08-0.063 мм – 3.68%, менее 0.063 мм – 3.80%. Структура АСМ представлена стеклянными полыми шариками диаметром от 0.015 до 0.350 мм с толщиной стенок от 1 до 30 мкм. Эффективная удельная активность естественных радионуклидов $194 \pm 14 \text{ Бк/кг}$. Микросферы вводились в состав бетона в количестве 20, 25, 30, 40, 50 мас. % взамен соответствующей части цемента.

Разработанные бетоны испытывались на соответствие требованиям ГОСТ 20910-2019 «Бетоны жаростойкие. Технические условия». Основные свойства бетона приведены в таблице.

Таблица – Основные свойства жаростойкого вермикулитобетона

Содерж. АСМ, мас. %	Прочность на сжатие после ..., МПа		Плотность, кг/м ³	Остаточная прочность при 800°С, %	Усадка при 800°С, %	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)
	пропарки и сушки	28 сут./класс бет.				
0	4.58	6.76/B5	748	45.0	2.99	0.200
20	3.23	4.45/B2.5	622	36.6	1.80	0.164
25	2.84	3.58/B2	560	36.1	1.73	0.155
30	2.60	3.27/B2	540	35.7	1.60	0.151
40	1.52	2.40/B1.5	526	40.9	1.49	0.150
50	1.36	1.74/B1	498	45.3	1.38	0.147

Анализ полученных результатов показал, что замена до 50% цемента микросферами приводит к снижению прочности бетона с класса В5 до класса В1.

Показатели плотности оценивались после режима пропаривания (п/п), пропаривания и сушки (п/п+с.), после обжига (п/о) и после обжига и выдержки над водой (п/о+в.). Изменения плотностных показателей бетона можно проследить на рисунке 1. Установлено, что плотность бетона без АСМ после режима пропарки составляет 1110 кг/м³. Введение микросфер позволяет снизить этот показатель до 860-935 кг/м³. Максимальное снижение плотности наблюдается после высушивания бетона при 100°С. Вермикулит является высокопористым материалом и его водопоглощение составляет 400%. Сушка позволяет снизить плотность бетона практически в 2 раза. Наименьшее значение плотности после высушивания имеет состав с 50% заменой цемента – 500 кг/м³, наибольшее – состав без микросфер 750 кг/м³. После обжига при 800°С плотность бетона всех составов уменьшается примерно на 80 кг/м³. После выдержки над водой вермикулитовый заполнитель начинает поглощать влагу, и плотность его увеличивается. Наибольшее увеличение плотности наблюдается у состава без микросфер.

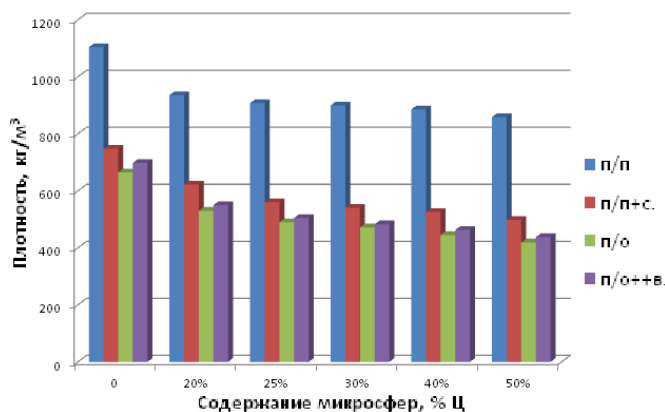


Рисунок 1 – Зависимость плотности бетона от количества микросфер

Как известно, жаростойкие бетоны подвергаются нагреванию до высоких температур непосредственно в тепловом агрегате и при этом испытывают усадку, состоящую из усадки при высушивании (воздушной) и усадки после нагревания (огневой).

Усадка жаростойкого бетона, обусловленная усадкой цементного камня, которая с повышением температуры нагрева пропорционально растет, также зависит от расхода и вида цемента, условий твердения, водовязущего отношения и др. Самые высокие значения усадочных деформаций отмечаются у вермикулитобетона. Объясняется это высокой пористостью и водопоглощением вспученного вермикулита, и необходимостью введения значительного количества воды для приготовления удобоукладываемой смеси. Усадка замерялась после высушивания бетона и после обжига при 800°С. Согласно требований ГОСТ, значения огневой усадки не должны превышать 1.5%.

После высушивания бетоны всех составов имеют невысокую усадку: максимальное значение 0.6% у состава без АСМ, минимальное 0.2% - у состава с 50% заменой цемента. После обжига вермикулитобетон без микросфер имеет усадку в 2 раза выше допустимых значений – 3%. Введение микросфер снизило этот показатель до 1.8% при замене 20% цемента, до 1.6% – при замене 30%. Составы с содержанием микросфер 40 и 50% имеют усадку после обжига в пределах допустимых значений – 1.49 и 1.38%, соответственно (рисунок 2).

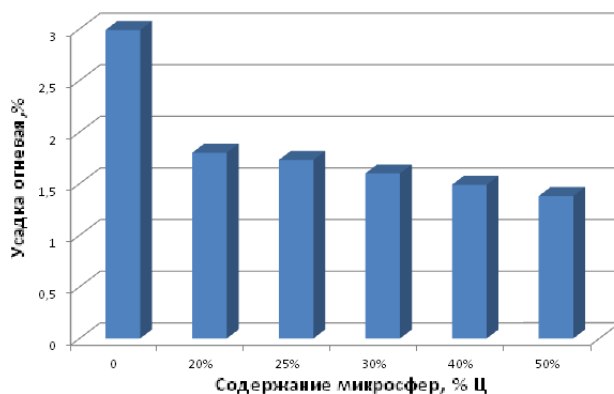


Рисунок 2 – Зависимость усадки бетона от количества микросфер

Важным показателем теплоизоляционных бетонов является его теплопроводность, которая зависит от плотности, влажности и структуры бетона. Введение микросфер в состав бетона позволило снизить коэффициент теплопроводности на 18-27% по сравнению с составом без АСМ (рисунок 3).



Рисунок 3 – Зависимость коэффициента теплопроводности бетона от количества микросфер

На долговечность изделий из жаростойкого бетона классов И8-И18 по предельно допустимой температуре применения большое влияние оказывает их прочность после нагрева до 800°C, так называемая остаточная прочность ($R_{ост}$). Именно в это время происходит удаление влаги из бетона, стабилизируется его структура, наблюдается дегидратация минералов цементного камня, появляются большие структурные напряжения. В связи с этим 800°C является критической температурой и служит для контроля свойств жаростойкого бетона. Для определения остаточной прочности образцы бетона обжигались в течение 4 часов при 800°C, потом выдерживались 7 дней над водой и затем испытывались на прочность. $R_{ост}$ характеризовалась процентным отношением прочности бетона после нагрева и выдержки над водой к прочности бетона в проектном возрасте. Согласно ГОСТ 20910-2019, значения $R_{ост}$ должны быть не ниже 30%.

Учитывая, что вспученный вермикулит обладает повышенным водопоглощением, было изучено изменение остаточной прочности вермикулитобетона с микросферами непосредственно после обжига (п/обжиг), а также после обжига и дальнейшей выдержки над водой (п/обж.+H₂O). Результаты приведены на рисунке 4.

Как видно из представленных данных, после обжига при введении микросфер наблюдается плавная потеря прочности.

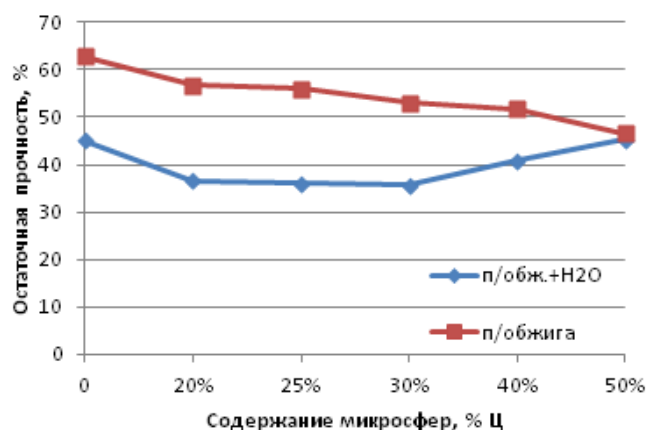


Рисунок 4 – Зависимость остаточной прочности бетона от количества микросфер

Остаточная прочность бетона без микросфер составляет 63%, с микросферами – снижается до 47%. Выдержка образцов над водой приводит к появлению трещин и резкому снижению остаточной прочности. Потеря прочности для состава без микросфер составляет 28%, с заменой 20-30% цемента – 35%. При введении 40% АСМ спад прочности замедляется, а при введении 50% отсутствует совсем. Следует отметить, что остаточная прочность состава без микросфер и состава с 50% заменой цемента после обжига и выдержки над водой практически совпадает.

Несмотря на то, что все бетонные образцы имеют остаточную прочность выше нормируемого показателя 30%, выдержавшим испытание является только состав бетона с 50% заменой цемента, т.к. только на нем отмечалось отсутствие трещин.

Таким образом, проведенными исследованиями показана целесообразность использования алюмосиликатных микросфер в технологии вермикулитобетона, что значительно расширяет области его применения. Введение микросфер способствует значительному снижению плотности, теплопроводности и усадочных деформаций бетона, что позволяет его использовать в качестве теплоизоляционного слоя в ограждающих конструкциях зданий. Замена цемента микросферами до 50% в технологии жаростойких бетонов позволит значительно сэкономить цемент, способствуя ресурсо- и энергосбережению.

Библиографический список

1. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Полые микросферы – эффективный наполнитель для высокопрочных легких бетонов // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – №10. – С.80-83.
2. Смородинов В.В. Куда девать золу? – проблема переработки золошлаковых отходов. Интернет ресурс: <https://www.prostroy.mat.ru>
3. Данилин Д.Д. Полые микросферы из зол-уноса – многофункциональный наполнитель композиционных материалов / Цемент и его применение. – 2012. – № 4. – С.100-105.
4. Орешкин Д.В., Беляев К.В., Семенов В.С. Полые стеклянные микросферы и прочность цементного камня // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – № 11. – С.45-47.
5. Процессы образования и основные свойства полых алюмосиликатных микросфер в золах-уноса тепловых электростанций // В.С.Дрожжин, М.Я.Шпирт, Л.Д.Данилин и др. // Химия твердого тела. – 2008. – №2. – С.53-66.
6. Исследование алюмосиликатных микросфер из золы-уноса электростанций, использующих угли Кузбасса /З.Р.Исмагилов, Н.В.Шикина, Н.В.Журавлева и др. // Химия твердого топлива. – 2015. – № 4. – С.49-57.
7. Саградян А.А., Зимакова Г.А. Исследование пуццоланической активности зольных микросфер // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 2. – С.43–47.

Сведения об авторах:

Бастрыгина Светлана Валентиновна – с.н.с., к.т.н., ИХТРЭМС КНЦ РАН

МОДИФИКАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БЕТОНОВ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО КОМПОНЕНТА

Когай А.Д., Дмитриева М.А., Пузатова А.В.

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»,
г. Калининград, Россия, ad.kogai@yandex.ru

В настоящей работе определен оптимальный режим подготовки активированной смеси на основе специального цемента и песка определенной гранулометрии. Проведена оценка качеств модификатора на предмет сохраняемости свойств методами прочностных испытаний и калориметрического анализа. Получен многокомпонентный бетон с улучшенными физико-механическими показателями, модифицированный тонкомолотой цементно-песчаной композицией оптимального содержания.

Ключевые слова: цемент, бетон, механическая активация, аддитивные технологии, модификатор, калориметрический анализ.

Развитие аддитивных технологий в строительстве смещает критерии применимости современных цементных бетонов на вопросы регулирования кинетики их твердения. Подобные требования исходят из особенностей беспалубочного возведения зданий методами 3D печати, в соответствии с которыми каждый слой, наносимый с помощью экструдера, должен обладать формоустойчивостью, необходимой начальной прочностью и оптимальными сроками схватывания для обеспечения сцепления между слоями и, как следствие, долговечности возводимой конструкции. Требования к обеспечению таких характеристик способствуют развитию новых технологических подходов к созданию строительных материалов.

В решении современных вопросов строительного материаловедения большое внимание уделяется нанотехнологиям. Так, для обеспечения необходимых физико-механических характеристик бетонных смесей их состав проектируют с учетом наномодификаторов различного спектра действия [1-3]. Однако их повсеместное применение при создании бетона ограничивается высокой стоимостью таких добавок, учитывая и логистические затраты для отдаленных районов строительства. Поэтому актуальным направлением является развитие потенциала исходных компонентов смеси, составляющих основу мелкозернистого бетона.

Обращение к аспектам и особенностям структурообразования композита, основанных на использовании внутреннего потенциала самой системы, подчеркивает важность повышения качества исходных материалов и их реакционной способности для достижения заданных эксплуатационных характеристик. Так, учитывая особенности гидратации цементных частиц и роль мелкого заполнителя в формировании пространственного каркаса, применяются различные методы активации, заключающиеся в диспергировании цементно-песчаной смеси.

Механическая активация представляет собой интенсивное механическое воздействие на компоненты смеси, которое способствует снижению порога инициирования реакций. Создание тонкомолотого активированного компонента путем совместной механической активации цемента и песка должно объединить все преимущества раздельного диспергирования компонентов. Применение подобных порошковых смесей с эффектом наночастиц должно обеспечить нарастание ранней прочности бетона – необходимого условия применимости материала в целях 3D строительной печати.

На основании ранее проведенных исследований [4,5], а также анализе международного опыта проектирования состава мелкозернистых бетонных смесей, пригодных для 3D печати [6-9], был подобран состав, соответствующий необходимым условиям аддитивных технологий. Расход компонентов на 1 м³ бетонной смеси следующий: цемент – 545,3 кг; песок – 1168 кг; микрокремнезем – 156 кг; метакаолин – 78 кг; гиперпластификатор Stachement 1267 – 11,7 л; фиброволокно – 1,09 кг.

Для создания цементно-песчаной композиции использовался портландцемент марки М500 и кварцевый песок с модулем крупности 3,2. С целью формирования максимально плотной структуры бетонного камня были отобраны определенные фракции песка: 70% – 1,25 мм и 30% – 0,315, Крупная фракция мелкого заполнителя должна создать жесткий скелет в теле композита, а мелкая – максимально заполнить поры, способствуя улучшению качества структуры.

Экспериментальные составы формировались исходя из различной степени замещения цементно-песчаной смеси активированным цементно-песчаным компонентом: 1й состав – контрольный; 2й состав – 50% активированной и 50% неактивированной смеси; 3й состав – 75% активированной и 25% неактивированной смеси; 4й состав – 100% активированная композиция.

Исходная цементно-песчаная смесь подвергалась сериям механической активации в шаровой планетарной мельнице Retsch Emax при 500, 750 и 1000 об/мин в течение 5 минут. Эффективность помола оценивалась по результатам определения удельной поверхности полученной композиции, так неактивированная цементно-песчаная смесь характеризовалась удельной поверхностью 310 см²/г. После активации при 500 об/мин – 500 см²/г, при 750 об/мин – 849 см²/г, а при 1000 об/мин – 1191 см²/г. Таким образом, диспергирование цементно-песчаной смеси в течение 5 минут при 1000 об/мин способно увеличить удельную поверхность частиц почти в 4 раза. Данный режим был принят в настоящем исследовании в качестве основного.

Бетонные смеси создавались из подготовленных компонентов в указанных пропорциях при В/Ц отношении 0,73-1,1, т.к. связи с увеличением удельной поверхности частиц активированной композиции происходил рост водопотребления сухих компонентов и, как следствие, водоцементного отношения. Полученная бетонная смесь укладывалась в стальные формы, предназначенные для изготовления лабораторных образцов – кубов 20x20x20 мм.

Начальная прочность образцов при сжатии определялась в возрасте 30, 45, 60, 75 и 90 минут. Определение физико-механических характеристик бетона на ранних сроках твердения имеет особую актуальность в сфере аддитивных технологий. В 3D строительстве экструдированный слой бетонной смеси должен набирать свою прочность таким образом, чтобы схватиться с нижележащим слоем, выдержать вес вышележащего слоя без деформации, при этом бетонный раствор не должен начать схватываться внутри экструдера. Для проведения прочностных испытаний была применена универсальная испытательная машина ElectroPuls E100. Полученные данные приведены на рисунке 1.

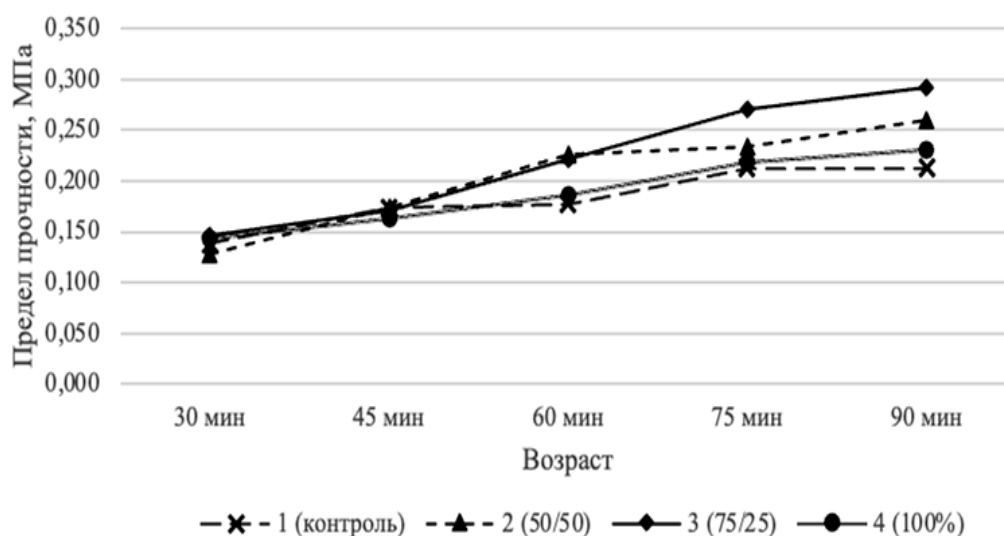


Рисунок 1 – Кинетические кривые роста прочности

Исходя из данных, представленных на графике, можно заключить, что введение в состав тонкомолотой цементно-песчаной смеси способствует росту начальной прочности бето-

на в любой дозировке. Наиболее отчетливо тенденции изменения прочностных характеристик прослеживаются после 60 минут созревания. Наибольший прирост прочности характерен для состава №3 при замене 75% цементно-песчаной смеси активированным компонентом, что может быть обусловлено формированием максимально плотной упаковки частиц в бетонной матрице и, как следствие, наиболее продуктивной взаимной работой всех компонентов. Преимущество дозированного ввода активированного компонента в сравнении с полным замещением им цементно-песчаной смеси может быть объяснено наличием определенного количества крупных фракций песка, имеющих в исходной смеси и выполняющих функцию каркаса жесткости.

Так, эффективность модификатора, введенного в дозировке 75% составила 37,74%, продемонстрировав прирост прочности в возрасте 90 минут до 0,292 МПа, в то время как контрольный состав достиг лишь 0,212 МПа.

С возможностью использования активированной цементно-песчаной композиции в качестве модификатора важно оценить срок сохранения ее свойств. Для оценки сохранения активности цементно-песчаной смеси в различные моменты времени был произведен калориметрический анализ системы в соответствии с ГОСТ 310.5-88 «Цементы. Метод определения тепловыделения». Данный метод позволяет изучить кинетику реакции гидратации цемента, анализируя термодинамику протекания твердения раствора. Калориметрия является методом оперативного прогнозирования прочностных характеристик цементной систем с доказанной корреляцией между тепловыделением и набором прочности [10-12].

Учитывая экзотермический характер гидратации цемента, тепловыделение позволяет оценить стадию завершенности процесса, тем самым установить связь между степенью гидратации и возрастом. Так, учет количества выделившегося тепла возможно использовать для косвенного сравнения прочностных характеристик составов с одинаковым минералогическим составом [12]. В настоящем исследовании проводился анализ динамики тепловыделения составов на цементно-песчаной смеси различного времени хранения для оценки сохранения свойств модификатора.

Для проведения экспериментальной части использовался 8 каналный изотермический калориметр ТАМ Air. Тепловыделение образцов исследовалось на свежей активированной смеси, а также после хранения в течение 7, 14 и 28, 35 и 42 суток. Рассматривался период ранней гидратации в течение 24 часов.

Анализ графиков позволяет оценить интенсивность тепловыделения образцов в заданные моменты времени (см. рисунки 2 и 3). Для составов на основе активированного компонента различного времени хранения не наблюдается заметных изменений их реакционной способности, выходящих за пределы погрешностей, которые были бы продемонстрированы варьированием пикового значения теплового потока.

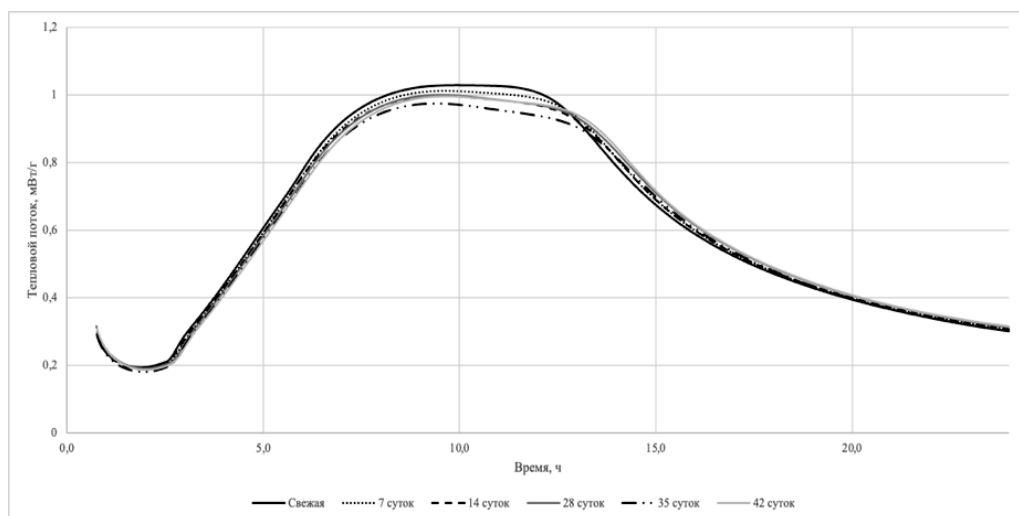


Рисунок 2 – График теплового потока

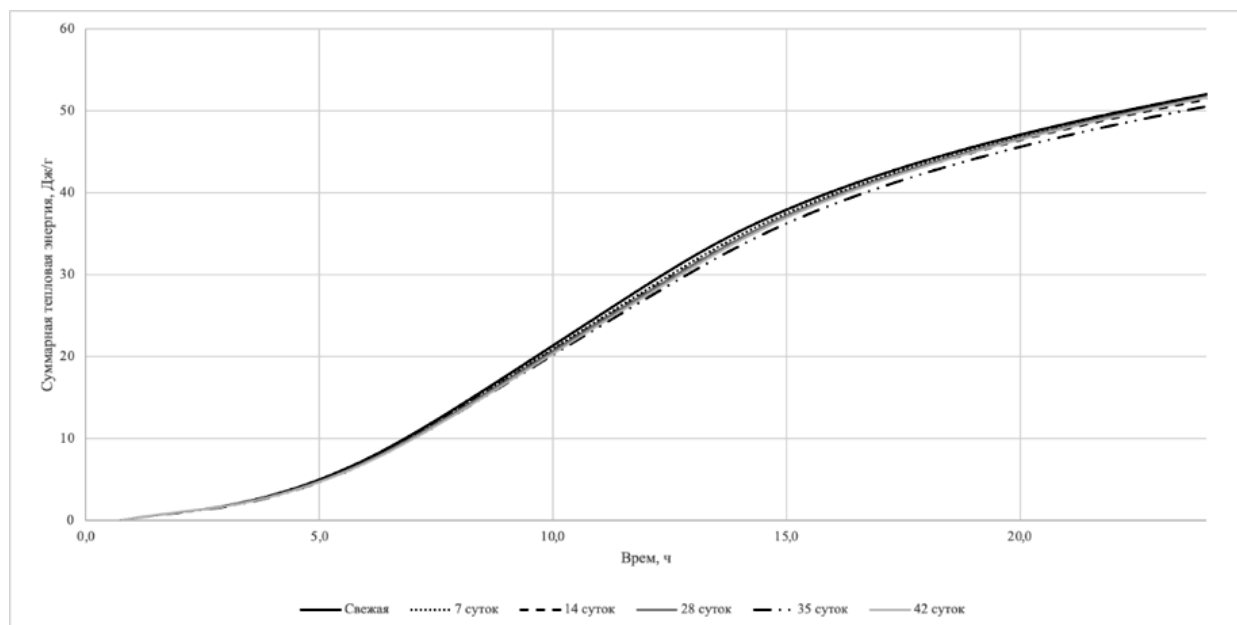


Рисунок 3 – График суммарной тепловой энергии

Таким образом, было доказано сохранение свойств активированной цементно-песчаной смеси в течение 42 суток хранения в герметичном контейнере. Это подтверждает возможность использования полученной тонкомолотой композиции в качестве самостоятельного модификатора для бетонных смесей при соблюдении условий хранения и эксплуатации.

В рамках данной работы была получена высококачественная тонкомолотая цементно-песчаная смесь, произведенная путем совместной механической активации цемента и кварцевого песка определенного гранулометрического состава. Было исследовано влияние данной композиции на механические свойства цементного камня и процесс структурообразования. По результатам прочностных испытаний на начальных сроках твердения определена оптимальная дозировка введения полученного модификатора в количестве 75% от массы исходной цементно-песчаной смеси. Бетон такого состава имеет специфическую структуру, определяемую как частицами с повышенным показателем дисперсности, способствующих интенсификации процессов структурообразования, так и укрупненными фракциями исходного песка, формирующими прочный каркас.

Оценка свойств полученной активированной композиции, осуществленная методами определения прочности при сжатии и калориметрического анализа системы, позволила сделать вывод о сохранении свойств модификатора в полной мере в условиях длительного хранения в герметичной емкости. Полученные результаты подтверждают возможность использования активированной цементно-песчаной смеси в качестве модификатора для бетонных смесей, применяемых, в том числе, в качестве печатающего материала в 3D строительстве.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390001 «Многокомпонентные модификаторы бетонных смесей».

Библиографический список

1. O.A.M. Reales, R.D.T. Filho, A review on the chemical, mechanical and microstructural characterization of carbon nanotubes-cement based composites // *Constr. Build. Mater.* – № 154. – 2017. – p. 697–710.
2. Huigang Xiao, Fengling Zhang, Rui Liu, Rongling Zhang, Zhiguo Liu, Hongxia Liu, Effects of pozzolanic and non-pozzolanic nanomaterials on cement-based materials // *Construction and Building Materials.* – № 213. – 2019. – p. 1-9.
3. Козин А.В. Влияние волластонита на механические свойства бетона / А.В. Козин, Р.С. Федюк, Ю.Ю. Ильинский, С.Б. Ярусова // *Строительные материалы и изделия.* Том 3 – 2020. – №5. – с. 34 – 42.

4. Панфилова А.Д. Материалы для аддитивных технологий / А.Д. Панфилова [и др.] // Дни науки материалы межвузовской научно-технической конференции студентов и курсантов на базе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» – 2019.– с. 372-375.
5. Панфилова А.Д. Подбор состава бетонной смеси для аддитивных технологий / А.Д. Панфилова [и др.] // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2018» — Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс. – 2018.
6. Suvash Chandra Paul, Yi Wei Daniel Tay, Biranchi Panda, Ming Jen Tan. Fresh and hardened properties of 3D printable cementitious materials for building and construction // Archives of Civil and Mechanical Engineering . – volume 18, issue 1 . – 2018. – p. 311-319.
7. Biranchi Panda, Suvash Chandra Paul, Nisar Ahamed Noor Mohamed, Yi Wei Daniel Tay, Ming Jen Tan. Measurement of tensile bond strength of 3D printed geopolymers mortar // Measurement. – 113. – 2018. – p. 108-116.
8. Noura Khalil, Georges Aouad, Khadija El Cheikh, Sébastien Rémond. Use of calcium sulfoaluminate cements for setting control of 3D-printing mortars // Construction and Building Materials. – 157 . – 2017. – p. 382-391.
9. Biranchi Panda, Suvash Chandra Paul, Lim Jian Hui, Yi Wei Daniel Tay, Ming Jen Tan. Additive manufacturing of geopolymers for sustainable built environment // Journal of Cleaner Production. – 167 . – 2017. – p. 281-288.
10. Wadso L. The Study of Cement Hydration by Isothermal Calorimetry // Building Materials, Lund University, Sweden . – 1995.
11. Bensed J. Some applications of conduction calorimetry to cement hydration // Advances in Cement Research. – 1. – 1987. – p. 35–44.
12. Адамцевич А.О. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения / А.О. Адамцевич, С.А. Пашкевич, А.П. Пустовгар // Инженерно-строительный журнал–2013.–№3.–с.36-42.

Сведения об авторах:

Когай Алина Дмитриевна – аспирант ОНК «Институт высоких технологий», ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта».

Дмитриева Мария Александровна – д.ф.-м.н., профессор ОНК «Институт высоких технологий», ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта».

Пузатова Анастасия Вячеславовна – старший преподаватель ОНК «Институт высоких технологий», ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта».

БЕТОН С ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСЬЮ И ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ

Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Головин С.Н.

ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»,
Брянск, Россия, natluk58@mail.ru

Методом ортогонального центрального композиционного планирования построены математические модели зависимости прочности мелкозернистого бетона от расхода портландцемента, процентного содержания золошлаковой смеси и поликарбоксилатного суперпластификатора. Представлен анализ статистической значимости и адекватности математических моделей по критериям Стьюдента и Фишера. Выполнена оценка эффективности золошлаковой смеси.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, математическая модель, прочность, золошлаковая смесь, поликарбоксилатный суперпластификатор.

Одним из определяющих факторов развития современного бетоноведения является разработка новых ресурсосберегающих технологий производства цементных бетонов и изделий из них с использованием различных промышленных отходов, в частности золошлаковых смесей (ЗШС). Введение оптимального количества ЗШС в цементные бетоны снижает усадку и водопроницаемость, обеспечивает требуемые прочностные характеристики, а также морозо- и коррозионную стойкость. Для ускорения твердения изделий из данного вида бетона рекомендуется его пропаривание [1, 2]. Кроме того, потенциал ЗШС как полифункционального компонента бетонных смесей реализуется значительно полнее при использовании суперпластифицирующих добавок [3].

Проблема утилизации ЗШС особенно актуальна для территорий с ограниченными свободными земельными площадями, высокой плотностью населения и отсутствия минеральных ресурсов. К таким регионам относится Приднестровская Молдавская Республика, в которой функционирует одна из крупных в Восточной Европе Молдавская государственная районная электростанция (МГРЭС) [4]. За время работы МГРЭС на каменном угле образовалась зона из ЗШС объемом более 10 млн. т, применение которых в технологии цементных бетонов может основываться на нормативно-технической документации Российской Федерации.

Целью работы является моделирование состава мелкозернистого бетона (МЗБ) с золошлаковой смесью МГРЭС и поликарбоксилатным суперпластификатором.

Для изготовления образцов МЗБ применялись:

- портландцемент (ПЦ) типа ЦЕМ I, класса прочности 42,5, I группы эффективности при пропаривании, прочностью на сжатие после тепловой обработки более 27 МПа по ГОСТ 31108-2020 (ОАО «Белорусский цементный завод», г. Костюковичи, Республика Беларусь);
- природный кварцевый песок (П) с модулем крупности 1,47 по ГОСТ 8736-2014 (Брянская область);
- кислая золошлаковая смесь (ЗШС) от сжигания антрацита и тощего каменного угля при совместном гидроудалении золы-уноса и шлака с содержанием зольной составляющей свыше 85 % по ГОСТ 25592-2019 (МГРЭС, г. Днестровск, Приднестровье) [5];
- суперпластификатор Master Glenium 115 (СП МГ) на основе эфира поликарбоксилата в виде однородной жидкости плотностью при 20 °С 1050-1090 кг/м³, с водородным показателем pH (6 ± 2) (АО «Международные строительные системы», Московская область);
- питьевая вода по ГОСТ 23732-2011 (Брянская область).

Моделирование состава МЗБ выполнялось методом ортогонального центрального композиционного планирования с помощью компьютерных программ PlanExp B-D13, Excel, Sigma Plot и заключалось в построении математических зависимостей прочности на изгиб ($y_1 - R_{изг}$) и сжатие ($y_2 - R_{сж}$) бетона от расхода ПЦ ($x_1 - 300-500$ кг), процентного содержания ЗШС ($x_2 - 0-40$ %) и СП МГ ($x_3 - 0-2$ %).

Бетонные смеси (марка по распылу конуса Р1) приготавливались следующим образом: загрузка в бетономеситель принудительного действия песка, взятого в массовом соотношении с ПЦ (3:1), и 1/3 части воды; добавление портландцемента, ЗШС и 2/3 части воды без и с суперпластификатором; тщательное перемешивание компонентов до однородной смеси. Испытание на прочность МЗБ проводилось на образцах-балочках размером 4×4×16 см после их тепловлажностной обработки (ТВО) по режиму (3 + 3 + 6 + 2 ч) при температуре изотермической выдержки 80 °С.

Значимость коэффициентов уравнений регрессии оценивалась по критерию Стьюдента:

$$t_i = |b_i| / S \{b_i\}, \quad (1)$$

где b_i – i -й коэффициент ($b_0, b_1, b_2, b_3, b_{11}, b_{22}, b_{33}, b_{12}, b_{13}, b_{23}$);

$S \{b_i\}$ – среднее квадратическое отклонение в определении b_i .

Для выбранного уровня значимости (5 %) и данного числа степеней свободы расчетное значение t_i сравнивалось с табличным $t_{\text{табл}}$. Коэффициент b_i считался незначимым, если t_i менее $t_{\text{табл}}$.

Адекватность уравнений регрессии оценивалась по критерию Фишера:

$$F = S_{\text{ад}}^2 / S_{\text{в}}^2, \quad (2)$$

где $S_{\text{ад}}^2$ – дисперсия адекватности;

$S_{\text{в}}^2$ – дисперсия воспроизводимости в параллельных опытах.

Значения $S_{\text{ад}}^2$ и $S_{\text{в}}^2$ рассчитывались по формулам:

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{m}{N - n_3} \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2; \quad (3)$$

$$S_{\text{в}}^2 = \frac{1}{N(m - 1)} \sum_{u=1}^N \sum_{j=1}^m (y_{uj} - \bar{y}_u)^2, \quad (4)$$

где N – количество опытов в плане эксперимента ($N = 10$);

m – число параллельных измерений в каждом опыте ($m = 3$);

n_3 – количество значимых коэффициентов;

\bar{y}_u – среднее значение прочности МЗБ в u -м опыте;

\hat{y}_u – прочность МЗБ, предсказанная по функции отклика;

y_{uj} – прочность МЗБ в u -м опыте, j -м параллельном измерении.

Расчетное значение F сравнивалось с табличным $F_{\text{табл}}$ для выбранного уровня значимости (5 %) и числа степеней свободы при значимых коэффициентах. При F менее $F_{\text{табл}}$ уравнение регрессии признавалось адекватным.

Эффективность ЗШС по критерию повышения прочности МЗБ как отдельно, так и в комплексе с суперпластификатором, оценивалась согласно требованиям ГОСТ Р 56593-2015 по формуле:

$$K = \frac{R_o}{R_x} \cdot 100, \quad (5)$$

где K – эффективность, %;

R_o – прочность на изгиб (сжатие) МЗБ основного состава (с ЗШС отдельно и с СП МГ);

R_x – прочность на изгиб (сжатие) МЗБ контрольного состава (без ЗШС).

Зависимость прочности на изгиб и сжатие МЗБ от расхода портландцемента, процентного содержания ЗШС и СП МГ описывается следующими математическими моделями (функциями):

$$y_1 (R_{\text{изг}}) = 3,89 + 0,75x_1 + 0,36x_2 + 0,54x_3 - 0,57x_2^2 - 0,51x_3^2 + 0,47x_1x_3 - 0,33x_2x_3; \quad (6)$$

$$y_2 (R_{\text{сж}}) = 34,14 + 10,1x_1 + 1,64x_2 + 8,31x_3 - 2,98x_1^2 - 2,42x_3^2 + 2,1x_1x_2 + 7,89x_1x_3 - 1,73x_2x_3. \quad (7)$$

Представленные уравнения регрессии содержат значимые коэффициенты по критерию Стьюдента (таблица 1) и являются адекватными по критерию Фишера с доверительной вероятностью 95 % (таблица 2).

Таблица 1 – Значимость коэффициентов уравнений регрессии (6, 7) по критерию Стьюдента

Наименование статистического показателя	$y_1 (R_{изг.})$	$y_2 (R_{сж.})$
Дисперсия воспроизводимости в параллельных опытах ($S_{\bar{y}}^2$)	0,07	0,36
Число степеней свободы	20	20
Табличное значение критерия Стьюдента ($t_{табл.}$)	2,09	2,09
Расчетное значение критерия Стьюдента (t_i)	b_0 (3,89) – 15,79 b_1 (0,75) – 7,09 b_2 (0,36) – 3,4 b_3 (0,54) – 5,17 b_{11} (0,08) – 0,37 b_{22} (-0,57) – 2,78 b_{33} (-0,51) – 2,51 b_{12} (0,05) – 0,43 b_{13} (0,47) – 3,78 b_{23} (-0,33) – 2,65	b_0 (34,14) – 61,27 b_1 (10,1) – 42,24 b_2 (1,64) – 6,89 b_3 (8,31) – 34,85 b_{11} (-2,98) – 6,47 b_{22} (-0,22) – 0,48 b_{33} (-2,42) – 5,26 b_{12} (2,1) – 7,39 b_{13} (7,89) – 27,74 b_{23} (-1,73) – 6,08
Незначимость коэффициента (t_i менее $t_{табл.}$)	b_{11} (0,08), b_{12} (0,05)	b_{22} (-0,22)

Таблица 2 – Адекватность уравнений регрессии (6, 7) по критерию Фишера

Наименование статистического показателя	$y_1 (R_{изг.})$	$y_2 (R_{сж.})$
Дисперсия адекватности ($S_{ад.}^2$)	0,1	0,94
Число степеней свободы при значимых коэффициентах	2	1
Табличное значение критерия Фишера ($F_{табл.}$)	3,49	4,35
Расчетное значение критерия Фишера (F)	1,46	2,61
Адекватность уравнения (F менее $F_{табл.}$)	адекватное	адекватное

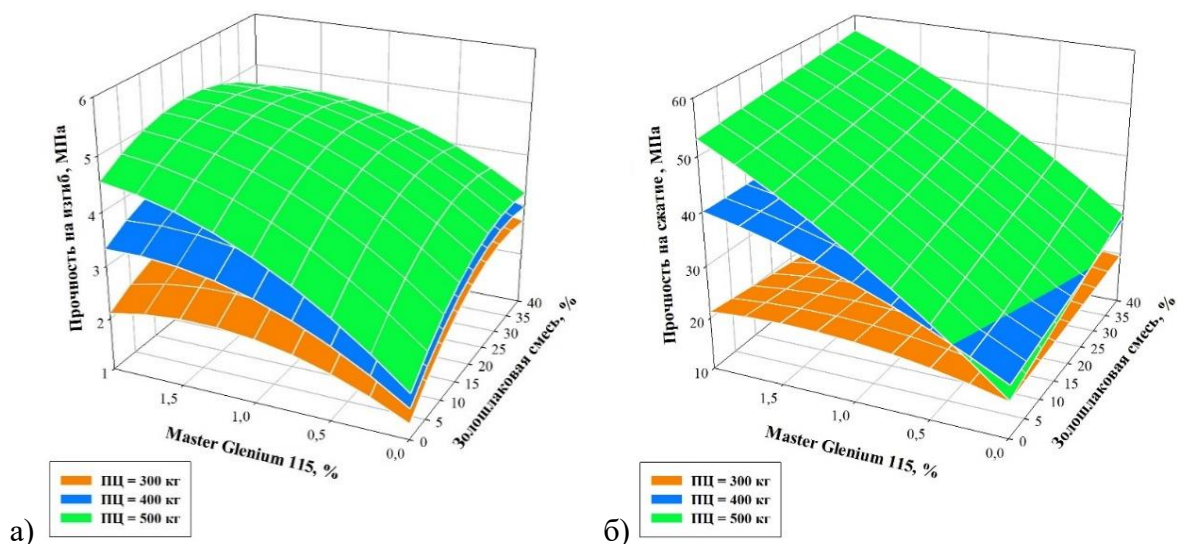


Рисунок 1 – Номограммы зависимости прочности на изгиб (а) и сжатие (б) МЗБ от варьируемых факторов

Из уравнений (6, 7) и номограмм (рис. 1) следует, что максимальные значения прочности на изгиб и сжатие МЗБ в рамках варьируемых факторов достигаются в точках, соответствующих составу с содержанием 40 % ЗШС и 2 % СП МГ при расходе портландцемента, равном 500 кг. Эффективность золошлаковой смеси по критерию повышения $R_{изг.}$ ($R_{сж.}$) со-

ставляет 168 (165) %, а в комплексе с суперпластификатором Master Glenium 115 – 242 (335) % (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность золошлаковой смеси МГРЭС

Состав МЗБ				Средняя плотность, кг/м ³	Прочность после ТВО, МПа		Эффективность, %	
ПЩ, кг	П, кг	СП MG, %	ЗШС, %		на изгиб	на сжатие	R _{изг.}	R _{сж.}
500	1500	0	0	2050	2	17	-	-
		0	40	2082	3	28	168	165
		2	40	2121	5	57	242	335

Таким образом, построены математические модели зависимости прочности мелкозернистого бетона от расхода портландцемента, процентного содержания кислой золошлаковой смеси Молдавской государственной районной электростанции и поликарбоксилатного суперпластификатора. Полученные модели в виде адекватных уравнений регрессии со значимыми коэффициентами позволяют выполнять рецептурно-технологические задачи по ресурсосберегающему изготовлению бетонов плотной структуры на цементном вяжущем и мелком заполнителе с прочностью на изгиб 3-5 МПа, на сжатие 28-57 МПа.

Библиографический список

1. Корнеев, В.И. Перспективы развития общестроительных вяжущих веществ. Геополимеры и их отличительные особенности [Текст] / В.И. Корнеев, А.С. Брыков // Цемент и его применение. – 2010. – № 2. – С. 51-55.
2. Кожухова, Н.И. Фазаобразование в геополимерных системах на основе золы-уноса Апатитской ТЭЦ [Текст] / Н.И. Кожухова, И.В. Жерновский, Е.В. Фомина // Строительные материалы. – 2015. – № 12. – С. 85-88.
3. Херрманн, Е. Свойства теста из цементов с золой-уносом и влияние золы-уноса на взаимодействие цемента с суперпластификаторами [Текст] / Е. Херрманн, Й. Рикерт // Цемент и его применение. – 2017. – № 5. – С. 66-70.
4. Бурменко, Ф.Ю. Перспективы и возможности использования золошлакового сырья Молдавской ГРЭС [Текст] / Ф.Ю. Бурменко, Ю.Ф. Бурменко, С.Л. Чирвина, Т.Ф. Юрова // Вестник Приднестровского университета. Серия: Физико-математические и технические науки. Экономика и управление. – 2019. – № 3 (63). – С. 165-168.
5. Лукутцова, Н.П. Моделирование состава мелкозернистого бетона с золошлаковой смесью и суперпластификатором [Текст] / Н.П. Лукутцова, А.А. Пыкин, Е.Ю. Горностаева, С.Н. Головин, Н.В. Золотухина // Вестник ВСГУТУ. – 2022. – № 2 (85). – С. 71-77.

Сведения об авторах:

Наталья Петровна Лукутцова – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой производства строительных конструкций, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Алексей Алексеевич Пыкин – кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных конструкций, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

Сергей Николаевич Головин – аспирант по направлению 08.06.01 «Техника и технологии строительства» (направленность «Строительные материалы и изделия»), федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный инженерно-технологический университет».

УДК 666.973.6

СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ОПОКИ

Моргун Л.В., Гебру Б.К., Немилостивый А.Г.

ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»,
г. Ростов-на-Дону, Россия, konst-lym@yandex.ru

Отражены актуальность ресурсосбережения в строительстве и практическая потребность XXI века в утилизации минеральных отходов промышленности. Показано, что для достижения целей энергосбережения применяются преимущественно теплоизоляционные газосиликаты, эксплуатационные свойства которых требуют защиты от атмосферных воздействий. Приведены сведения о минералогическом составе опоки, которую использовали в экспериментальных исследованиях и результаты влияния её расхода на среднюю плотность и прочность пено- и фибропенобетонов. Установлено, что опока может быть эффективным сырьем при изготовлении изделий конструкционно-теплоизоляционного назначения.

Ключевые слова: ресурсосбережение, пенобетон, опока, средняя плотность, прочность при сжатии, полипропиленовая фибра

Государственные программы ресурсо- и энергосбережения в строительстве [1] требуют повышения уровня требований к теплотехническим свойствам ограждающих конструкций зданий и расширения номенклатуры применяемых стеновых материалов и изделий. Практика показывает [2], что максимальный технический и экономический эффект при достижении обозначенных целей обеспечивают конструкции, выполненные из ячеистых бетонов.

В настоящее время самое широкое применение при строительстве многоэтажных жилых зданий для обеспечения их ресурсо- и энергосбережения получили блоки из автоклавного газосиликата [2], которые используются для устройства многослойных стен (кладка самонесущих стен из газосиликата – внутренний слой, а кирпичная кладка из керамического кирпича – фасадный слой). Причиной обозначенного порядка слоев являются физико-механические свойства теплоизоляционного газобетона, не обеспечивающие его долговечности при эксплуатации строительных конструкций без защиты от атмосферных воздействий. В специальной литературе имеется большое количество публикаций [3,4], описывающих наличие повреждений кирпичных облицовок самонесущих стен в виде обрушения фрагментов, образования на их поверхности вертикальных и горизонтальных трещин, вызванных разрушением кирпича. Поэтому актуальным направлением развития технологии газонаполненных бетонов следует считать такое, которое позволит принципиально изменить их механические свойства и, таким образом, позволить устраивать стены зданий однослойными.

Начиная с 80-х годов прошлого века развивается научная [5,6] и практическая [7-9] технология дисперсно армированного газонаполненного бетона – фибропенобетона, которая показывает, что важнейшим направлением совершенствования свойств газонаполненных бетонов должен быть поиск приемов, обеспечивающих у них повышение прочности на растяжение. Любые бетоны получают из дисперсного минерального сырья, воды и добавок, поэтому формирование в их структуре высоких однородности и прочности возможно при упорядочении пространственного расположения её компонентов и обеспечения прочных связей между ними.

В технологии фибропенобетонов работу по упорядочению пространственного расположения дисперсных частиц сырья выполняет турбулентный смеситель, а за обеспечение повышенной прочности сцепления между ними несет ответственность энергетический потенциал дисперсной арматуры [5,7]. Важно отметить, что производство фибропенобетонов следует относить к нанотехнологиям потому [10], что эта технология обеспечивает принципиальное изменение свойств газонаполненных бетонов за счет формирования в объеме их цементного камня гидратных соединений волокнистой формы [11] и комплексного упорядочения структуры трубчатых кластеров в объеме межпоровых перегородок [5,7].

Промышленное использование минеральных ресурсов планеты для возведения строительных объектов в XX веке обозначило необходимость расширения сырьевой базы строительной индустрии. Поэтому нами проведены экспериментальные исследования по оценке эффективности применения дисперсных отвальных опок в качестве заполнителя для изготовления фибропенобетонов.

Опоки – широко распространенный отход вскрышных пород добывающей промышленности, характеризующиеся довольно разнообразным минералогическим составом [12,13]. Природная структура в ходе добычи полезных ископаемых обязательно нарушается, и отвалы становятся источником экологических проблем регионов. Сведения о минералогическом составе вскрышных пород различных месторождений позволяют утверждать, что в них содержится значительное количество оксидов кремния в виде разных полиморфных модификаций.

Современные технологии бетонов предусматривают применение мелкого заполнителя в виде кристаллического оксида кремния. В опоках SiO₂ представлен преимущественно в аморфном виде. Отмеченные структурные различия могут влиять на эффективность применения сырья с ранее указанной целью. Поэтому нами выполнена экспериментальная оценка пригодности опоки Журавского месторождения Ростовской области для изготовления пенобетонов.

Суммарное содержание оксидов кремния в опоке Журавского месторождения составляет около 66% по массе. Соотношение между кристаллической и аморфной фазами составляет примерно 1:3. В силикатной фазе преобладает аморфная составляющая. Важным физическим свойством этого сырья является способность легко размалываться, что позволяет прогнозировать снижение энергоемкости его подготовки к осуществлению технологического процесса изготовления пенобетона.

Опоку, предназначенную для проведения экспериментальных исследований, высушивали до постоянной массы при температуре +105⁰ С, а затем просеивали через сито № 0,16. В лабораторном турбулентном смесителе емкостью 60 л изготавливали пенобетонные смеси теплоизоляционного и конструкционного назначения (табл.). Соотношение между вяжущим и заполнителем было принято 1:1.

Контрольные составы пенобетонных смесей содержали заполнитель, состоящий только из кристаллического кварцевого песка дисперсностью 2200...2500 см²/г. Составы сравниваемых смесей отличались соотношениями между молотым песком и просеянной опокой. В качестве дисперсной арматуры была использована полипропиленовая фибра производства ООО «Си Айрланд» длиной 18 мм и диаметром 20 мкм. Плотность 0,91 г/см³. Предельная растяжимость 20%. Прочность при растяжении 600 МПа. При увлажнении прочность не изменяется. Температура потери прочности +165⁰С.

Количественную оценку влияния дисперсного армирования и вида заполнителя на прочность близких по плотности пенобетонов осуществляли в соответствии с требованиями ГОСТ 25485-2019.

Результаты, представленные в таблице, отражают принципиальную возможность применения исследованной опоки в технологии пенобетонов.

Влияние вида заполнителя и количества дисперсной арматуры на прочность пенобетонов

Плотность пенобетона, кг/м ³	Содержание фибры, % от объема цементного камня	Вид заполнителя		Соотношение между опокой и песком О:П	Прочность при сжатии, МПа
		Песок	опока		
422	0	П	-	-	0,92
418	0,3	П	-	-	0,90
406	0,3	П	О	1:0,5	0,78
403	0,6	П	-	-	1,02
395	1,1	П	-	-	1,04
388	1,1	П	О	1:1	0,76
845	0	П	-	-	3,27
828	0,6	П	О	1:4	3,28
826	0,6	П	О	1:2	3,32
807	0,6	П	О	3:4	3,24
794	0,6	-	О	1	3,12

Примечание: П – песок, О – опока (соотношения указаны в расходах по массе)

Установлено, что при частичной замене песка на опоку колебания средней плотности теплоизоляционных бетонов составляют 8...9%, а их прочность при сжатии имеет тенденцию к понижению до 17%. Плотность пенобетонов конструкционного назначения при ча-

стичной замене песка опокой демонстрирует тенденцию к понижению примерно на 6%, в то время как прочность полученных материалов даже несколько возростала (около 3%).

Выполненные исследования свидетельствуют о том, что такой отход добывающей промышленности как опока может быть успешно использован в технологии конструкционно-теплоизоляционных пенобетонов и обеспечивать качество изделий, практически не уступающих по прочности тем, которые изготовлены на традиционном заполнителе. Кроме того, эти результаты могут быть полезны тем предприятиям, производящим газонаполненный бетон, где наблюдается дефицит кварцевых песков.

Библиографический список

1. Опарина Л.А. Системный подход к организации жизненного цикла энергоэффективных зданий//Жилищное строительство. 2014, №6(50). – С. 12-15.
2. Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И., Смирнова А.С. Итоги работы предприятий по производству автоклавного ячеистого бетона в 2013 году // Технологии бетонов. 2014. №4. С. 40 - 44.
3. Деркач В. Н., Орлович Р. Б. Вопросы качества и долговечности облицовки слоистых каменных стен //Инженерно-строительный журнал. 2011, № 2 (20). - С. 42-47.
4. Орлович Р.Б., Деркач В.Н., Зимин С.С. Повреждение каменного лицевого слоя в зоне сопряжения с железобетонными перекрытиями // Инженерно-строительный журнал. 2015, №8(60). - С. 30–37.
5. Моргун В.Н., Моргун Л.В. Обоснование одного из методов совершенствования структуры пенобетонов//Строительные материалы. 2018, № 5. С. 24-26.
6. Лобанов И.А. Основы технологии дисперсно армированных бетонов. Автореф. дисс. д.т.н., Л., ЛИСИ, 1983.- 36 с.
7. Моргун Л.В., Моргун В.Н., Богатина А.Ю., Костыленко К.И. Практика применения изделий из фибропенобетона в Ростове-на-Дону // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: тр. II Всерос. науч.-практ. конф. С междунар. участием, Новокузнецк, 8-9 окт. 2019 г. / Сибирский гос. индустриал. ун-т. – Новокузнецк: СГИУ, 2019. – С. 119-122.
8. Пухаренко Ю. В. Эффективные области использования различных армирующих волокон в бетонах и растворах // Стройпрофиль. – 2003, № 6. – С. 95-96.
9. Пухаренко Ю.В. Реставрация и строительство: потенциал фиброармированных материалов и изделий //Современные проблемы науки и образования. - 2012 - № 4. – С.46-49.
10. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
11. V.N. Morgun, L.V. Morgun, V.V. Nagorsky, D.A. Votrin. Analysis of the synthetic fiber influence on the cement stone new formations composition in foam concrete. Material. Science Fofum, 1043, 2019. 43-48. DOI: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1043.43>.
12. Котляр В.Д., Талпа Б.В. Опоки – перспективное сырье для стеновой керамики // Строительные материалы. 2007, № 2. – С. 31-33.
13. Бортникова Г.А. Межова Л.А., Луговской А.М., Евдокимов М.Ю., Ткачев А.Ю., Рихардт П.В. Геоэкологическая рекультивация и санация территорий карьеров по добыче строительных материалов// Проблемы региональной экологии. 2018, №6. – С. 28-30.

Сведения об авторах:

Моргун Любовь Васильевна – д.т.н., профессор кафедры «Строительные материалы» инженерно-строительного факультета ДГТУ

Гебру Берхане Куменит – аспирант 3 курса кафедры «Строительные материалы» инженерно-строительного факультета ДГТУ

Немилюстивый Александр Григорьевич – аспирант 1 курса кафедры «Строительные материалы» инженерно-строительного факультета ДГТУ

УДК 620.16

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ

Добшиц Л.М., Николаева А.А.

ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта (МИИТ)», Москва, Россия,
levdobshits@yandex.ru

Данная работа представляет результаты одного из выполненных исследований, направленных на изучение преждевременного выхода из строя железобетонных шпал. Предполагается, что одним из основных факторов, вызывающим разрушение шпал на пути, является наличие вредных примесей в материалах бетона. Содержание примесей не превышает допустимых значений в каждом отдельном материале, однако, их содержание на границе допустимых значений во всех компонентах (песке, щебне), способно спровоцировать начало коррозионных процессов в бетоне. В исследовании приведены результаты испытаний бетона на коррозионную стойкость с различным сочетанием примесей в заполнителе и предложены рекомендации по допустимому безопасному содержанию вредных примесей в материалах, используемых для приготовления бетонов для железобетонных шпал.

Ключевые слова: железобетон, шпалы, коррозия, содержание хлоридов, содержание растворимого кремнезема.

В последние годы на сети железной дороги наблюдаются разрушения железобетонных шпал с повреждениями в виде трещин и сколов и значительного разрушения тела бетона шпал. При этом причины появившихся разрушений комиссиями выявлены не были. В связи с этим, в течение ряда лет проводились исследования [1,2], заключающиеся в выявлении возможных причин разрушения и преждевременного выхода из строя железобетонных шпал с армированием стержневой арматурой.

Комплексное исследование производства железобетонных шпал выявили, что одной из причин разрушения вероятно связана с наличием в материалах бетона вредных примесей. Проведённые обследования разрушающихся шпал выявили, что разрушения протекают в несколько стадий [3], каждая из которых обусловлена своими основными причинами (рисунок). Характер трещин и последующих разрушений можно отнести к химической коррозии III рода [4] и, в частности, к сульфатной или к «щелочной» коррозии [5].

Было установлено, что одной из основных причин разрушения шпал, выпускавшихся на различных заводах, является протекание процессов коррозии бетона, обусловленное наличием в материалах бетона вредных примесей. При этом, такое разрушение происходило, когда содержание примесей находилось в количестве, допускаемом существующими ГОСТ, но на пределе допустимых значений. На основании проведённых обследований и анализа свойств материалов, используемых при изготовлении бетонов, было выдвинуто предположение о том, что суммарное содержание примесей на пределе допустимых значений и суровые условия эксплуатации шпал в пути способствуют процессам коррозии бетона. Существующие требования ГОСТ не только в недостаточной мере учитывают условия эксплуатации железобетонных шпал [3], но и не содержат ограничений на наличие сочетания примесей, содержащихся в используемых материалах, в отличие от европейских стандартов [6].

В связи с этим, были проведены исследования влияния суммарного содержания вредных примесей, находящихся в цементе, мелком и крупном заполнителях, при их различных комбинациях на стойкость бетонов, если содержание примесей в каждом компоненте бетона не превышает допустимое ГОСТ [7,8] и определению допустимых суммарных значений вредных примесей при их различных комбинациях, которые не будут вызвать разрушение бетона в суровых условиях эксплуатации шпал.

Основные обобщенные данные по результатам проведённых исследований определения деформаций расширения образцов мелкозернистого бетона приведён в таблице.



Рисунок – Стадии разрушения железобетонных шпал

Таблица 1 – Обобщенные результаты испытаний бетонов на коррозионную стойкость

№ составов	Содержание щелочей в цементе в пересчете на R2O, %	Общее содержание хлоридов, по массе, в пересчете на Cl, %	Количество растворимого кремнезема, SiO ₂ , ммоль/л		Относительная деформация, %
			В песке	В щебне	
1	0,4	0,09	190,0	----	0,38
2	1,5	0,09	190,0	----	0,53
3	0,4	0,09	50,0	----	0,06
4	1,5	0,09	50,0	----	0,08
5	0,4	0,09	-----	50,0	0,23
6	1,5	0,09	-----	50,0	0,26
7	0,4	0,09	50,0	50,0	0,23
8	1,5	0,09	50,0	50,0	0,25

Анализ полученных результатов показывает следующее.

Наименьшие деформации расширения получены на образцах, изготовленных на цементе с содержанием щелочей в количествах 0,4 % и 1,5 % и песке с содержанием растворимого кремнезема 50 ммоль/л. По окончании испытаний образцы без повреждений.

При повышении суммарного содержания растворимого кремнезема в заполнителях до 100 ммоль/л (50 ммоль/л в песке и 50 ммоль/л в щебне) деформации увеличились до 0,23 и 0,25 % с цементами с содержанием щелочей в количествах 0,4 % и 1,5 % соответственно. По окончании испытаний образцы трещин не имеют.

Похожие деформации были получены при содержании растворимого кремнезема в щебне 50 ммоль/л. Однако по окончании испытания образцы хоть и не имели трещин, но были в значительной степени деформированы.

При повышении содержания растворимого кремнезема в песке до 190 ммоль/л деформация образцов, изготовленных на цементе с содержанием щелочей в количествах 0,4 и 1,5 %, увеличивается и составляет соответственно 0,38 и 0,53 %. При этом величина деформации образцов, изготовленных на цементе с повышенным содержанием щелочей, возрастает в 1,4 раза. По окончании эксперимента образцы в значительной степени деформированы.

Прочность бетонов всех исследованных в возрасте 28 суток составов соответствует марочной. Марочную морозостойкость (F₂ 200) имеют только бетоны составов №3 и №4. Бетоны остальных составов имеют морозостойкость на 1...2 марки ниже требуемой и, соответственно, не удовлетворяют проектным требованиям.

На основании полученных результатов исследований, их анализа и сделанных выводов по результатам испытаний, можно предложить следующие рекомендации по допустимому безопасному содержанию вредных примесей в материалах, используемых для приготовления бетонов для железобетонных шпал:

1. Одновременное использование портландцементов с содержанием щелочей 0,4 % и содержанием хлоридов, по массе, в пересчете на Cl-- 0,09%, мелкого заполнителя (песок) с содержанием растворимого кремнезема в количестве 50 ммоль/л является потенциально не-реакционноспособным к щелочам цемента как при количестве щелочей равном 0,4 %, так и 1,5 % массы цемента и может быть рекомендовано к применению.

2. Одновременное использование портландцемента с содержанием щелочей 0,4 % и содержанием хлоридов, по массе в пересчете на Cl^- – 0,09%, мелкого заполнителя (песок) с содержанием растворимого кремнезема в количестве 190 ммоль/л и более является потенциально реакционноспособным к щелочам цемента как при содержании щелочей в количестве 0,4 %, так и в количестве 1,5 % массы цемента и не рекомендуется к применению.

3. Совместное использование портландцемента с содержанием щелочей 0,4 % и содержанием хлоридов, по массе, в пересчете на Cl^- – 0,09%, крупного заполнителя (щебня) с содержанием растворимого кремнезема в количестве 50 ммоль/л и более, является потенциально реакционноспособными к щелочам цемента как при количестве щелочей равном 0,4 %, так и 1,5% массы цемента и не рекомендуется к применению.

4. Одновременное использование портландцемента с содержанием щелочей 0,4 % и содержанием хлоридов, по массе, в пересчете на Cl^- – 0,09%, мелкого заполнителя (песка) с содержанием растворимого кремнезема в количестве 50 ммоль/л и более совместно с крупным заполнителем, содержащим растворимый кремнезем в количестве 50 ммоль/л и более, является потенциально реакционноспособным к щелочам цемента как при количестве щелочей равном 0,4%, так и 1,5% массы цемента и не рекомендуется к применению.

5. Низкая морозостойкость всех исследованных составов, кроме составов №3 и №4 (табл.), также свидетельствует о начале коррозионного разрушения бетонов в то время, как по показателям прочности в возрасте 28 суток, этот процесс ещё не проявляется. Испытание бетона на прочность в возрасте 28 суток не позволяет в этот срок оценить стойкость структуры бетона к щелочной коррозии.

Основные выводы.

1. Испытание бетона на прочность в возрасте 28 суток не позволяет в этот срок оценить стойкость структуры бетона к щелочной коррозии.
2. Выбор материалов для изготовления долговечных коррозионностойких бетонов железобетонных шпал необходимо выполнять с учётом предварительной оценки суммарного содержания вредных примесей в цементе и заполнителях, количество которых определено в данной работе.
3. Необходима корректировка требований действующих ГОСТ в части использования материалов для изготовления железобетонных шпал, в соответствии с новыми полученными данными.

Библиографический список

1. Добшиц Л.М. Исследование причин разрушения железобетонных шпал / Л.М. Добшиц, Р.И. Варвянский // Русский инженер, 2019. - № 2 (63), – С. 43 – 46.
2. Гусев Б.В. Оценка качества виброуплотнения бетонных смесей для изготовления железобетонных изделий / Б.В. Гусев, Л.М. Добшиц, А.А. Николаева // Транспорт Урала, 2021, - № 2 (69), – С. 53 – 56.
3. Добшиц Л.М. Исследование процессов коррозии эксплуатируемых железобетонных шпал / Л.М. Добшиц, Р.И. Варвянский // Инженерные сооружения на транспорте: сборник трудов с Международным участием. – Москва: АИСнТ, 2016. – С. 68–71.
4. Москвин В.М. Коррозия бетона / В.М. Москвин. – Москва: Госстройиздат, 1952. – 344 с.
5. Федосов С.В. Сульфатная коррозия бетона /С.В. Федосов, С.М. Базанов. – Москва: Издательство Ассоциации
6. Крикунов О.М. Современные требования к железобетонным шпалам и уровень их качества в России / О.М. Крикунов // Бетон и железобетон. – 2007. – № 5. – С. 19–22.
7. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний // М.: Стандартинформ, 2018
8. ГОСТ 8735- 88 Песок для строительных работ. Методы испытаний // М.: Стандартинформ, 2018.

Сведения об авторах:

Добшиц Лев Михайлович – д.т.н., проф., профессор кафедры «Строительные материалы и технологии», РУТ (МИИТ).

Николаева Алина Андреевна – старший преподаватель кафедры «Здания и сооружения на транспорте», РУТ (МИИТ).

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПЕСКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ПРОПАНТА НА ОСНОВЕ БУРОВОГО ШЛАМА МОРОЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Яценко Е.А., Чумаков А.А.

ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия, e_yatsenko@mail.ru, a-chumakow@mail.ru

Описан способ добычи нефти на территории Южного федерального округа Российской Федерации с применением гидравлического разрыва пласта и расклинивающих агентов – пропантов. Представлен усредненный химический состав пропанта. Проведены физико-химические испытания бурового шлама Морозовского месторождения. Составлены сырьевые смеси на основе бурового шлама Морозовского месторождения. Проведен обжиг образцов и их физико-механические испытания. Сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: нефтедобыча, гидроразрыв пласта, пропант, прочность, спекание.

В настоящее время в нефтяной отрасли идет активная разработка месторождений на территории Южного федерального округа. Глубина залегания нефтяных пластов в выбранном регионе составляет до 3500 м, что не позволяет использовать для добычи традиционное вертикальное бурение [1 – 3].

В связи с этим добыча нефти на данных месторождениях производится методом гидравлического разрыва пласта с применением жидкостей гидроразрыва (буровых растворов) и расклинивающих материалов (пропантов). Типичный пропант представляет собой гранулообразный материал с диаметром 0,5 – 1,2 мм, где каждая гранула представляет собой элементарное изделие, полученное высокотемпературным обжигом при температурах 1300-1600 °С и изготовленное из природных сырьевых материалов – глинозема и кремнезема, которые вносят в химический состав основные оксиды Al_2O_3 и SiO_2 . В таблице 1 представлен усредненный химический состав традиционного пропанта [4 – 6].

Таблица 1 – Химический состав традиционных пропантов

Материал	Содержание, мас. %			
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2
Пропант	50,0-65,0	15,0-45,0	4,5-5,0	4,5-5,0

Материалы и методы

В качестве основного сырья для исследования был выбран буровой отход Морозовского месторождения, расположенного на территории Краснодарского края.

Изучение химического состава бурового шлама

Определение концентрации порообразующих оксидов и некоторых микроэлементов в образцах проводили методом рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (РФА) на последовательном вакуумном спектрометре (с дисперсией длины волны) модели PW2400 производства Philips Analytical (Нидерланды). Спектрометр оснащен рентгеновской трубкой мощностью 3 кВт с Rh-анодом. Максимальное напряжение на трубке составляет 60 кВ, максимальный анодный ток – 125 мА. При калибровке спектрометра использовались промышленные и государственные стандартные образцы химического состава горных пород, грунтов и донных отложений. Исследования проводились в ФГБУН «Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН)», расположенный в г. Москва [5, 6].

Исследование фазового состава бурового шлама Морозовского месторождения

Для определения фазового состава образец бурового шлама Морозовского месторождения подвергался измельчению и исследованию полученного порошка с помощью рентгеновского порошкового дифрактометра ARL X'TRA (Thermo Fisher Scientific), входящего в ЦКП «Нанотехнологии» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М. И. Платова. Интерпретация полученных данных проводилась с использованием базы данных ICDD (The International Center for Diffraction Data).

Синтез сырьевых смесей для получения пропантов

Порядок приготовления смеси был следующий. Буровой шлам предварительно высушивался при (100 ± 5) °С и измельчался до размера частиц менее 250 мкм. Компоненты сырьевой смеси смешивались согласно составам и тщательно перемешивались в шаровой мельнице в течение 30 мин.

Из подготовленной сырьевой смеси с добавлением 5 мас. % воды формовали модельные лабораторные образцы в количестве 3 шт в форме куба с длиной грани 20 мм и массой 10 г путем одноосного прессования с максимальной нагрузкой 5 МПа. Полученные образцы помещались на сетчатую подложку и загружали в холодную муфельную печь для обжига в атмосфере воздуха при температуре 1100 °С со скоростью нагрева 6 °С/мин и выдержкой при максимальной температуре 30 мин. После спекания образцы находились в печи до полного остывания, затем извлекались и подвергались испытаниям (плотность, коэффициент спекания и прочность на сжатие). За окончательный результат бралось среднее арифметическое трех измерений, по которому делался вывод о возможности использования состава.

Результаты и обсуждения

В ходе определения химического состава по методике, описанной выше, были получены следующие данные, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав бурового шлама Морозовского месторождения

Оксиды	Содержание, мас. %	Оксиды	Содержание, мас. %
ППП	9,27	TiO ₂	0,54
Na ₂ O	1,15	Fe ₂ O ₃	3,82
MgO	1,17	SO ₃	2,07
Al ₂ O ₃	10,26	Cl	0,25
SiO ₂	62,14	BaO	1,83
K ₂ O	1,48	Другие	1,67
CaO	4,35		

По данным таблицы 2 видно, что выбранный буровой шлам обладает недостаточным количеством важного для пропанта оксида алюминия (таблица 1), следовательно, при разработке сырьевых смесей необходимо учитывать также ввод дополнительных модифицирующих добавок.

Результаты определения фазового состава бурового шлама Морозовского месторождения представлены на рисунке 1.

Как видно из рисунка 1, основной фазой в исследуемом буровом шламе является β-кварц (β-SiO₂), находящийся в количестве около 25-30 %. Другими же фазами являются каолинит (Al₂O₃·2SiO₂·2H₂O) и содалит (3Na₂O·3Al₂O₃·6SiO₂·2NaCl). Наличие данных фаз в составе бурового шлама свидетельствует о возможности его использовании при синтезе пропантов.

В качестве дополнительного сырьевого компонента для составления сырьевых смесей был выбран песок Киевского месторождения, расположенного на территории Краснодарского края. Его введение в состав пропантов будет способствовать повышению прочности материала и его химической стойкости, снижению ТКЛР.

На основе кварцевого песка Киевского месторождения и бурового шлама Морозовского месторождения были составлены сырьевые смеси, приведенные в таблице 3. Количество песка варьировалось в пределах 5-15 мас. % с шагом в 5 мас. %, так как при увеличении его содержания будет увеличиваться температура обжига образцов.

- – кварц,
- – содалит,
- ◇ – каолинит,
- △ – кальцит

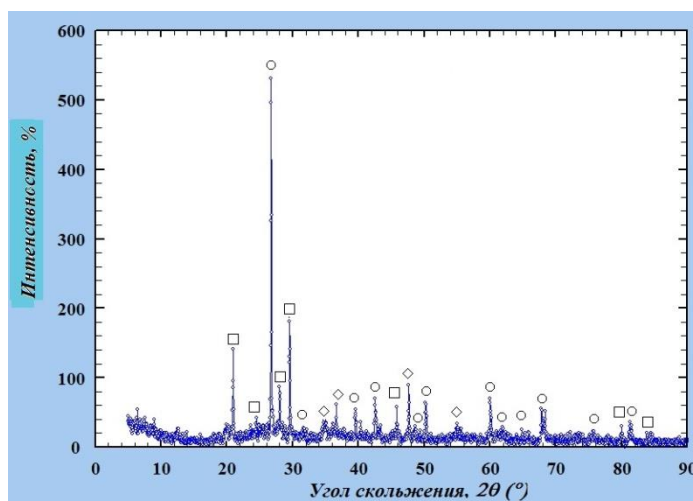


Рисунок 1 – Рентгенограмма бурового шлама Морозовского месторождения

Таблица 3 – Компонентный состав сырьевых смесей на основе кварцевого песка Киевского месторождения и бурового отхода Морозовского месторождения

№ сырьевой смеси	Содержание, мас. %	
	Буровой отход Морозовского месторождения	Кварцевый песок Киевского месторождения
1	95	5
2	90	10
3	85	15

Внешний вид синтезированных образцов представлен на рисунке 2.

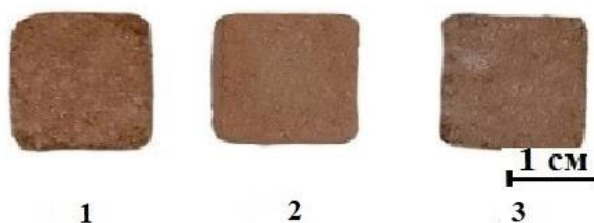


Рисунок 2 – Внешний вид обожженных образцов на основе бурового отхода Морозовского месторождения и кварцевого песка Киевского месторождения

Как видно из рисунка 2, образцы после обжига с добавлением кварцевого песка Киевского месторождения сохраняют свою форму и имеют на поверхности микротрещины, которые свидетельствуют о том, что песок значительно увеличивает температуру, тем самым процессы спекания протекают не в полном объеме. Однако, для подтверждения этого необходимо провести физико-механические исследования, результат которых приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики модельных образцов на основе бурового отхода Морозовского месторождения и кварцевого песка Киевского месторождения

№ сырьевой смеси	Характеристика					
	Объем до обжига, V_1 , см^3	Плотность до обжига, ρ_1 , кг/м^3	Объем после обжига, V_2 , см^3	Плотность после обжига, ρ_2 , кг/м^3	Коэффициент спекания, $K_{\text{спек}}$	Прочность, R , МПа
1	6,23	1542,31	6,12	1485,22	1,02	10,12
2	6,14	1546,12	6,07	1489,59	1,01	9,85
3	6,17	1552,32	6,14	1495,14	1,00	9,21

По данным таблицы 4 видно, что образцы теряют прочность при введении минимального количества кварцевого песка Киевского месторождения в количестве 5 мас. % на 3,25 % (10,12 МПа) по сравнению с образцом из чистого бурового отхода Морозовского месторождения при температуре обжига 1100 °С. Дальнейшее увеличение кварцевого песка в составе сырьевых смесей до 10,0 и 15,0 мас. % снижает прочность на 5,83 и 11,95 % соответственно, то есть до 9,85 и 9,21 МПа. Таким образом добавка песка Киевского месторождения ухудшает прочностные характеристики алюмосиликатного пропанта, следовательно, для дальнейших исследований применять кварцевый песок не рекомендуется.

Статья написана научным коллективом ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова финансовой при поддержке Российского научного фонда в рамках соглашения № 20-79-10142 «Разработка эффективной технологии синтеза алюмосиликатных пропантов с использованием отходов бурения нефтегазовых скважин Южного федерального округа» (руководитель – Третьяк А. А.).

Библиографический список

1. Воробьев, Е.С. ГРП – метод повышения нефтеотдачи [Текст] // Трибуна ученого. – 2020. – № 11. – с. 25-31.
2. Куренков, В.В. Применение методики гидравлического разрыва пласта с промыслово-геофизическими методами для низкопроницаемых пластов [Текст] // Научные исследования; от теории к практике. – 2016. – № 4-1 (10). – с. 94-97.
3. Серебрянников, А.А. Эффективность гидравлического разрыва пласта при совместной разработке нефтяных пластов различной проницаемости [Текст] // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2020. – Т. 2. – с. 358-364.
4. Yatsenko E.A., Goltsman B.M., Chumakov A.A., Vilbitskaya N.A., Li Wensheng. Research on the Synthesis of Proppants Applied for Oil Production by the Method of Hydraulic Facing [Текст] // Materials Science Forum. – 2021. – Vol. 1037. – p 181-188.
5. Yatsenko E.A., Smolii V.A., Gol'tsman B.M. Perspective and Experience of Use of Glass Fraction of Solid Municipal Waste in the Production of Silicate Heat-Insulating Materials [Текст] // IEEE. Saint Petersburg, Russia. – 2018. – p. 46-48.
6. Smolii V.A., Kosarev A.S., Yatsenko E.A. Ash-Slag Based Cellular Glass for Energy-Efficient 3-Ply Construction Panels [Текст] // Glass Ceram. – 2019. – V. 76. Is. 3-4. – p. 105 – 108.
7. Yatsenko E., Tretyak A., Chumakov A., Golovko D. Prospects for the use of drilling slurries for the synthesis of aluminosilicate proppants [Текст] // Materials Today: Proceeding. – 2021. – Vol. 38. – p. 1886-1888

Сведения об авторах:

Яценко Елена Альфредовна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Общая химия и технология силикатов», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

Чумаков Андрей Алексеевич – аспирант 4 курса кафедры «Общая химия и технология силикатов», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

СИБИРСКИЙ ПЕРИКЛАЗ – СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ

Серюкова И.В., Бурученко А.Е., Григорьев Э.В., Жилин Г.П.

ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск, Россия, ivs127a@mail.ru

Приведены результаты исследований периклаз-углерода для создания пространственно-распределенных нагревателей. Периклаз обладает уникально высокой теплопроводностью при высоком удельном сопротивлении, а сопротивление углерода очень мало. Установлено, что смесь из 85% периклаза и 15% углерода стабильна в широком температурном диапазоне, имеет теплопроводность 5,37 Вт/(м·К) и удельное сопротивление 5,1 Ом·м, что позволят использовать ее для создания нагревателей.

Ключевые слова: периклаз, периклаз-углерод, пространственно-распределенный нагреватель, теплопроводность, удельное сопротивление, удельная электропроводность.

Современное бережное отношение к экологии окружающей среды требует от нас рационального использования природных ресурсов и сокращения вредных выбросов в атмосферу. Решению этой задачи могут помочь индивидуальные источники отопления – пространственно-распределенные электрические нагреватели, которые позволят потребителю управлять поступающим теплом, создавать индивидуальный микроклимат в жилых помещениях, экономить тепловой ресурс. Строительные организации, используя новые электропроводящие материалы, смогут создавать электрические отопительные контуры, которые позволят сократить сроки монтажа зданий, снизить эксплуатационные расходы, изменить технологии строительства отдельных узлов.

В последние годы опубликованы работы и патенты по созданию электропроводящих бетонов для помещений и для создания незамерзающего дорожного полотна [1]. Нами исследована возможность использования периклазо-углеродистой смеси для создания пространственно-распределенных нагревателей. Периклаз обладает высокой теплопроводностью, что хорошо для использования в нагревателе, но очень большое удельное сопротивление делает невозможным его прямое применение. Введение в периклаз графита снижает сопротивление смеси до приемлемых для практического применения значений.

Периклаз – это плавненное кристаллическое соединение с химическим составом MgO. Его получают из сырья в виде магнезита $MgCO_3$ или брусита $Mg(OH)_2$. По разведанным запасам кристаллических магнезитов Россия занимает второе место в мире. На территории Красноярского края открыто 15 месторождений магнезита, например, Киртигейское, Тальское, Верхнетуровское расположенные в Мотыгинском районе. Кроме того, на территории края добывается графит на Курейском месторождении в Туруханском районе и на Ногинском месторождении в Эвенкии.

Технология получения периклаза из природного сырья предполагает обжиг при температуре 750-1000° когда теряется 94% CO_2 и получается оксид магния, следующий обжиг 1500-1700 °С при этом удаляется весь оставшийся углерод. Полученная огнеупорная магнезия в электродуговой печи при температурах свыше 2800 °С плавится и образуется плавленный периклаз. Плавленный периклаз обладает кристаллическим строением, высокой твердостью, огнеупорностью он используется для производства особо ответственных огнеупорных и электротехнических изделий. Характеристики плавленного периклаза: теплопроводность 5,8 Вт/(м·К); удельная электропроводность $0,2 \cdot 10^{-6}$ См/м. Изделия из периклаза используются в металлургии для изготовления огнеупоров [3,4,5,6], в электротехнике для изготовления радиотехнической керамики и как наполнитель трубчатых электронагревателей [7,8].

На основе наших исследований [9,10] были разработаны и изготовлены измерительные устройства для проведения измерений электропроводности, теплопроводности и мощности модели нагревателя. Для проведения исследований использовали периклаз состава (%):

MgO – 97,54; SiO₂ – 0,65; CaO - 1,3; Al₂O₃ – 0,13; Fe₂O₃ – 0,3; п.п.п 0,08 (соответствует ГОСТ 13236-83 «Порошки периклазовые электротехнические») и графит электродный. Исходный периклаз и графит размалывали и просеивали через сито 0,3 мм, смесь из графита и периклаза тщательно перемешивали.

Для определения процентного соотношения периклаза и графита в смеси для изготовления нагревателя мы, первоначально, провели эксперимент по измерению электрического сопротивления. Изготовили порошки с содержанием периклаз/углерод (%): 95\5; 90\10 и 85\15. Порошки образцов поместили в цилиндрическую трубку известной площади S и длины L, уплотнили. Торцы трубки – электроды, которые подключаются к мультиметру M890C для измерения сопротивления. Состав с 5% и 10% углерода показал сопротивление более 200·10⁶ Ом. Приемлемое значение сопротивление было получено для состава 85/15 : R=110 Ом, ρ=5,1 Ом·м.

С помощью дифрактометра D8 ADVANCE (фирма Bruker, Германия) исследовали минеральный состав смеси. В результате расшифровки рентгенограмм по рентгенометрическому определителю минералов [11] определили, что смесь состоит из периклаза и углерода (примеси содержатся в количестве не более 3%).

Для измерения коэффициента теплопроводности использовали метод «коаксиальных цилиндров». Схема измерительного устройства приведена на рисунке 1.

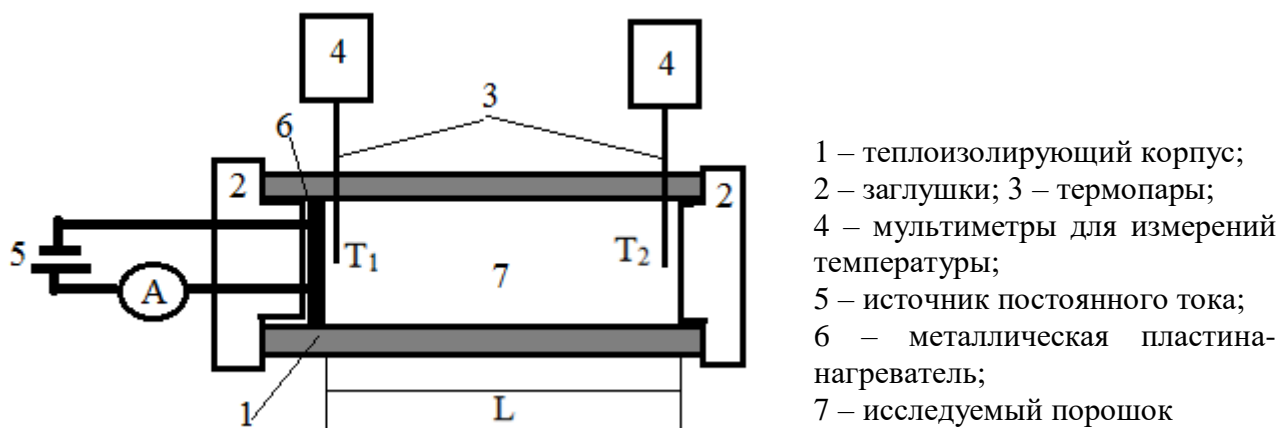


Рисунок 1 – Схема устройства для измерения теплопроводности

Зная расстояние между термопарами (L), температуры термопар (T₁ и T₂), площадь поперечного сечения образца (S) по закону Фурье мы рассчитали коэффициент теплопроводности исследуемого образца:

$$\lambda = \frac{QL}{S(T_1 - T_2)} \cdot \frac{1}{k},$$

где Q = IU = 0,28 · 5 = 1,4Вт – тепловой поток, передаваемый от нагревателя; k – безразмерный поправочный коэффициент на геометрию измерительного устройства.

Таблица 1 – Результаты измерений удельного сопротивления и теплопроводности

№	Материал	Удельное сопротивление, Ом·м	Удельная электропроводность, См/м	Теплопроводность, Вт/(м·К)	Состав MgO/C, %
1.	Периклаз	50·10 ⁶ [*]	0,02·10 ⁻⁶	5,8[**]	100/0
2.	Графит	7·10 ⁻⁷ [**]	0,14·10 ⁷	6,49[**]	0/100
3.	Периклаз-углерод	5,1	0,2	5,37	85/15

* ГОСТ 13236-83 «Порошки периклазовые электротехнические»

** Steeltimes.ru <https://steeltimes.ru/allmet/refractory/glavnoe/005.php>

Из таблицы видно, что при добавлении углерода к периклазу мы сохраняем высокое значение теплопроводности при существенном уменьшении удельного сопротивления. Смесь 85 % периклаза и 15 % углерода имеет характеристики необходимые для применения ее в изготовлении нагревателя.

Кроме того, мы исследовали мощность модельного нагревателя и получили следующие значения: при напряжении 220В, ток в цепи нагревателя 0,02А, температура 78°С потребляемая мощность 4,4Вт, что подтверждает перспективность периклаз-углерода для применения в изготовлении пространственно-распределенных нагревателей.

Смесь периклаз-углерод изготовлена из минерального сырья добытого на территории Красноярского края обладает высокой теплопроводностью при небольшом удельном сопротивлении, что делает ее эффективной для применения в строительной отрасли при изготовлении экономичных пространственно-распределенных нагревателей.

Библиографический список

1. Урханова Л.А., Буянтуев С.Л., Урханова А.А. и др. Механические и электрические свойства бетона, модифицированного углеродными наночастицами. Magazine of Civil Engineering/. И. 2019. №8(92) с. 172-172.
2. Urusov V.S., Kantor I.Yu. Simulation of the properties of periclase by minimizing atomization energy. Dokady Physics. 2002. Т. 47. № 10. С. 717-720.
3. Хорошавин Л.Б., Перепелицын В.А., Кононов В.А. Магнезиальные огнеупоры. Справочник. М.:Интермет Инжиниринг. 2006. – 547 с.
4. Филатова Н.В., Косенко .Ф., Дубова О.М. Кинетика спекания периклаза на магний фосфатной связке. Успехи химии и химической технологии. 2007. Т. 21. №((77). С. 26-28.
5. Михеев А.Е., Арсланов В.Г., Степашин А.М., Куцевалов В.М., Матус В.М., Калинушкин В.А., Головин М.А. Опыт использования магнезиальных огнеупоров, изготовленных на основе плавленного периклаза. Наука и производство Урала. 2005.№1.С.63-67.
6. Хамерер В., Кауфманн Г. Глобальные тенденции и перспективы производства периклаза. Новые огнеупоры.2008.№5.С.13-17.
7. Тентюков М.П., Лютаев В.П., Белан Б.Д., Головатая О.С. Детектор ультрафиолетового излучения на основе ультрадисперсного оксида магния с кристаллической структурой периклаза. Оптика атмосферы и океана. 2021. Т.11(394). С.916-923.
8. Тарасовский В.П., Красный Б.Л.Рыбальченко В.В., Смирнов А.В., Белов В.В. Исследование свойств зернистой огнеупорной керамики из порошков плавленного и спеченного периклаза (MGO). В сборнике: Актуальные проблемы порошкового материаловедения. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения академика В.Н. Анциферова. Под ред. А.А. Ташкинова. 2018. С.356-361.
9. Бурученко А.Е., Харук Г.Н., Мушарапова С.И., Сергеев А.А. Влияние карбоната кальция на формирование фазового состава керамики на основе легкоплавких и тугоплавких глин при обжиге. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2018. №2(710). С. 21-29.
10. Бурученко А.Е., Харук Г.Н., Федоров Т.С. Фазовый состав и свойства строительной керамики с использованием отходов обогащения цветных металлов. Известия высших учебных заведений. Строительство. 2020. №12(744). С. 14-22.
11. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. М.Госгеоиздат. 1957 г.

Сведения об авторах:

Серюкова Ирина Владимировна – канд. физ.-мат. наук, доцент, СФУ

Бурученко Алесандр Егорович – доктор физ.-мат. наук, профессор

Григорьев Эдуард Васильевич – инженер, СФУ

Жилин Геннадий Петрович – канд. техн. наук, доцент.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ НА ОСНОВЕ $MgAl_2O_3$ СИНТЕЗИРУЕМОЙ В СРЕДЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ

Шеховцов В.В., * Скрипникова Н.К.,* Улмасов А.Б. *

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск, Россия, shehovcov2010@yandex.ru *nks2003@mail.ru *akhrorbek001@mail.ru*

В работе представлены результаты экспериментальных исследований по получению алюмомагнезиальной шпинели $MgAl_2O_3$ в среде термической плазмы. Синтез образцов производился из природных материалов (магнезит $MgCO_3$ и бёмит $\gamma-AlO(OH)$) в стехиометрическом соотношении $Al_2O_3/MgO = 2.53$. Установлено, что оптимальным режимом синтеза керамического образца является: сила тока 100 А, напряжение 90 В, расход плазмообразующего газа 1 г/с, время плавления 30 с. При таких параметрах формируется полусферическая капля расплава, что утверждает о полном плавлении исходных компонентов. Плотность закристаллизованного образца соответствует 3.5 г/см^3 . Морфология керамической матрицы представлена призматическими зёрнами 30-60 мкм соединёнными волокнами диаметром 1-3 мкм.

Ключевые слова: керамика; алюмомагнезиальная шпинель; термическая плазма; сканирующая электронная микроскопия.

На сегодняшний день основным направлением синтеза керамических материалов являются достижение высокоплотных, мелкокристаллических и прочных матриц. Большой интерес для огнеупорной промышленности представляет керамика на основе алюмомагнезиальной шпинели благодаря высокой механической прочностью, коррозионной и радиационной стойкостью [1-4]. Основные методы получения шпинелевой керамики является керамический, золь-гель метод так же самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Альтернативным методов формирования тепловой энергии, на сегодняшний день при обработке, нагреве, плавлении и испарении тугоплавких материалов является применение электродуговой плазмы. Таким образом, целью данной работы является исследование возможности применения энергии термической плазмы, как эффективной среды для синтеза керамики на основе алюмомагнезиальной шпинели $MgAl_2O_4$.

В данной работе использовались следующие материалы: бёмит (месторождения бокситов, Северный Урал) и магнезит (Савинское месторождение, Иркутская область).

В таблице 1 представлен усредненный оксидный состав.

Таблица 1 – Усредненный оксидный состав, масс. %

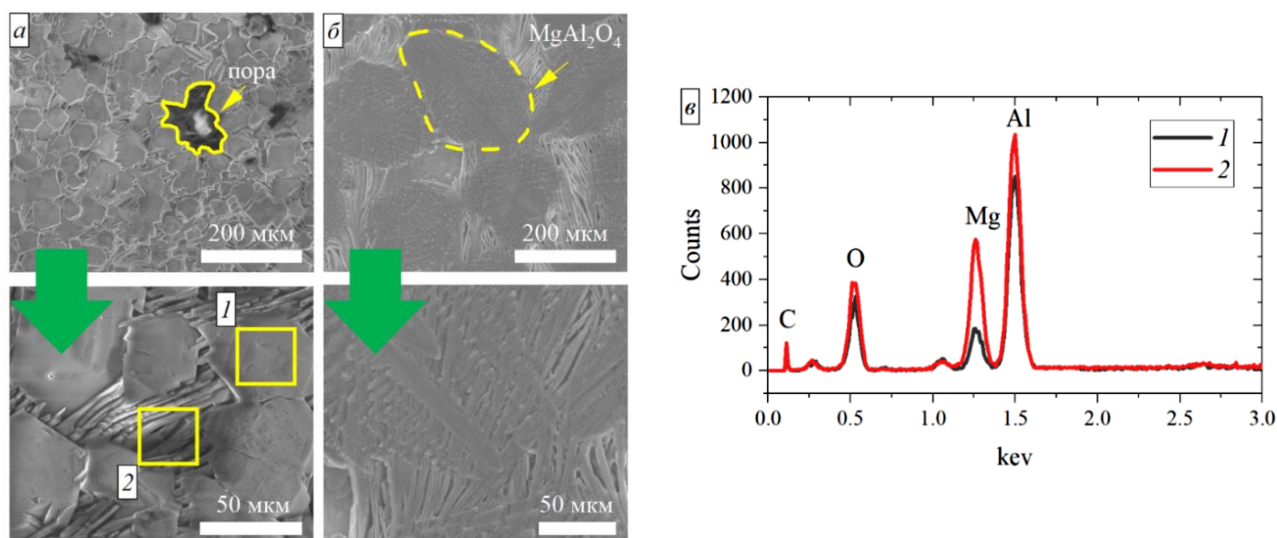
Материалы	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	R_2O_3	Δm_{np}
Бёмит	0.03	88.45	0.02	–	–	0.3	–	11.2
Магнезит	1.50	–	–	0.56	46.26	–	1.51	50.24

Для проведения экспериментальных исследований использовался оригинальный стенд по плавлению тугоплавких материалов [5-7]. В состав стенда входит: электродуговой плазмоторн, катод (марка ВПР-410); источник питания (инвертор CUT 160В); графитовый тигель (высота 55 мм, диаметр 34 мм, толщина стенки 3 мм) выступающий анодом; система подачи плазмообразующего газа (азот – 15 Нл/мин).

Подготовленная сырьевые материалы тщательно перемешивали в сухом виде до однородного состояния, затем добавляли связующие вещество, которым служил раствор дистиллированной воды и жидкого стекла, полученное сырье гранулировали через сито разме-

ром 5 мм, далее проходила естественная сушка 24 часа. Затем образцы подвергались плавлению в течение 30 с по 7.5 г. В ходе проведения экспериментальной работы методом инфракрасной пирометрии (пирометр GM2200, Китай) установлено, что внешняя стенка графитового тигля в течение 30 с работы плазмотрона, нагревается до температуры 2047 °С (скорость нагрева 68.2 °С/сек.). После отключения плазмотрона графитовый тигель остывает со скоростью 6.75 °С/сек. В результате эксперимента получается полусферическая капля расплава, что утверждает о полном плавлении исходных компонентов. Плотность охлаждённого образца соответствует 3.5 г/см³.

На рис. 1 представлены электронные снимки поверхности (а) и скола (б) синтезированного керамического образца. На рис. 1, в представлены результаты энергодисперсионного анализа. Морфология поверхности керамической матрицы представлена призматическими зёрнами 30-60 мкм соединёнными волокнами диаметром 1-3 мкм. Энергодисперсионный анализ показал, что призматические зёрна (область №1) соответствует элементному составу: С ~ 16.83, О ~ 38.27, Mg ~ 13.2, Al ~ 31.7 мас. %, что в стехиометрическом соотношении составляет Al₂O₃/MgO = 2.4 и является классическим типом MgAl₂O₄.



а – электронный снимок поверхности керамического образца; б – электронный снимок скола керамического образца; в – энергодисперсионные рентгеновские спектры.

Рисунок 1 – Результаты сканирующей электронной микроскопии

Таким образом, можно сделать следующее предположение о механизме роста кристаллического каркаса алюмомагнезиальной шпинели из расплава, полученного в среде термической плазмы: ввиду того, что поверхность конденсированной капли подвергнута интенсивному охлаждению в процессе кристаллизации, формируются плотные шестигранные зёрна шпинели с пронизывающими волокнами. Призматические зёрна формируются в процессе строгой кристаллизации по классическому механизму. Образование волокон достигается за счет перемещения границ между зёрнами меньшего размера в процессе вторичной рекристаллизации от основных кристаллов (большого размера), растягиваемых силами межфазного поверхностного натяжения, к соседнему, сжимаемому этими же силами, что в конечном счете приводит к уменьшению внутренней поверхностной энергии системы и формированию волокнистой структуры пронизывающие основные зёрна шпинели. Это подтверждается результатами электронной сканирующей микроскопии внутреннего каркаса матрицы керамических образцов, где морфология зёрен представлена исключительно дендритным ростом с образованием ветвистых агрегатов, что характерно для механизма «затор в движении».

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

Библиографический список

1. Морозова Л.В. Золь-гель синтез нанокристаллической алюмоманганевой шпинели и получение на ее основе плотной, пористой и прозрачной керамики / Л.В. Морозова, О.Л. Белоусова, Т.И. Панова, Р.С. Шорников, О.А. Шилов // Физика и Химия стекла – 2012. – №6. – С 768-776.
2. Радишевская Н.И. Синтез шпинели $MgAl_2O_4$ методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза / Н.И. Радишевская, А.Ю. Назарова, О.В. Львов, Н.Г. Касацкий, В.Г. Саламатов, И.В. Сайков, Д.Ю. Ковалев // Неорганические материалы Учредители: Российская академия наук, Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН. 2020. № 2. С. 151-159.
3. Подболотов К.Б. Синтез керамических шпинель содержащих композиционных материалов в режиме горения смесей магнезита и алюминия / К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова, // Огнеупоры и техническая керамика Учредители: ООО "Меттекс". 2008. № 7. С.16-21.
4. Педченко М.С. Синтез керамики из алюмомагнезиальной шпинели со спекающей добавкой / М.С. Педченко М.О. Сенина, Д.О. Лемешев // Успехи в химии и химической технологии – 2018. – № 14(210). – С 6-8.
5. Vlasov V. Plasma technologies in construction industry / N. Skripnikova, O. Volokitin, V. Shekhovtsov, G. Volokitin // Key Engineering Materials. 2018. Т. 781 КЕМ. С. 143-148.
6. Волокитин О.Г. Перспективы использования низкотемпературной плазмы в строительстве и архитектуре / О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов // Физика и химия стекла. 2018. Т. 44. № 3. С. 324-327.
7. Волокитин О.Г. Процессы получения силикатных расплавов и материалов на их основе в низкотемпературной плазме / О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2017. Т. 60. № 1. С. 144-148.

Сведения об авторах:

Шеховцов Валентин Валерьевич – канд. техн. наук, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Скрипникова Нелли Карповна – докт. техн. наук, профессор, Томский государственный архитектурно-строительный университет

Улмасов Ахрорбек Боходиржон – магистрант, Томский государственный архитектурно-строительный университет

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

¹Станевич В.Т., ³Столбоушкин А.Ю., ²Рахимова Г.М., ²Вышарь О.В., ²Рахимов М.А.

¹Торайгыров университет, г.Павлодар, Республика Казахстан, syt_18@mail.ru

²Карагандинский технический университет, г.Караганда, Республика Казахстан, rahimov67@mail.ru

³ ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия, stanyr@list.ru

Актуальность исследований обусловлена необходимостью решения вопросов экологической безопасности и охраны окружающей среды при утилизации вскрышных пород угледобычи Экибастузского угольного бассейна.

В работе представлены результаты изучения удельных активностей естественных радионуклидов, содержания редкоземельных и благородных микроэлементов, количества и состава водорастворимых солей методом водной вытяжки, химического состава вскрышных пород угледобычи.

Ключевые слова: вскрышные породы, радиационная безопасность, микроэлементы, химический состав, керамические материалы.

На крупнейшем в мире Экибастузском месторождении, при открытой добыче угля образуется огромное количество отходов надугольной толщи - вскрышных пород, удаляемых на открытые отвалы. За время работы накоплено около 4 млрд.м³ вскрышных пород угледобычи. Отвалы вскрышных пород расположены вблизи городской черты, занимают значительные площади и имеют высоту до 100 м. Они значительно ухудшают экологическую обстановку в регионе, являются источниками пыльных бурь, самовозгораний и загазованности.

Вскрышные породы образуются при разработке надугольной толщи месторождений и представлены преимущественно осадочными породами – глинами, аргиллитами, алевролитами, каолинами, суглинками, песками, гравием, конгломератами и так далее.

При исследовании состава и свойств пород угледобычи, установлено, что аргиллиты и алевролиты преобладают в основной массе по сравнению с другими типами пород. Аргиллиты и алевролиты в основном представлены такими глинистыми минералами – каолинит, гидрослюда и частично монтмориллонит [1 - **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

В качестве объекта исследования, на предмет использования в производстве керамических строительных материалов и расширения номенклатуры изделий использовались отходы угледобычи разреза «Восточный», представленные аргиллитами и алевролитами горизонтов +50, +100, +150 м. Свойства алевролитов и аргиллитов Экибастузского угольного бассейна зависят от физико-механических характеристик, макроструктуры, степени метаморфизации и других факторов.

Широкомасштабное использование углеотходов затрудняется недостаточной изученностью состава, однородности и технологических свойств, отсутствием методик по их оценке и научно обоснованных технологий переработки [4 – 6].

Отходы угледобычи являются перспективной сырьевой базой для производства керамических строительных материалов. В настоящее время наиболее широко освоена технология использования отходов угледобычи в качестве добавок при производстве керамических изделий [7, 8].

Целью работы является комплексное изучение вскрышных пород угледобычи как основного, экологически безопасного сырья для получения эффективных стеновых и отделочных керамических изделий.

Задачи исследования: проведение изучения удельных активностей естественных радионуклидов, содержания редкоземельных и благородных микроэлементов, количества и состава водорастворимых солей методом водной вытяжки, химического состава вскрышных пород угледобычи.

Вскрышные породы обладают определенными физико-механическими свойствами, которые зависят от степени их метаморфизации. В естественном виде не размокают в воде, что требует их механического измельчения с целью разрушения цементационных связей глинистых составляющих [9].

Для изучения отходов угледобычи Экибастузского угольного бассейна применялись спектрометрические, оптические, термогравиметрические, рентгенофазовые и другие виды исследований. Использовались современные методики и оборудование аккредитованных, сертифицированных лабораторий ПФ АО «НаЦЭКС» (национальный центр экспертизы), университетов Республики Казахстан и действующих предприятий по производству строительных керамических материалов.

Содержание водорастворимых солей определялось по ГОСТ 21216-2014. Оценка однородности свойств вскрышных пород проведена по коэффициенту вариации V , который характеризуется отношением среднего квадратичного отклонения к среднеарифметическому значению измеряемых величин:

$$V = \frac{\delta}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где δ – среднее квадратичное отклонение;
 \bar{x} – среднее арифметическое значение.

По результатам исследований проведена оценка радиоактивной безопасности пород как сырья для производства строительных материалов. Определены удельные активности естественных радионуклидов (таблица 1) [10].

Таблица 1 – Результаты определения удельных активностей естественных радионуклидов

Наименование сырья	Наименование естественных радионуклидов, удельная активность А, Бк/кг			Эффективная удельная активность, $A_{эфф}$, Бк/кг
	радий, ^{226}Ra	торий, ^{232}Th	калий, ^{40}K	
горизонт +50				
Аргиллит	37	52	618	158
Алевролит	33	50	604	151
горизонт +100				
Аргиллит	28	39	712	178
Алевролит	24	36	703	165
горизонт +150				
Аргиллит	29	36	685	182
Алевролит	27	34	672	173

Анализ полученных данных показал, что вскрышные породы в соответствии с нормами радиационной безопасности, могут использоваться без ограничений для производства всех видов строительных материалов.

Содержание редкоземельных и благородных элементов во вскрышных породах относительно мало и не представляет ценности для их промышленного извлечения. Содержание опасных элементов (свинец, хром, бериллий, мышьяк, сурьма, галлий, ртуть и др.) ниже предельно допустимых концентраций и в целом позиционирует породы как относительно экологически безопасное сырьё (таблица 2). Полученные данные сравнивались с содержанием, подлежащим количественной оценке.

Определение количества и состава водорастворимых солей методом водной вытяжки показало, что содержание солей во вскрышных породах невелико, характеризуется высокой степенью однородности и не требует специальных технологических мероприятий по их обезвреживанию.

Таблица 2 – Результаты определения микроэлементов в составе сырья

Элемент	Содержание в пробах , г/т						Содержание подлежащее количественной оценке, г/т
	Горизонт +50 м		Горизонт +100 м		Горизонт +150 м		
	аргиллит	алевролит	аргиллит	алевролит	аргиллит	алевролит	
Барий	400	400	400	400	400	400	1000
Бериллий	20	8	20	8	20	8	50
Бор	<10	<10	<10	<10	<10	<10	200
Ванадий	90	60	70	40	40	50	100
Васмут	10	10	10	10	10	10	20
Вольфрам	10	10	10	10	10	10	50
Галлий	<3	<3	<3	<3	<3	<3	20
Германий	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3-10
Золото	1	1	1	1	1	1	3-10
Иттрий	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3-10
Иттербий	<3	<3	<3	<3	<3	<3	3-10
Индий	2	1	2	1	2	1	3-10
Кобальт	20	20	20	20	20	10	100
Марганец	700	700	700	600	800	800	1000
Медь	30	30	30	30	30	30	100
Молибден	<3	<3	<3	<3	<3	<3	100
Мышьяк	100	100	100	100	100	100	300
Никель	30	30	40	30	30	30	100
Олово	3	3	3	3	3	3	50
Платина	10	10	10	10	10	10	-
Ртуть	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1-0.5
Скандий	20	20	20	20	20	20	100
Сурьма	30	30	30	30	30	30	300
Стронций	280	210	250	200	210	200	1000
Свинец	15	17	16	18	17	18	100
Тантал	100	100	100	100	100	100	1000
Хром	40	20	20	30	30	20	100
Цинк	100	100	100	100	100	100	100

Таблица 3 – Изменение состава водной вытяжки вскрышных пород

Наименование сырья	HCO ₃ ⁻ , %	Cl ⁻ , %	SO ₄ ⁻² , %	Ca ⁺⁺ , %	Mg ⁺⁺ , %	K ⁺ , %	Na ⁺ , %
Горизонт +50 м							
Аргиллит	0,037	0,152	0,029	0,009	0,004	0,003	0,109
Алевролит	0,044	0,085	0,089	0,010	0,004	0,004	0,101
Горизонт +100 м							
Аргиллит	0,039	0,149	0,029	0,007	0,003	0,003	0,115
Алевролит	0,055	0,090	0,093	0,009	0,002	0,002	0,106
Горизонт +150							
Аргиллит	0,039	0,155	0,070	0,008	0,003	0,005	0,132
Алевролит	0,049	0,089	0,090	0,010	0,005	0,010	0,089

Определение преобладающего минерала глинистой части вскрышных пород при действии органических красителей метиленового голубого, хризоидина, солянокислого бензоидина показало, что адсорбция красителей на глинистых минералах происходит, в основном, одинаково для всех литологических типов и горизонтов залегания.

На качество готовых керамических изделий, полученных из отходов угледобычи, большое влияние оказывают физико-механические свойства и химико-минералогический состав вскрышных пород [11, 12].

Анализируя данные химического анализа вскрышных пород различного литологического типа можно судить о количественном содержании порообразующих оксидов (таблица 4).

Таблица 4 – Химический состав исследуемых образцов

Наименование сырья	Оксиды, %											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃ +FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	п.п.п.
Горизонт +50 м												
Аргиллит	56,7	17,6	0,9	5,6	1,1	0,1	0,2	1,2	1,9	0,25	0,15	12,1
Алевролит	61,1	18,5	1,03	3,4	0,9	0,12	0,85	1,32	2,06	0,25	0,21	10,4
Горизонт +100												
Аргиллит	57,7	17,7	0,85	6,4	1,2	0,1	0,77	0,57	2,39	0,3	0,10	11,0
Алевролит	59,9	17,96	0,93	4,18	1,1	0,09	0,74	1,06	2,24	0,25	0,22	10,9
Горизонт +150												
Аргиллит	57,7	18,4	0,86	5,6	0,94	0,12	0,73	0,47	2,54	0,38	0,19	11,6
Алевролит	61,3	17,6	0,93	4,02	0,03	0,08	0,56	1,38	2,11	0,28	0,28	10,06

Содержание SiO₂ – оксида кремния составляет 56,7 – 61,3%. Он находится в связанном и свободном состояниях. Связанный кремнезем входит в состав глинообразующих минералов, свободный представлен примесями тонкодисперсного кварца, его содержание в пробах составляет 16 – 25%. По содержанию свободного кварца отходы угледобычи относятся к группе сырья со средним содержанием кварца.

В состав глинообразующих минералов и слюдистых примесей входит Al₂O₃ – оксид алюминия. Содержание его для аргиллитов составляет 17,6-18,4%, для алевролитов 17,6-18,5%, снижается для аргиллитов в зависимости от горизонта залегания от +50 до +150 м. По содержанию алюминия в прокаленном состоянии вскрышные породы относятся к группе полукислого сырья.

Содержание оксидов железа в исследуемых пробах составляет для аргиллитов 5,6-6,4%, для алевролитов 3,4-4,18%. Соединения железа представлены пиритом и сидеритом. Вскрышные породы по содержанию оксидов железа относятся к группе сырья с высоким содержанием красящих оксидов.

Оксиды щелочноземельных металлов входят в состав глинистых минералов и карбонатов. Суммарное содержание оксидов кальция и магния составляет для аргиллитов 1,67-2,3%. для алевролитов 1,09-1,84%. Суммарное содержание оксидов натрия и калия в литологических типах различных горизонтов залегания колеблется от 2,96 до 3,36%. Щелочные оксиды Na₂O. K₂O входят в состав глинообразующих минералов, а также присутствуют в примесях в виде водорастворимых солей.

Содержание SO₃ – оксида серы не превышает 0,28%, что характерно для низкосернистого экологически безопасного сырья и допускает использование вскрышных пород в производстве керамических изделий без ограничений. Кроме того, вскрышные породы содержат органический углерод.

В целом по химическому и минералогическому составу можно вскрышные породы относятся к группе полукислого с низким и средним содержанием красящих оксидов сырья. Химический состав минеральной части проб близок к химическому составу глин, применяемых для производства керамических изделий.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что

- вскрышные породы согласно нормам радиационной безопасности могут использоваться для производства всех видов строительных материалов без ограничений, количество потенциально-токсичных элементов в отходах не превышает предельно допустимых концентраций, что характеризует их как экологически безопасное сырьё;

- по химическому составу и содержанию водорастворимых солей отходы угледобычи близки к глинистому сырью и относятся к группе полукислого с низким содержанием красящих оксидов сырья;

- отходы угледобычи близки к традиционному глинистому сырью по физико-механическим свойствам, химическому и минеральному составу и могут использоваться для производства керамических строительных материалов.

Библиографический список

1. Гайшун Е.С., Рогочая М.В., Явруян Х.С.. Техногенное сырьё угольного ряда в производстве стеновой керамики // Строительство и архитектура - 2015. С. 266-268.
2. Панова В.Ф., Панов С. А. Отходы углеобогащения как сырьё для получения строительных материалов // Вестник СибГИУ, 2015. №2 (12), С.71-75.[Электронный ресурс]. URL: <http://http://library.sibsiu.ru/wp-content/uploads/2015/02/2015-№2>.
3. Столбоушкин А.Ю. Стеновые керамические материалы матричной структуры на основе обогащения отходов углистых аргиллитов // Известия вузов. Строительство, 2013, № 2-3. С. 28-36.
4. Ефимов В.И., Никулин И.Б., Рыбак В.Л. Использование отходов углеобогащения и оптимизация ресурсов по экологическому фактору // Известия ТулГУ. Науки о Земле, 2014. № 1. С. 85-95.
5. Storozhenko G. I., Stolboushkin A.U. Ceramic bricks from industrial waste // Ceramic & Sakhteman. SeasonalmagazineofCeramic & Building. Winter. 2010. № 2. pp. 2-6.
6. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Справочное пособие. /М. «Стройиздат», 1990 г. - 455с.
7. Столбоушкин А.Ю, Бердов Г.И., Керамические стеновые материалы матричной структуры на основе неспекающегося малопластичного техногенного и природного сырья // Строительные материалы. . – М.: 2016. – № 8. – С. 19–23.
8. Станевич В.Т., Кудрышова Б.Ч., Смаилова Б.О., Станевич О.В. Использование отходов промышленности для производства керамических дренажных труб // Научный журнал ПГУ им. С.Торайгырова, «Наука и техника Казахстана» № 1, 2010, С. 97-104
9. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. -М.: Наука, 1987. 65 с.
10. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.— 100 с.
11. Методы минералогических исследований: Справочник под.ред.А.Н.Гинзбурга.-М.: Недра, 1985.-480 с.
12. Книгина Г. И., Вершинина Э. Н. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и легких пористых заполнителей. – М.: ИАСВ, 2007. – 230 с.

Сведения об авторах:

Станевич Виктор Тадеушевич - к.т.н., доцент, профессор факультета инженерии Торайгырова университета, г. Павлодар, Казахстан.

Столбоушкин Андрей Юрьевич - д.т.н., профессор кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы Сибирского государственного индустриального университета, г. Новокузнецк, Россия.

Рахимова Галия Мухамедиевна - к.т.н., доцент кафедры «Строительные материалы и технологии» Карагандинского технического университета, г. Караганда, Казахстан.

Вышарь Ольга Викторовна - докторант кафедры «Строительные материалы и технологии» Карагандинского технического университета, г. Караганда, Казахстан.

Рахимов Мурат Аманжолович - к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные материалы и технологии» Карагандинского технического университета, г. Караганда, Казахстан.

УДК 666.3.

ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ ТУВЫ

Кара-сал Б.К., Сарыг-оол С.М., Иргит Б.Б.

ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет», г. Кызыл, Россия, silikat-tgu@mail.ru

Приведены результаты исследований химического, фазового составов и технологических свойств керамических масс на основе аргиллитовых вскрышных пород угледобычи Усть-Элегестинского угольного разреза Тувы. Выявлены особенности структуры, разрушения породы при переработки, формуемости массы и теплоотдачи при сушке, а также спекаемости изделий при обжиге.

Ключевые слова: керамическая масса, аргиллитовые вскрышные породы, структура, переработка, свойства, сушка, обжиг.

В условиях рыночной экономики и в связи с истощением запасов высокопластичных глин, а также низким качеством местных глинистых пород, для предприятий керамической промышленности, поиск и исследование альтернативного сырья природной и техногенной основы, в том числе из числа нетрадиционных материалов является актуальной проблемой. К числу перспективного сырья для производства керамических изделий относятся аргиллитовые вскрышные породы угледобычи, объемы которых ежегодно растут и создают экологические проблемы [1, 2]. Для широкого применения глиносодержащих вскрышных пород угледобычи для производства изделий строительной керамики необходимо выявление поведения породы в ходе различных технологических переделов.

Целью данной работы является исследование физико-механических свойств аргиллитовой вскрышной породы и выявление особенностей технологических свойств массы при получении керамических стеновых изделий.

Объектом исследования принята аргиллитовая вскрышная порода угледобычи Усть-Элегестинского угольного разреза (Республика Тыва), которая в отвалах находится в виде песчаных частиц, щебня и валунов.

Исследованная вскрышная порода угледобычи представляет собой каменистую породу темно-серого цвета со слоистой структурой, характерную для глинистых сланцев. Механическая прочность породы при сжатии в пределах 32-36 МПа. Водопоглощение 4,1-4,7 %. Объемная масса песчаной фракции породы равна 1540 кг/м³.

Структурной особенностью аргиллитовой вскрышной породы является то, что после разработки находясь в отвалах куски породы разуплотняются и распадаются на мелкие частицы размерами до 10 мм (рис.1), что свидетельствует о сильно сжатом состоянии пустых вскрышных пород над угольным пластом. Толщина вскрышных пород достигает до 40 м при открытом способе угледобычи.



Рисунок 1 – Разуплотнение и распад аргиллитов на мелкие частицы

Минералогический состав вскрышной породы, выявленный рентгенофазовым и термическим анализами и оптической микроскопией, представлен кварцем (d/n 0,421; 0,331; 0,322; 0,256; 0,179 нм), монтмориллонитом (d/n 1,22; 0,636; 0,452; 0,355; 0,232 нм), железистыми соединениями (d/n 0,418; 0,269; 0,245; 0,218 нм) и кальцитом (d/n 0,303; 0,249; 0,228; 0,209; 0,187 нм). Глинистые минералы присутствуют в количестве 16-18 %. В отвалах пустых пород имеются углистые вещества с удалением тонких слоев угля среди вскрышных пород.

Химический состав глинистой вскрышной породы, представленный в таблице 1, характерен для алюмосиликатного сырья применяемого для производства керамических изделий. Содержание оксида кремния в исследованной породе почти как у легкоплавких глинистых пород и менее 59 %. Доля Al_2O_3 менее 13 % и данное сырье следует отнести к группе кислых.

Таблица 1

Массовое содержание, %									
SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	п.п.п.
58,17	11,83	1,12	8,94	1,81	2,23	2,72	1,21	0,22	11,75

Вскрышная порода отличается высоким содержанием красящих оксидов (TiO_2 и Fe_2O_3). Концентрация щелочеземельных оксидов (CaO и MgO) незначительная и чуть более 4 %. Содержание щелочных оксидов (K_2O и Na_2O), которые влияют на спекание массы, можно оценивать как среднее. Большую потерю массы (более 10 %) при обжиге следует связать с наличием органических веществ и дегидратацией глинистых минералов.

При выполнении работы песчаная и щебенистая фракция аргиллитовой породы подвергнута к измельчению в щековой дробилке и полученный материал просеян через сита с размерами ячейки 0,63; 0,31 и 0,14 мм. Далее определены технологические свойства - формовочная влажность, число пластичности и связующая способность массы согласно общепринятым методикам [3]. Для определения физико-механических свойств масс пластическим способом изготовлены образцы диаметром и высотой 30 мм. Термическая обработка образцов проводилась в лабораторной электропечи в интервале 900-1100 °C с изотермической выдержкой 1 ч.

Изучение гранулометрического состава измельченного и просеянного через сито с размерами ячейки 0,63 мм (менее) порошка показало (таблица 2), что в нем преобладают частицы с размерами менее 0,14 мм (сумма 53,4 %). При этом содержание тонкодисперсных частиц (менее 0,063 мм) составляет 14,1 %, что активно влияет на получение пластичной массы.

Таблица 2

Остаток на сите с размерами ячейки, мм, %					
0,310	0,140	0,100	0,080	0,063	менее 0,063
22,4	24,2	9,3	18,2	11,8	14,1

Для изучения формуемости сырья приготовлено 3 состава массы, которые просеяны через сита с размерами ячейки 0,63; 0,31 и 0,14 мм. В таблице 3 приведены формовочные и сушильные свойства.

Таблица 3

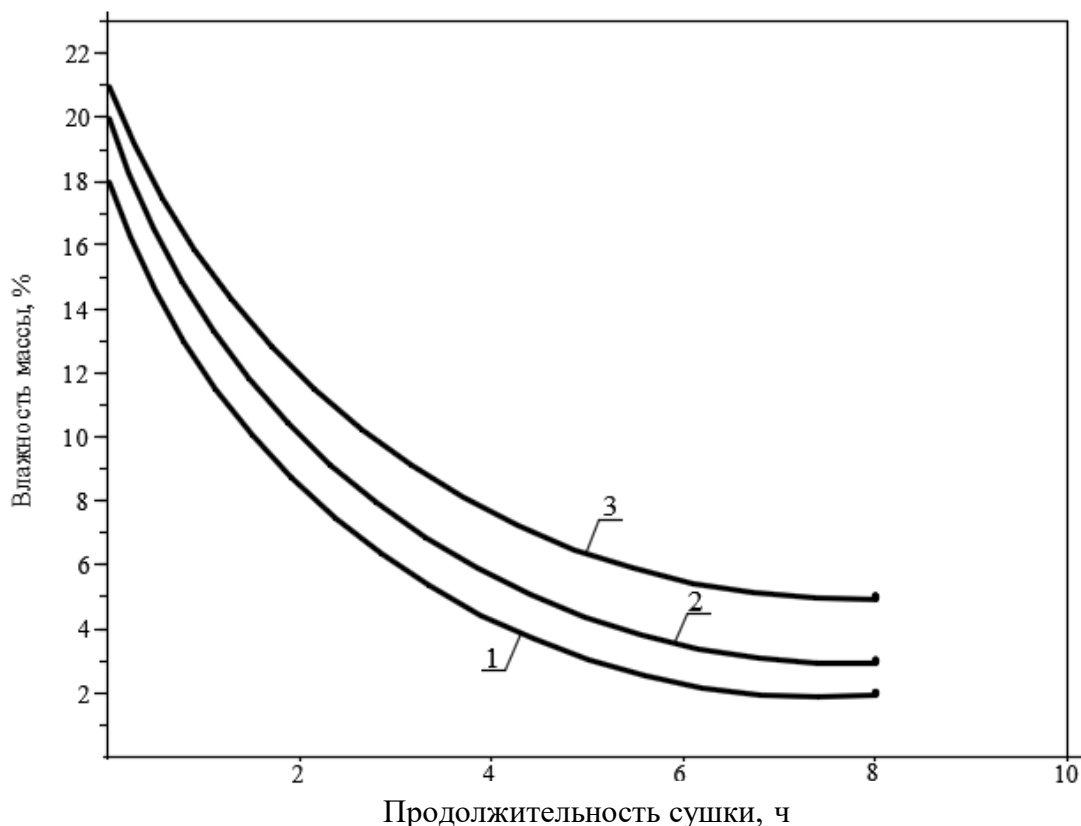
Размер частиц менее, мм	Формовочная влажность, %	Число пластичности	Воздушная усадка, %	Предел прочности при сжатии сырца, МПа
0,63	18	5,5	1,3	1,1
0,31	19	7	2,4	1,5
0,14	21	9	4,1	2,1

Как видно из таблицы 3, с уменьшением размера и повышением удельности поверхности частиц увеличивается количество воды для получения массы с нормальной формовочной влажностью (с 18 до 21 %). Выявлено, что масса с максимальными размерами частиц

менее 0,63 имеет число пластичности 5,5 и относится к группе малопластичного сырья. Выявлено, что при формовании образцов, когда масса выдавливается из мундштука лабораторного пресса наблюдается разрыв острой грани местами и нарушение гладкости поверхности образцов, что свидетельствует о недостаточном количестве упруго-пластичной глинистой связки. Лучшее формование образцов получается из массы просеянной через сито с размерами ячейки 0,14 мм, которая имеет формовочную влажность 21 % и число пластичности 9. Это связано с уменьшением доли крупных частиц и увеличением количества тонкодисперсных частиц. В результате повышается формовочная влажность массы и увеличивается объем пластичной глинистой связки. Соответственно, по пластичности масса относится к умереннопластичным. Отформованные образцы из массы с размерами частиц менее 0,14 мм имели ровную и гладкую поверхности.

Следует отметить, что при увлажнении измельченной вскрышной породы, глинистые минералы размокают не сразу, ввиду уплотненности структуры. Выявлено, что при длительном хранении (до 3 суток) увлажненной массы в закрытом сосуде повышается пластичность массы.

Изучение поведения пластичных масс из вскрышной породы при сушке показало, что удаление влаги из масс размерами частиц менее 0,63 и 0,31 мм, происходит значительно быстрее, чем в случае массы с размерами частиц менее 0,14 мм. Как видно из рис. 1, массы крупными частицами гораздо быстрее отдают влагу, чем масса с тонкодисперсными частицами (менее 0,14 мм). При этом из грубодисперсных масс (0,63 и 0,31 мм) в первые 4 часа, когда температура поднимается с 20 до 80 °С, идет интенсивное выделение влаги. Медленная сушка образцов на основе массы размерами частиц менее 0,14 мм связана с повышенным содержанием тонкодисперсных частиц, которые практически определяют интенсивность процесса удаления влаги и величину воздушной усадки.



1 – менее 0,63 мм; 2 – менее 0,31 мм; 3 – менее 0,14 мм.

Рисунок 1 – Интенсивность сушки образцов на основе масс размерами частиц

Выявлено, что из-за незначительного содержания глинистых минералов в общем объеме массы, усадка образцов из масс размерами частиц менее 0,63 и 0,31 мм значительно меньше (1,3 и 2,4 % соответственно), чем в случае с изделиями на основе тонкодисперсных частиц (менее

0,14 мм), где усадка 4,1 %. Уменьшение максимального размера частиц и повышение доли глинистых частиц в общем объеме массы, влияют на прочность сырца после сушки.

Как выявлено, прочность при сжатии образцов на основе массы с размерами частиц менее 0,14 мм, равна 2,1 МПа (табл. 3), что значительно больше прочности изделий из грубодисперсных масс. В данном случае, из-за повышенного содержания тонкодисперсных частиц увеличивается доля упруго-пластичной связки, которая прочно склеивает твердые зерна массы и выполняют роль связующего компонента.

Исследование спекаемости керамических материалов на основе глинистых вскрышных пород с различной гранулометрией показало, что на интенсивность протекания термических процессов при обжиге влияет дисперсность частиц. Спекание керамических масс сопровождается уплотнением и уменьшением размеров изделий, поэтому изучены изменение объемной массы, огневой усадки и прочности обожженных материалов. Установлено, что после обжига при одинаковой температуре ($T=900^{\circ}\text{C}$) образцы из масс, содержащие более крупные частицы (менее 0,31 и 0,63) имеют объемную массу 1,54 и 1,57 г/см³ (табл. 4), что гораздо меньше, чем у их аналогов из массы с размерами частиц менее 0,14 мм (1,62 г/см³).

Таблиц 4

Размеры частиц массы, мм	Температура обжига, °C	Объемная масса, г/см ³	Огневая усадка	Водопоглощение	Предел прочности при сжатии, МПа
менее 0,63	900	1,54	2,6	19,1	8,9
	1000	1,57	3,8	17,3	13,3
	1050	1,58	4,0	17,0	16,2
	1100	1,65	6,1	14,5	29,5
менее 0,31	900	1,57	3,1	18,2	10,7
	1000	1,61	5,2	16,1	21,1
	1050	1,62	5,6	15,7	23,4
	1100	1,69	8,9	12,8	38,3
менее 0,14	900	1,62	4,3	16,5	12,3
	1000	1,68	8,0	11,8	26,5
	1050	1,69	9,1	10,7	29,6
	1100	1,78	14,2	5,4	44,4

Такую же закономерность имеет величина огневой усадки, чем больше преобладают тонкодисперсные частицы, тем выше уменьшение размеров изделий. Повышение температуры обжига постепенно ускоряет спекание массы на основе мелких частиц.

Выявлено, что особенностью поведения керамических масс на основе аргиллитовых вскрышных пород при термической обработке является интенсивное спекание изделий после 1050 °C. Установлено, что после указанной температуры наблюдается значительное уплотнение образцов с повышением объемной массы и усадки изделий, что в свою очередь вызывает увеличение прочности и уменьшение водопоглощения образцов. Как видно из таблицы 4, если прочность образцов на основе массы с размером частиц менее 0,14 мм, обожженных при 1000 и 1050 °C составляет 26,5 и 29,6 МПа, то после обжига при 1100 °C наблюдается разное увеличение прочность материала до 44,4 МПа.

Существенное увеличение прочности и снижение водопоглощения обожженных изделий после обжига при 1100 °C, обусловлено интенсивным образованием жидкого расплава в результате аморфизации и распада глинистых минералов с участием щелочных оксидов и железистых соединений. Жидкая фаза заполняет межзерновые пустоты уменьшая пористость черепка и склеивает твердые тугоплавкие зерна, что повышает механическую прочность изделий.

Таким образом, к особенностям керамической массы на основе аргиллитовой вскрышной породы угледобычи Тувы относятся: разложение породы на мелкие частицы после разработки; получение массы с умеренной пластичностью при уменьшении размера частиц менее 0,14 мм; ускорение влагоотдачи массы при увеличении размера частиц в началь-

ный период сушки и интенсивное спекание массы после 1050 °С. На основе такой массы регулируя технологические параметры переработки, формования, сушки и обжига изделий, возможно получение керамических изделий пористого и плотного черепка.

Библиографический список:

1. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю. Переработка углистых аргиллитов для получения керамического сырья и технологического топлива // Строительные материалы. 2015. - №9. С. 50-53.
2. Котляр А.В. Технологические свойства аргиллитов - подобных глин при производстве клинкерного кирпича // Вестник ТГАСУ. 2016. №2. – с.52-54
3. Гузман И.Я. Практикум по технологии керамики. М.: ООО РИФ «Строй материал», 2005-336 с.

Сведения об авторах:

Кара-сал Борис Комбуй-оолович – д.т.н., доцент, профессор кафедры «Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство» ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет».

Сарыг-оол Сайлык Маар-ооловна – старший преподаватель кафедры «Общеинженерные дисциплины» ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет».

Иргит Байлак Борисовна – преподаватель кафедры «Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство» ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет».

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ЭФФЕКТОМ САМОГЛАЗУРОВАНИЯ

Скрипникова Н.К., *Кунц О.А., *Семеновых М.А.*

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет»,
Томск, Россия, nks2003@mail.ru *kunts.98@mail.ru *semenovykhmark@gmail.com*

Разработан состав шихты для получения керамического кирпича с эффектом самоглазуrowания. Для образования стекловидной фазы и достижения эффектов самоглазуrowания был разработан состав шихты: глина 40-50 %, стеклобой 50-60 %, шлам газоочистки конвертного производства до 10 %. Проведенные исследования показали, что при данном составе шихты керамический кирпич обладает следующими физико-механическими показателями: прочность на сжатие ($R_{сж}$ от 25,57 до 52,24 МПа) плотность, (ρ от 1984 до 2125 кг/м³), водопоглощение (W от 10 до 0%).

Ключевые слова: облицовочная керамика; эффект самоглазуrowания; бой стекла; прочность; глина.

Керамические изделия являются актуальным строительным материалом, так как полностью отвечают требованиям долговечности, обладают высокими архитектурно-художественными качествами и благодаря их эксплуатационным свойствам, служат одним из основных видов отделочных материалов [1].

В современных технологиях все больше внимания уделяется проблеме создания материалов, которые обладают целым комплексом функциональных свойств. Керамические изделия являются наиболее распространенным отделочным материалом, широко используемым в строительных целях. Всестороннее использование данных изделий обусловлено высокой прочностью, износостойкостью и устойчивостью, а также низким водопоглощением, что сделало керамику предпочтительным материалом для строительных применений [2-4].

Цель данной работы является разработка технологии получения керамического кирпича с эффектом самоглазуrowания.

Ранее были проведены исследования разработки составов шихт, позволяющие получать стеновые и облицовочные изделия на основе промышленных отходов. В данной работе образцы отличались высокой прочностью с эффектом самоглазуrowания [5].

С целью улучшения эстетического вида керамического кирпича были проведены эксперименты по введению различных плавней в состав шихты. В качестве таких плавней были выбраны стекольные и шламовые отходы.

Стеклобой обладает низкой температурой образования первичного расплава, который входит в состав керамической шихты. За счет того, что образуется первичный расплав реакции, в твердой фазе протекает быстрее и образуется алюмосиликатные соединения, с большим количеством стеклофазы. Шламовые отходы отличаются повышенным содержанием диоксида железа, что приводит к снижению первичного расплава.

Основным компонентом разрабатываемой шихты являлись суглинки Томского месторождения, отходы промышленного производства боя стекла и металлургический шлам газоочистки, компонентные составы для получения керамического кирпича представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентные составы шихты для получения керамического кирпича

№ состава	Количество сырьевых материалов, масс. %		
	глина	бой стекла	металлургический шлам
1	100	–	–
2	50	50	–
3	40	60	–
4	80	10	10

Для образования стекловидной фазы и достижения эффектов самоглазурирования и остекловывания в состав шихты вводились промышленные отходы боя стекла до 60%, и 10% шлама.

При проведении исследований образцы разрабатываемой керамики получали по технологии полусухого формования. Перед началом экспериментов глина высушивалась до постоянной массы и измельчалась для отбора фракции с размером частиц не более 400-600 мкм. Затем шихта перемешивалась вначале в сухом состоянии, а затем с добавлением воды для получения формовочной массы с влажностью 10 мас. %. Из формовочной массы получали образцы при удельном давлении прессования, равном 18-20 МПа. Отформованные образцы обжигали при температуре 850 – 1050 °С.

Для получения зависимостей свойств от состава шихты и оценки результатов исследования у полученных образцов по стандартным для керамических материалов методикам определяли прочность при сжатии ($R_{сж}$ от 25,57 – 52,24 МПа), плотность (P от 1984 до 2125 кг/м³), водопоглощение (W от 10 до 0 %). Результаты представлены на рисунке 1.

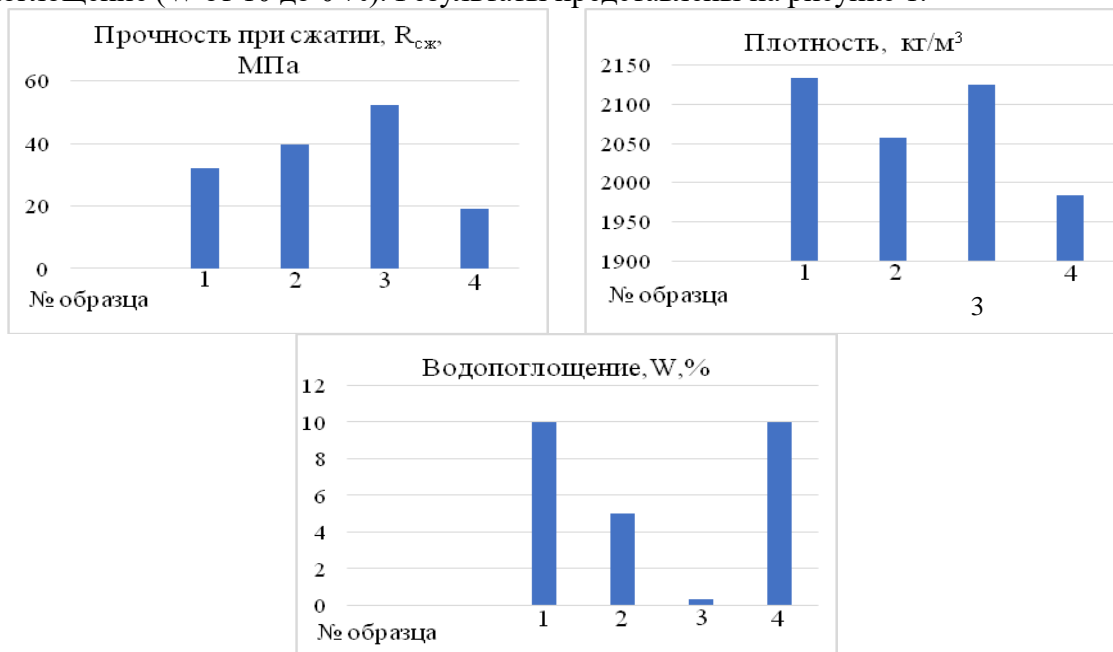


Рисунок 1 – Результаты физико-механических исследований полученных керамических образцов

Данные образцы подвергались исследованиям по изучению фазового состава, которые представлены в виде рентгенограмм на рисунке 2.

Полученные рентгенограммы показали, что при изменении соотношения компонентов в сырьевой смеси при прочих условиях, в образцах заметны изменения в фазовом составе.

Состав 1 представленный на рис 1-а, состоящий из 100% глины, основными кристаллическими фазами являются кварц, анортит, муллит, а также аморфной фазой.

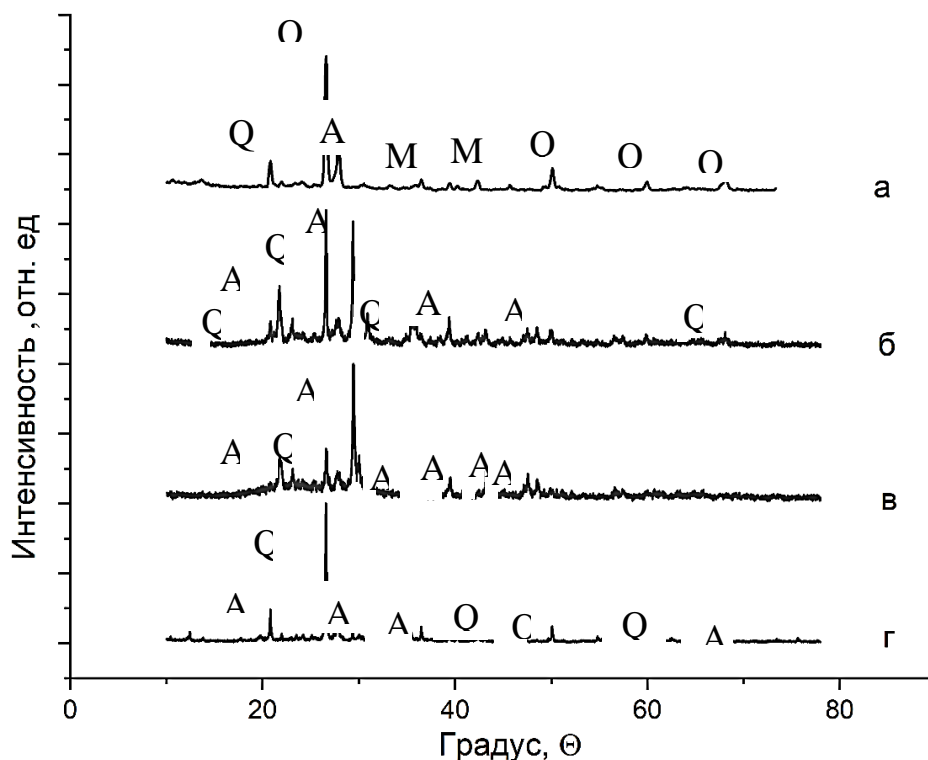
При введении в шихту состоящей из 50-60 % стеклобоя, представленного на рис.1-б; 1-в; образуются соединения состоящие в основном из кварца и анортита, кроме того из рентгенограмм образуется большее количество стеклофазы, о чем свидетельствует отсутствие рентгеновских пиков.

При введении в состав шихты шлама газоочистки 10%, представленного на рис.1-г, видно, что на рентгенограмме обнаружена стеклофаза содержащая в основном кварцевые соединения, следы анортита и железистых алюмосиликатных соединений. Таким образом, разработан состав и технология получения керамического кирпича.

Эффект самоглазурирования происходит при введении в состав шихты для получения керамического кирпича плавней в виде стеклобоя и шламовых отходов, которые образуют повышенное количество стеклофазы.

Установлено, что при введении в состав шихты стеклобоя в количестве 50-60 % получают керамические образцы с прочностью более 50 МПа и с пониженным водопоглощением. Повышение прочности и получение керамики с пониженным водопоглощением объясня-

ется тем, что при обжиге стекловидная фаза образует слои между частицами керамики, соединяя их в прочный и твердый каркас с закрытыми порами.



а – состав № 1; б – состав № 2; в – состав № 3; г – состав № 4 (см. таблицу 1)
Q – кварц, А – анортит, М – муллит

Рисунок 2. Рентгенограммы полученных керамических образцов

При дальнейшем увеличении процентного содержания боя стекла материал будет приобретать стеклокристаллические характеристики характерные для ситаллов.

Библиографический список

1. Салахов, А.М. Современные керамические материалы: учебное пособие / А.М. Салахов; Министерство образование и науки Российской Федерации, Казанский федеральный университет. – Казань: КФУ, 2016. – 407 с. ISBN 978-5-906962-43-0.
2. Ngayakamo, B. Valorization of granite waste powder as a secondary flux material for sustainable production of ceramic tiles / B. Ngayakamo, A. Bello, A.P. Onwualu // Cleaner Materials Volume 4, June 2022, 100055.
3. Шахова В.Н., Керамическая масса для изготовлений облицовочных керамических изделий / В.Н. Шахова, Е.С. Пикалов, О.Г. Селиванов, В.Ю. Чухланов // Стекло и керамика. – 2019. – № 1. – С. 13–18.
4. Власов В.А. Стеновые керамические материалы с использованием техногенного железосодержащего сырья / В.А. Власов, Н.К. Скрипникова, М.А. Семеновых, О.Г. Волокитин, В.В. Шеховцов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2020.– С.33–37.
5. Кунц О.А. Технология получения облицовочной керамики с использованием отходов / О.А. Кунц // в сборнике: Избранные доклады 67-й Университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. Доклады конференции студентов и молодых ученых. Томск, 2021. С. 347-350.

Сведения об авторах:

Скрипникова Нелли Карповна – докт. техн. наук, профессор, ТГАСУ

Кунц Олеся Анатольевна – магистрант, ТГАСУ

Семеновых Марк Андреевич – аспирант, ТГАСУ

УДК 691.4; 553.61

СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА

¹Ужахов К.М., ²Котляр А.В.

¹ ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет», г. Магас, Республика Ингушетия, Россия, karhan60@mail.ru

² ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», г. Ростов-на-Дону, Россия, toss871@gmail.com

Представлена характеристика сырьевой базы республики Ингушетия для производства клинкерного кирпича. Показано, что наиболее перспективным сырьём для этих целей являются камневидные глинистые породы – аргиллиты и глинистые сланцы мелового и юрского периодов. Крупные проявления данных пород сосредоточены в горных районах республики по долине реки Асса. Состав и технологические свойства аргиллитов и глинистых сланцев республики Ингушетия позволяют получать клинкерный кирпич при температурах обжига до 1100 °С.

Ключевые слова: аргиллит, глинистый сланец, клинкерный кирпич, минеральный состав, технологические свойства.

Основной тенденцией последних лет при строительстве кирпичных заводов является реализация возможности производства на одной технологической линии широкой номенклатуры изделий как по физико-техническим свойствам, так и по эстетическим. Т.е. на одной линии при небольшой корректировке технологических параметров должны выпускаться рядовой керамический кирпич, керамические крупноформатные камни, лицевой и клинкерный кирпич, водопоглощение у которого, согласно ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия», должно быть не более 6 %, а предел прочности при сжатии не менее 30 МПа. Самым сложным с технической точки зрения в данной номенклатуре изделий является клинкерный кирпич – если можно получить клинкерный кирпич, то рядовой и лицевой кирпич получатся априори.

Такая же задача ставится для планируемого к проектированию и строительству кирпичного завода в Республике Ингушетия – получать широкую номенклатуру изделий. И здесь, помимо технической оснащённости и возможностей оборудования технологической линии, основную роль играют качественные характеристики глинистого сырья. Если сырьё содержит крупнозернистые карбонатные включения, является высокочувствительным к сушке, неспекающимся и т.д., то рассчитывать на получение клинкерного и лицевого кирпича не приходится. Анализ минерально-сырьевой базы Республики Ингушетия показал, что на балансе кирпично-черепичного сырья числятся 3 месторождения (Нестеровское, Карабулакское, Экажевское) с общими запасами более 2 млн. м³. Данное глинистое сырьё по возрасту относится к неогеновому периоду и по химико-минералогическому составу и свойствам может быть отнесено к различным видам суглинков и лёссам с преобладанием монтмориллонитового компонента, которые по результатам наших и прошлых исследований, характеризуются не спеканием, наличием крупнозернистых карбонатных включений, высокой чувствительностью к сушке, невысокой прочностью обожжённых лабораторных образцов (предел прочности при сжатии – до 24 МПа, предел прочности при сжатии – до 7,5 МПа). Во многом, именно из-за низких качественных характеристик сырья и соответственно продукции в республике прекратили свою работу 3 кирпичных завода.

Учитывая это, было принято решение о поиске новых месторождений глинистого сырья, которое бы удовлетворяло необходимым требованиям, основным из которых является получение стенового клинкерного кирпича, весьма востребованного в Республике Ингушетия и прилегающих районах. Анализ геологического строения республики и по результатам наших предыдущих работ, было принято решение обратить внимание на камневидные глинистые породы (КГП) – аргиллиты и глинистые сланцы, которые имеют широкое распространение в южных районах республики и по возрасту относятся к меловому и юрскому периодам [1-5]. Крупные проявления аргиллитов и глинистых сланцев наблюдаются по долинам рек Асса и Армхи, а также их притокам. Нами для изучения были отобраны лабораторно-технологические пробы в районе селений Алкун, Гули, Ольгети, Армхи, Джейрах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Выходы глинистых сланцев вдоль дороги около села Гули

Характеризуя камневидные глинистые породы Ингушетии как перспективное сырьё для производства клинкерного кирпича можно в укрупнённом виде выделить 2 их вида. Первый вид – это аргиллиты, относящиеся по возрасту к нижнему мелу и выходящие на поверхность немного южнее села Верхний Алкун. Вторым выделенным нами видом камневидных глинистых пород Ингушетии как перспективного сырья для производства клинкерного кирпича являются глинистые сланцы юрского периода, которые распространены на юге республики около селения Эгикал и юго-западнее.

Мощность полезной толщи аргиллитов составляет от 60 до 100 метров. Характерной особенностью данной толщи является чередование пластов собственно аргиллитов и пропластков уплотнённых сланцеватых аргиллитоподобных глин, которые в отличие от аргиллитов медленно размокают в воде и могут проявлять свои пластические свойства при естественном многократном увлажнении и размокании. При выветривании данные аргиллиты и глины превращаются в дисперсную землистую массу тёмно-серого цвета осыпи которой наблюдаются вдоль дороги в южную часть республики. Химический состав аргиллитов и аргиллитоподобных глин данной толщи весьма похож и отнести их можно к полукиислому сырью с высоким содержанием красящих оксидов (табл. 1). Характерной особенностью, типичной для КГП, является повышенное содержание оксида калия и его преобладание над оксидом натрия, а также наличие тонко рассеянного углефицированного органического вещества.

Таблица 1 – Усреднённый химический камневидных глинистых пород Республики Ингушетия, % по массе

Наименование сырья	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ общ.	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂	CO ₂	ППП
Аргиллиты мелового периода	60,50 - 65,35	14,28 - 18,57	3,15 - 5,21	2,55 - 4,81	1,16 - 2,40	0,09 - 0,15	2,69 - 3,76	1,55 - 1,98	0,14 - 0,18	0,09 - 0,11	2,10 - 3,90	5,51 - 8,14
Глинистые сланцы юрского периода	55,81 - 62,24	17,10 - 22,84	3,06 - 5,15	1,89 - 3,76	0,86 - 1,98	0,11 - 0,28	2,95 - 4,12	0,71 - 1,49	0,08 - 0,13	0,09 - 0,10	1,80 - 3,42	5,21 - 8,03

По дообжиговым технологическим керамическим свойства аргиллиты мелового периода Ингушетии относятся к трудноразмокаемому (размокают и распадаются на отдельные мягкие кусочки при многократном увлажнении и высыхании или тонком измельчении (рис. 2), грубодисперсному сырью, дающем умереннопластичные массы при измельчении менее 0,2-0,5 мм (число пластичности от 8 до 12) с небольшой воздушной усадкой (в зависимости от степени измельчения от 3,8 до 6,2 %), являющимся средне- или малочувствительным к сушке, с умеренной механической прочностью на изгиб образцов в сухом состоянии (от 2,2 до 3,4 МПа).

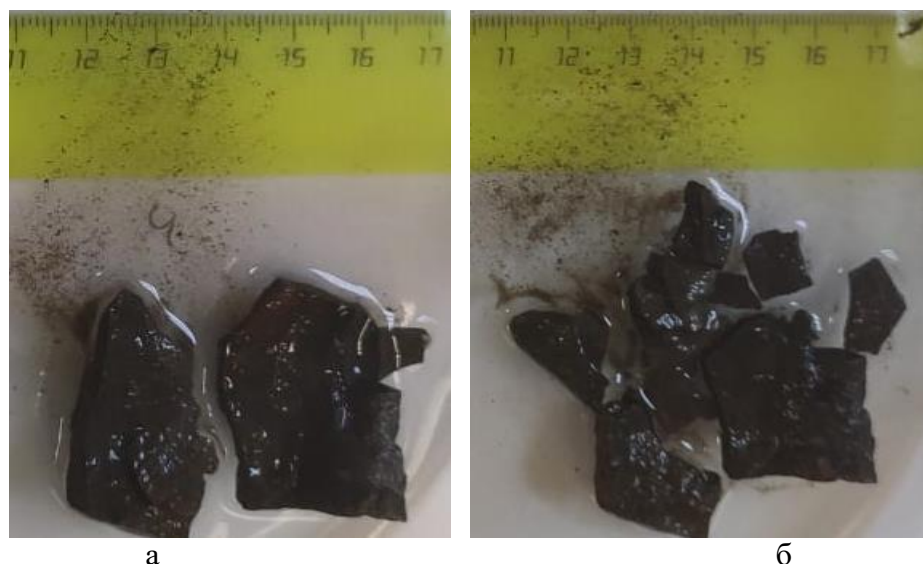


Рисунок 2 – Кусочки КГП мелового периода при однократном (а) и 10-кратном увлажнении водой

По обжиговым технологическим свойствам керамическим свойства аргиллиты относятся к легкоплавкому сильноспекающемуся сырью низкотемпературного спекания с достаточно высокими прочностными характеристиками. Водопоглощение при температуре обжига 1050 °С и измельчении до фракционного состава массы 0-0,5 мм и 0-0,2 мм составляет 3,1 % и 2,1 % соответственно. Предел прочности при сжатии составляет 68,3 и 91,3 МПа, при изгибе 25,8 и 36,5 МПа. Такие показатели вполне достаточны для получения стенового клинкерного кирпича. При увеличении температуры до 1100 °С водопоглощение снижается, а прочность увеличивается. Достаточно хорошие технологические свойства данных пород обусловлены минеральным составом глинистой составляющей, в котором можно выделить 2 ассоциации: гидрослюдисто-хлорит-каолинитовую, для аргиллитов, и гидрослюдисто-хлорит-каолини-монтмориллонитовую для аргиллитоподобных глин.

Глинистые сланцы являются более плотными и прочными породами, так как их формирование происходило путём преобразования первичных глин морского генезиса на стадиях позднего катагенеза и раннего метагенеза при давлениях до 200 МПа и температурах до 300 °С [4]. В зависимости от степени литификации, состава и особенностей локальных тектонических процессов при выветривании глинистые сланцы распадаются на отдельные обломки игольчатой, пластинчатой форм, а также формы близкой к наклонному параллелепипеду (рисунок 3). Для глинистых сланцев характерны гидрослюдисто-хлорит-каолининовые минеральные ассоциации. При этом хлорит, как и гидрослюды, могут отличаться весьма разнообразным составом. По форме обломков глинистых сланцев при разрушении косвенно можно судить о особенностях их минерального состава. Обломки близкой к игольчатой, удлинённо-пластинчатой форме говорят о преобладании гидрослюды игольчатой формы. Обломки пластинчатой формы говорят о преобладании изометрично-пластинчатой гидрослюды. Характерным для глинистых сланцев является то, что глинистые минералы как-бы пропитаны кремнезёмистой скрепляющей массой, за счёт чего они совершенно не размокают в воде и не проявляют своих пластических свойств при принятых в технологии грубой керамики степенях измельчения.

По химическому составу глинистые сланцы принципиально не отличаются от аргиллитов. Отличительным свойством является повышенное в сравнении с аргиллитами содержание оксида алюминия и оксида калия по отношению к оксиду натрия (таблица 1).

По дообжиговым технологическим керамическим свойствам глинистые сланцы юрского периода Ингушетии относятся к неразмокаемому сырью, дающем мало- и умереннопластичные массы при измельчении менее 0,1-0,3 мм (число пластичности от 4-9) с небольшой воздушной усадкой (в зависимости от степени измельчения от 2,6 до 4,3 %), являющимся малочувствительным к сушке, с низкой и умеренной механической прочностью на изгиб образцов в сухом состоянии (от 1,3 до 2,8 МПа). При более тонком измельчении пластичность, механическая прочность на изгиб образцов в сухом состоянии возрастают, а воздушная усадка увеличивается.



Рисунок 3 – Высыпки глинистых сланцев с кусочками игольчатой (а), пластинчатой (б) форм, а также формы близкой к наклонному параллелепипеду (в)

По обжиговым технологическим керамическим свойства глинистые сланцы также относятся к легкоплавкому сильноспекающемуся сырью низкотемпературного спекания с достаточно высокими прочностными характеристиками. Водопоглощение при температуре обжига 1050 °С и измельчении до фракционного состава массы 0-0,3 мм и 0-0,1 мм составляет 4,3 % и 2,0 % соответственно. Предел прочности при сжатии составляет 64,3 и 85,2 МПа, при изгибе 21,6 и 33,7 МПа. Такие показатели вполне достаточны для получения стенового клинкерного кирпича. При увеличении температуры до 1100 °С водопоглощение снижается, а прочность увеличивается, что говорит о возможности выпуска дорожного клинкерного кирпича.

Цвет образцов на основе аргиллитов и глинистых сланцев после обжига коричневатокрасный, коричневый. На образцах не наблюдается высолов. Все обожжённые образцы выдерживают 75 и более циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Таким образом, можно говорить, что камневидные глинистые породы Ингушетии являются перспективным сырьём для производства клинкерного кирпича при температурах обжига 1050-1100 °С. При этом при температурах обжига 950-1050 °С можно получать лицевой кирпич, а при температурах обжига 900-1000 °С рядовой кирпич. Особенностями горно-геологических, инженерно-геологических, горнотехнических и экологических условий разработки камневидных глинистых пород Ингушетии является то, что месторождения не будут разрабатываться так таковые в обычном понимании. Они будут разрабатываться для расширения дорог, устройства придорожных автостоянок, смотровых площадок, расширения площадей поселений, строительства различных инженерных сооружений.

Библиографический список

1. Официальный сайт Федерального агентства по недропользованию. rosnedra.gov.ru
2. Котляр А.В. Клинкерный кирпич низкотемпературного спекания на основе аргиллитоподобных глин и аргиллитов. Дисс... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону. 2018. 199 с.
3. Терёхина Ю.В., Талпа Б.В., Котляр А.В. Минералого-технологические особенности литифицированных глинистых пород и перспективы их использования для производства строительной керамики // Строительные материалы. 2017. № 4. С. 8-10.
4. Фролов В.Т. Литология. Книга 2. М.: МГУ, 1993. 432 с.
5. Котляр В.Д., Козлов А.В., Котляр А.В., Терехина Ю.В. Аргиллитоподобные глины юга России – перспективное сырье для производства клинкерного кирпича. Научное обозрение. 2014. № 7-3. С. 847-850.

Сведения об авторах:

Кархан Мочкиевич Ужахов – к.т.н., профессор кафедры «Строительные дисциплины» Ингушского государственного университета.

Антон Владимирович Котляр – к.т.н., доцент кафедры «Технологический инжиниринг и экспертиза в строительстве» Донского государственного технического университета.

УДК 624.12

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ АВТОТЕХЦЕНТРА В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Буцук И.Н., Маковкина Е.Б., Музыченко Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, inno4kanvkz@mail.ru

В данной статье рассмотрено сравнение двух вариантов конструкций покрытия: 1) сварной ригель; 2) ферма с кронштейном. На основании результатов расчета моделей в программном комплексе SCAD и технико-экономических конструкций был выбран самый оптимальный вариант конструкции покрытия.

Ключевые слова: автотехцентр, общественное здание, конструктивное решение, стальные конструкции, покрытие.

Автотехцентр (см. рисунок 1) был введен в эксплуатацию в 2022 г. в г. Красноярске. В автотехцентре предоставляются комплексные услуги, включающих как техническое обслуживание и ремонт автомобилей, так и их продажу.



Рисунок 1 – Здание автотехцентра

Здание имеет размеры в плане 60×66 м; верхняя отметка несущих конструкций – +56,750 м. Здание состоит из технических этажей высотой 4,5 м на отм. +6,000; +10,500; +15,000; +19,500; помещения шоурума на отм. +24,000 и помещений офисов, расположенных в высокой части здания с отм. +27,900 (всего 7 этажей высотой 3,9 м).

Со стороны осей 1, 12 и ряда Л по периметру здания отметка планировки земли изменяется от +6,000 (вдоль оси 12) до +16,000 (вдоль оси 1); вдоль ряда А отметка планировки земли – 0,000.

Со стороны ряда Л предусмотрена открытая стоянка автомобилей на отм. +19,500, являющаяся одновременно покрытием здания в пролете Е-Л. Вдоль ряда А размещается эстакада для обеспечения въезда автомобилей в мойку, размещаемую на перекрытии на отм. +10,500 м.

Здание - многоэтажное; в технической части в осях 1-8 пролетов А-Б-В-Г-Д – четырех-пятиэтажное с отметкой покрытия +30,000 м; в пролетах Д-Е-Л – трехэтажное с отметкой покрытия +19,500 м. Офисная часть здания в осях 8-12 пролетов А-Б-В-Г-Д представляет собой многоэтажное здание этажерочного типа с отметкой покрытия чердака +56,750.

Металлические колонны двутаврового сечения, сварные, имеют нерегулярный шаг, изменяющийся в поперечном направлении (5 м, 6 м и 7 м); в продольном направлении шаг колонн – регулярный (6 м). Ширина пролета А-Б изменяется по высоте здания из-за наклона наружной стены. Шаг колонн в пролете Г-Д также меняется из-за овальной формы стены,

отделяющей офисную часть здания от технической. Стойки под покрытие и балкон в помещении шоурума – из электросварных труб.

Все перекрытия – железобетонные монолитные по стальным балкам с регулярным креплением арматуры к верхним поясам второстепенных балок перекрытия.

Кровля во всех уровнях решена с внутренним водостоком, кроме пролета Е-Л, где выполнен уклон в сторону ряда Л. Несущей конструкцией мягкой кровли здания является профилированный настил марки Н114-600-1.0. В пролете Е-Л покрытие здания является одновременно открытой стоянкой автомобилей и представляет собой монолитное железобетонное перекрытие по металлическим балкам с несущей пролетной конструкцией – фермой с параллельными поясами.

В технической, низкой части здания, жесткость каркаса обеспечивается в продольном направлении вертикальными связями раскосного и полураскосного типа, в поперечном направлении – жестким рамным сопряжением ригелей, в том числе ферм в пролете Е-Л, с колоннами. В офисной части здания выше отм. +24,000 м рамная жесткая система предусмотрена в двух направлениях, ниже отм. +24,000 м – в поперечном направлении применена рамно-связевая система, в продольном – связевая. Монолитные железобетонные перекрытия выполняют роль горизонтальных дисков каркаса. Все колонны жестко опираются на фундаменты.

Пролетные несущие конструкции – большей частью сварные рамные ригели, пролетом 6 и 12 м. Пролет Л-Е под открытой стоянкой перекрыт фермами с параллельными поясами из прокатных уголков. Монтажные стыки ферм и жесткие узлы крепления к колоннам выполнены на сварке. Балки покрытия опираются на ферму через сварные тавры.

Вертикальные связи по колоннам – из гнutosварных квадратных профилей, за исключением помещения шоурума, где связи выполнены из электросварных труб. Узлы крепления связей – на сварке.

Для покрытия здания с несущей конструкцией из профнастила требуется крепление последнего к балкам и ригелям покрытия в каждом гофре для создания горизонтального диска жесткости.

Со стороны оси 12, начиная с отметки перекрытия +10,500 и до отм. +47,400 предусмотрен балкон; за балконом для размещения труб автономной котельной на отдельном фундаменте устанавливается труба сечением 1420×12 мм. Горизонтально труба раскрепляется к каркасу здания в уровне каждого перекрытия. Свобода температурных перемещений трубы обеспечивается скольжением стали по прокладкам из фторопласта.

Эстакада под въезд автомобилей на перекрытие на отм. +10,500 м со стороны ряда А конструктивно представляет собой железобетонное монолитное перекрытие с несущими стальными сварными и прокатными балками. Главные балки перекрытия опираются на пространственную стойку, составленную сопряжением 4-х электросварных труб. В горизонтальном направлении и от опрокидывания эстакада крепится к колоннам каркаса.

Расчет пространственной схемы здания производился с помощью вычислительного комплекса SCAD. Рассматривалось два варианта снеговой нагрузки на покрытие здания (со снеговыми мешками от перепадов высоты и со снеговыми мешками у парапетов), а так же ветровое воздействие в четырех направлениях относительно здания для подбора наиболее неблагоприятных усилий. Сейсмичность площадки строительства – 6 баллов согласно СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» по карте сейсмического районирования ОСР-2015-В.

Результаты расчета в ПК SCAD представлены на рисунках 2 – 15.

Также в комплексе SCAD был произведен расчет на прогрессирующее (лавинообразное) обрушение, в соответствии с действующими рекомендациями. Удаляемый элемент (колонна первого этажа) показан на рисунке 16. По результатам расчета получены коэффициенты использования элементов, представленные на рисунке 17.

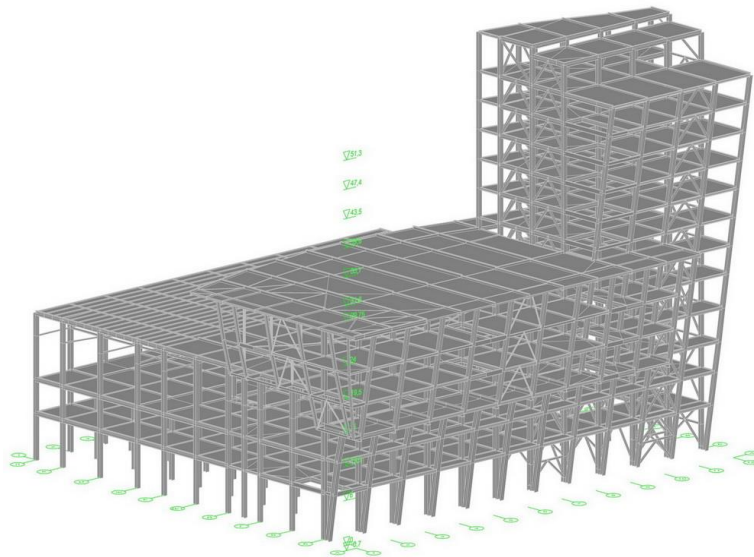


Рисунок 2 – Расчетная модель

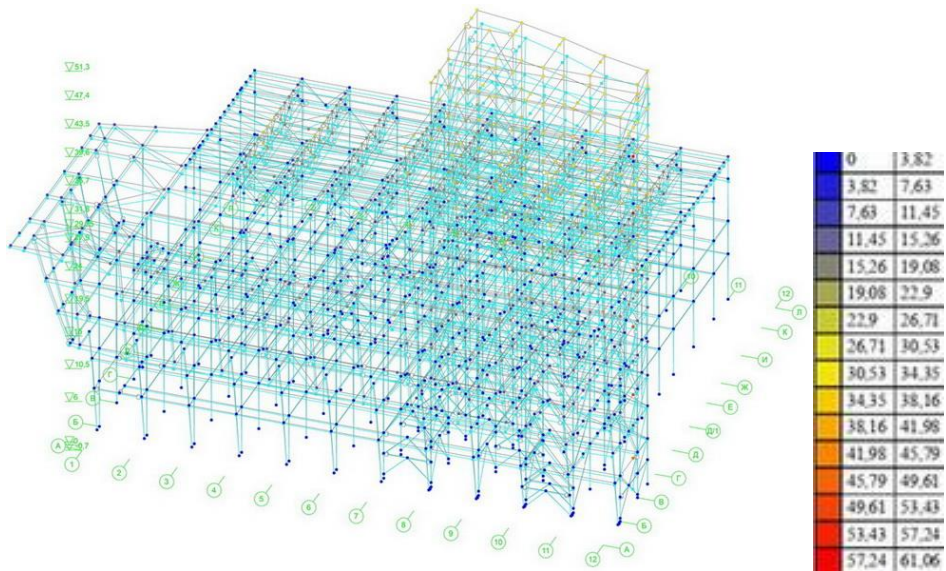


Рисунок 3 – Деформированная схема от постоянных нагрузок

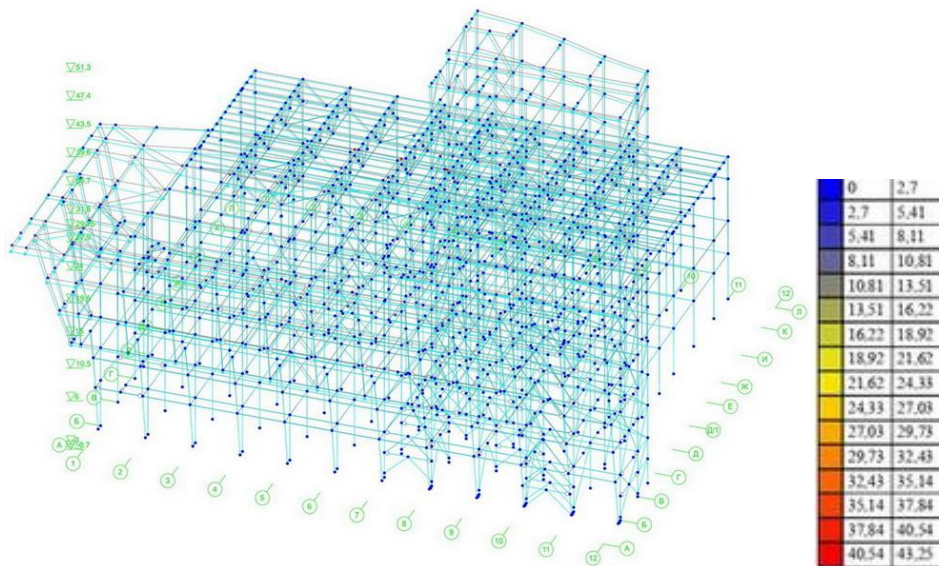


Рисунок 4 – Деформированная схема от снеговой нагрузки

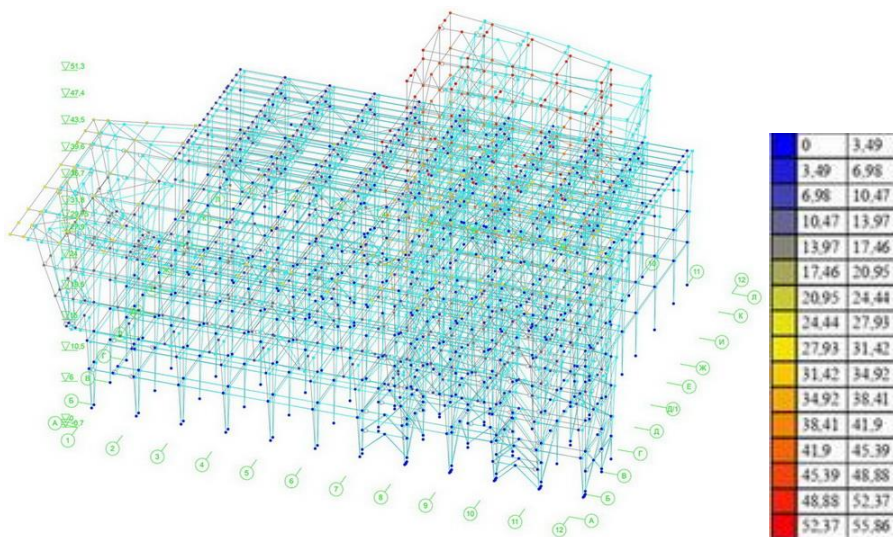


Рисунок 5 – Деформированная схема от ветра вдоль буквенных осей от оси 1 к оси 12 (динамика и статика)

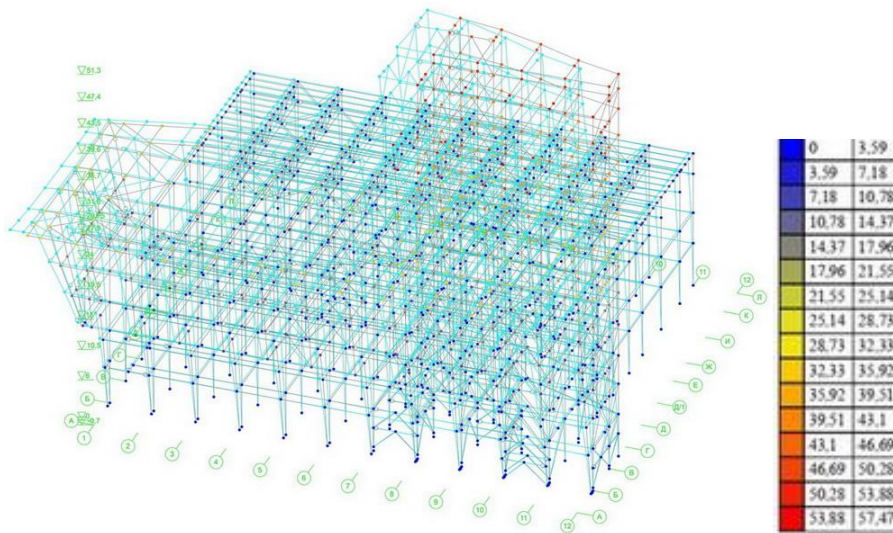


Рисунок 6 – Деформированная схема от ветра вдоль буквенных осей от оси 12 к оси 1 (динамика и статика)

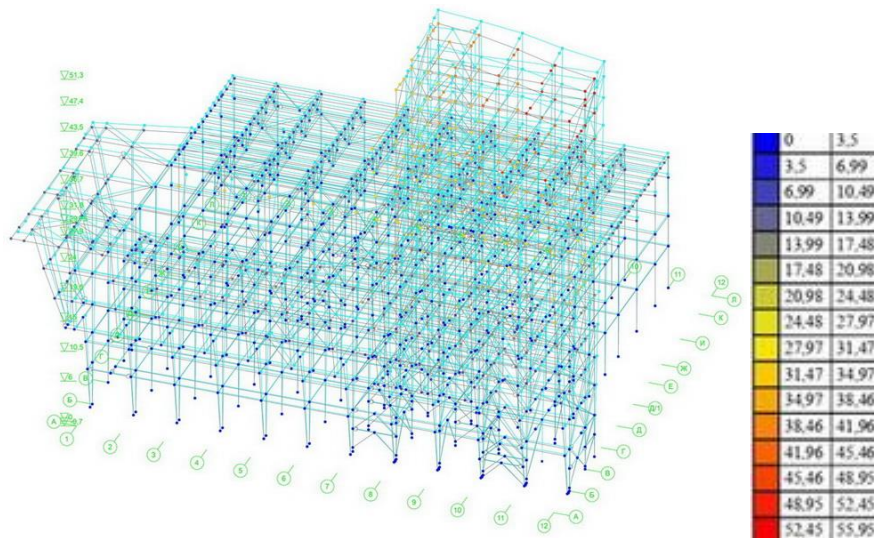


Рисунок 7 – Деформированная схема от ветра вдоль цифровых осей от оси А к оси Л (динамика и статика)

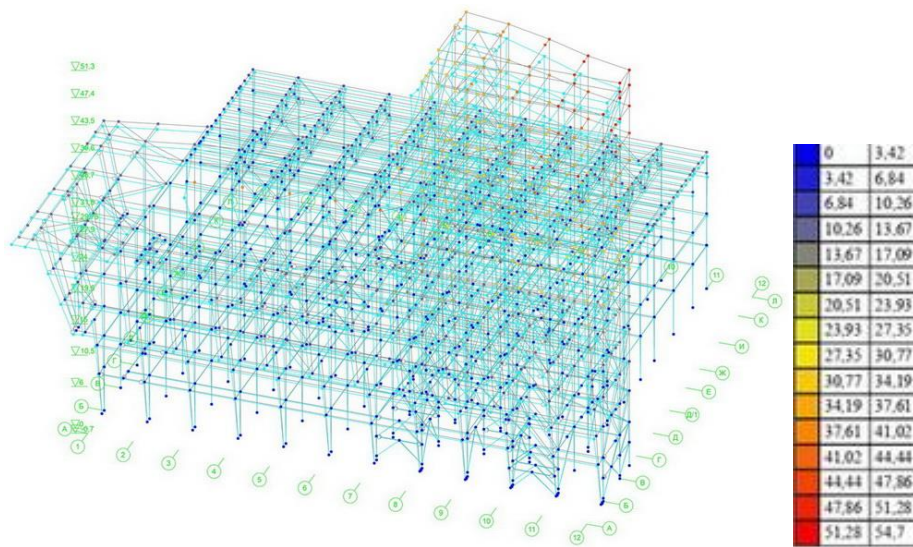


Рисунок 8 – Деформированная схема от ветра вдоль цифровых осей от оси Л к оси А (динамика и статика)

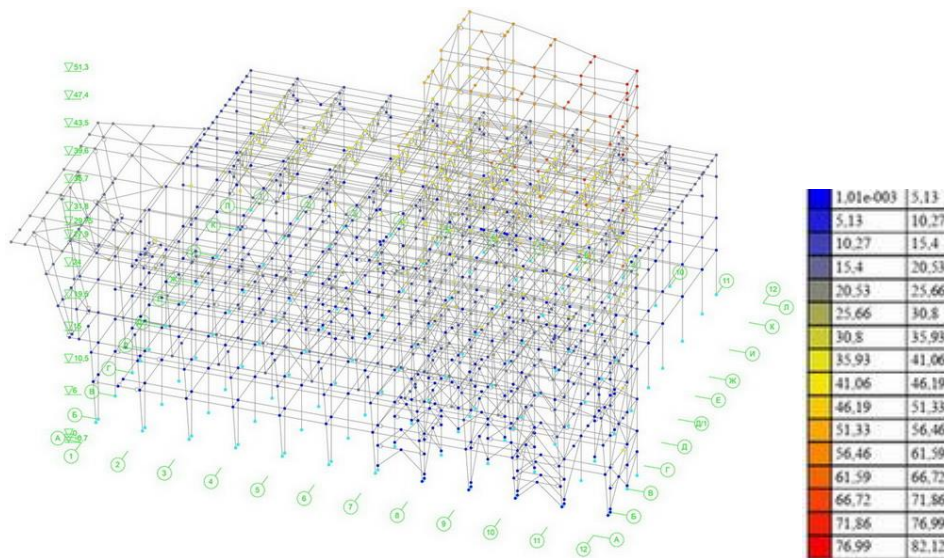


Рисунок 9 – Суммарное расчетное сочетание прогибов (мм)

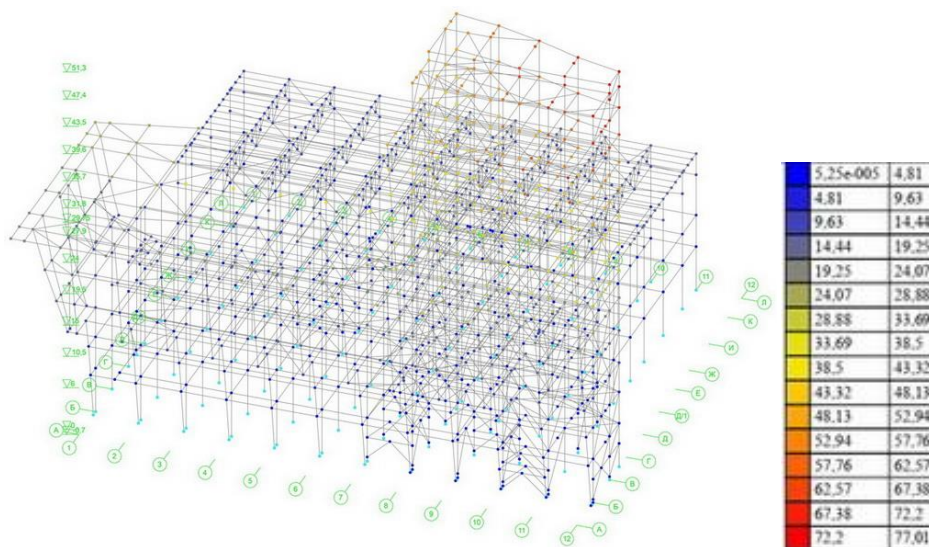


Рисунок 10 – Горизонтальное расчетное сочетание прогибов (мм)

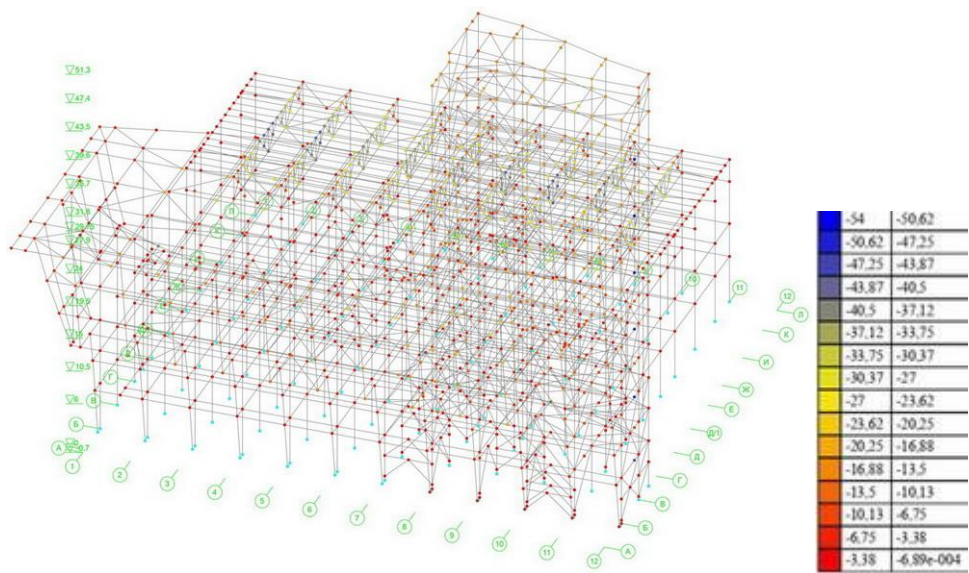


Рисунок 11 – Расчетное сочетание прогибов по оси Z (мм)

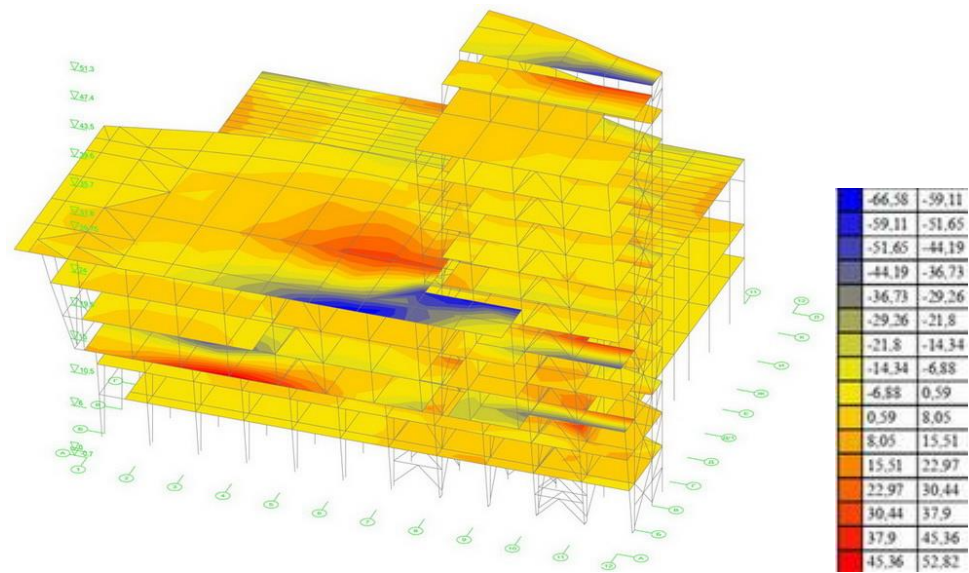


Рисунок 12 – Изополя напряжений σ_x (т/м²)

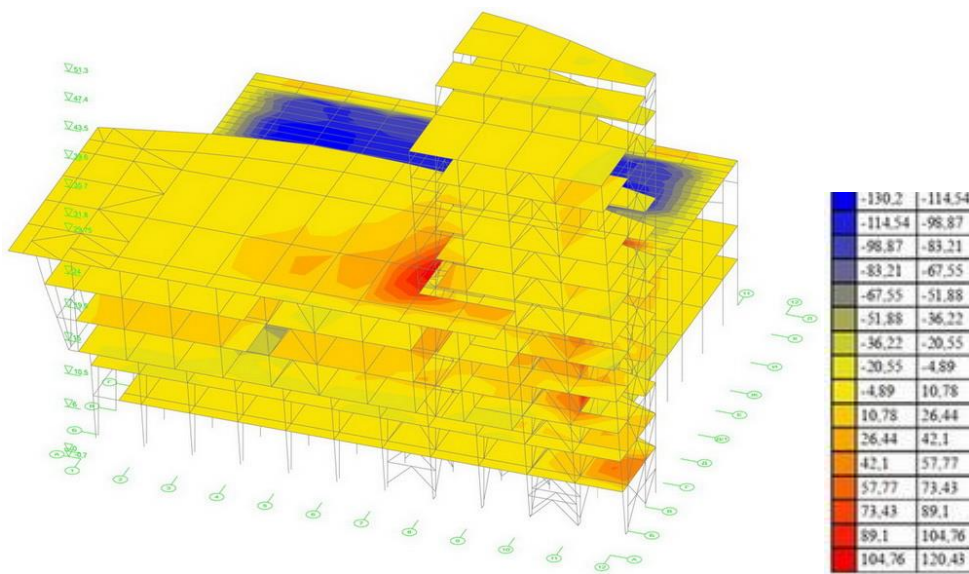


Рисунок 13 – Изополя напряжений σ_z (т/м²)

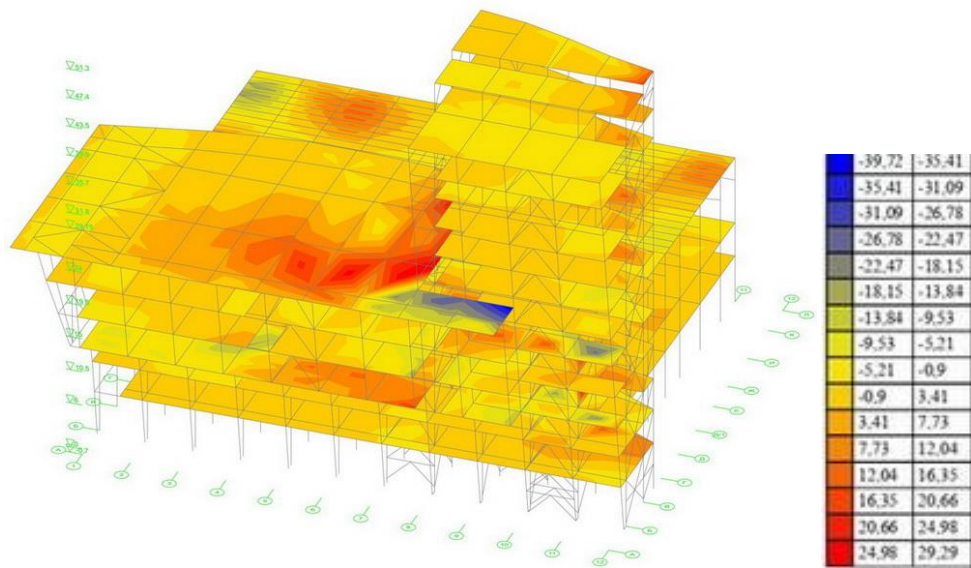


Рисунок 14 – Изополя напряжений τ_{xz} (Т/М²)

6.04e-004 | 0,89

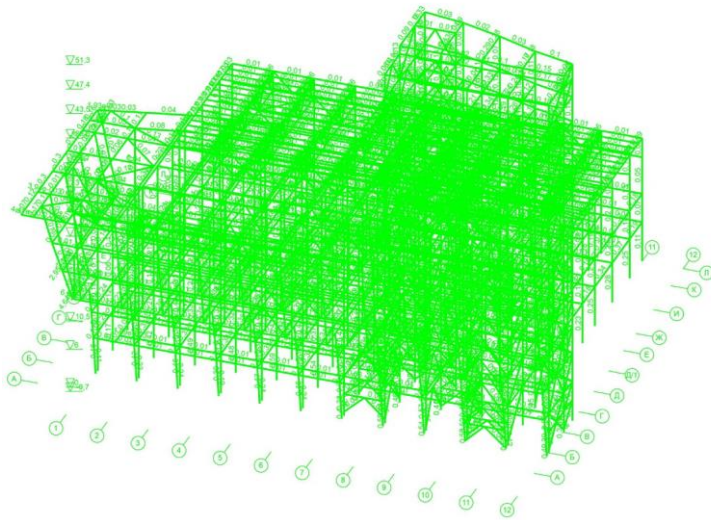


Рисунок 15 – Коэффициенты использования элементов

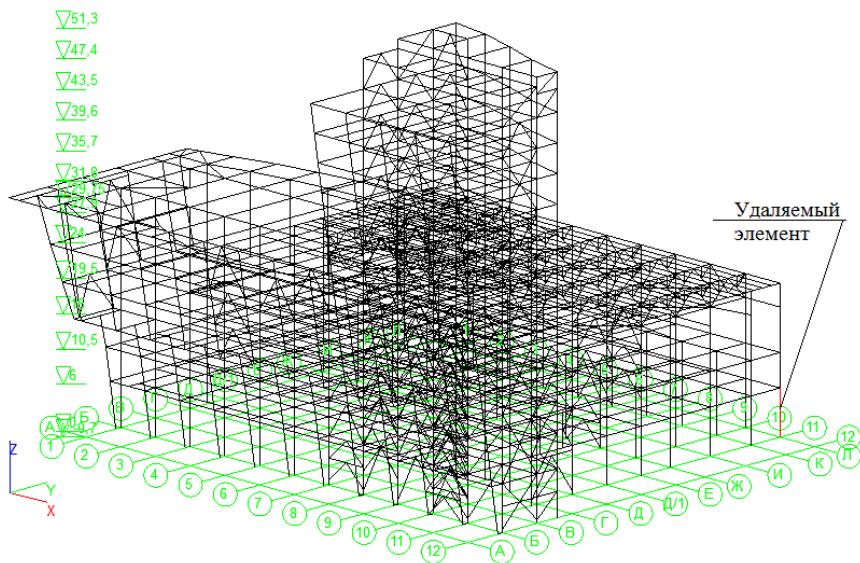


Рисунок 16 – Удаляемый элемент

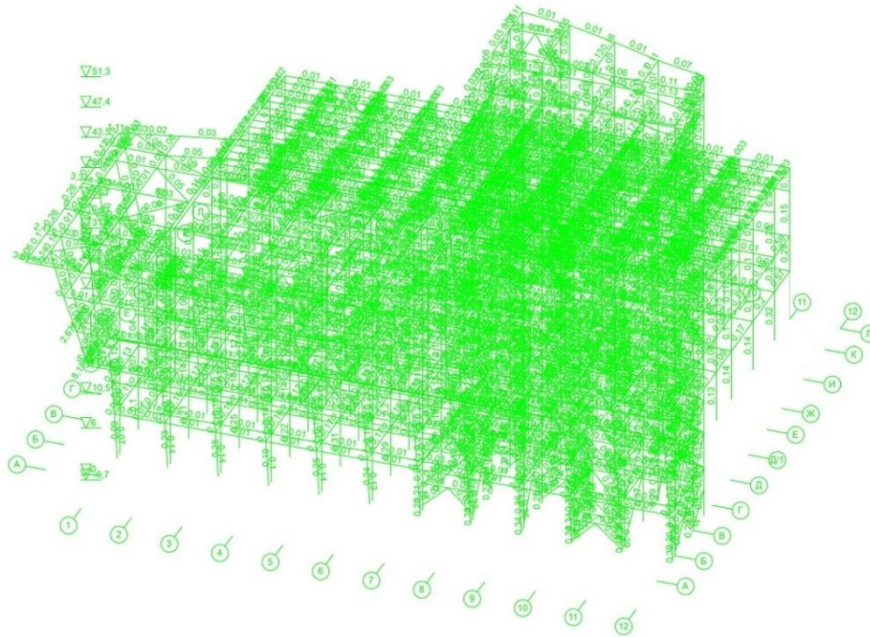


Рисунок 17 – Коэффициенты использования элементов при прогрессирующем обрушении

Таким образом, все полученные коэффициенты использования ограничений K_{\max} меньше единицы, следовательно, при данном виде обрушения подобранных сечений достаточно.

Были рассмотрены два варианта решения конструкций покрытия на отм. +30,000:

1) сварной ригель двутаврового сечения, расчетная схема и сечение которого представлены на рисунках 18-19;

Рисунок 18 – Расчетная схема ригеля

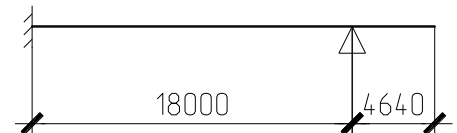
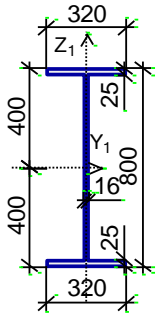


Рисунок 19 – Сечение ригеля



2) ферма высотой 1500 мм и в осях Б-Д (пролет 18 м) с параллельными поясами из двух уголков, расположенных тавром, и кронштейн в осях Д-Д/1 (пролет 4,64 м). Расчетная схема фермы и кронштейна в ПК SCAD представлена на рисунке 20.

Сечение кронштейна – прокатный двутавр I25Б2 по ГОСТ Р 57837-2017, геометрические размеры которого представлены на рисунке 21. Сечение связи кронштейна - гнутая сварная квадратная труба Гн 80х6 по ГОСТ 30245-2003.

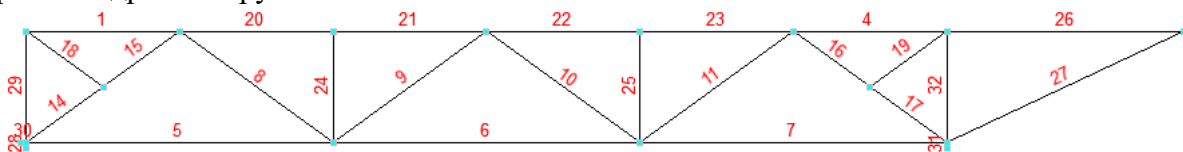
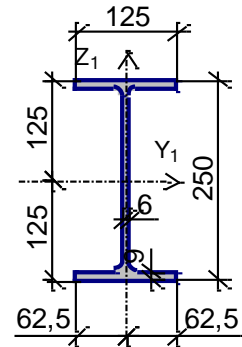


Рисунок 20 – Расчетная схема фермы и кронштейна в ПК SCAD

Рисунок 21– Сечение балки кронштейна



Для технико-экономической оценки при проектировании, как отдельных стальных элементов, так и конструкций в целом, используются такие показатели как расход стали (T), трудоемкость изготовления и монтажа (чел.-дн.), стоимость (руб.).

Основной экономический показатель стальных конструкций - стоимость, которая складывается из стоимости материала, работ по изготовлению и монтажу конструкции, стоимости энергии, топлива и материалов на технологические нужды, а также цеховых и общезаводских расходов, отражающих капиталовложения по организации производства и эксплуатационные расходы предприятия.

В качестве наилучшего варианта из нескольких возможных выбирается тот вариант, который обеспечит наивысшую сравнительную экономическую эффективность капитальных вложений. Минимум приведенных затрат - это показатель, характеризующий сравнительную экономическую эффективность капитальных вложений.

Приведенные затраты, учитывающие стоимость конструкций «в деле» и дополнительные инвестиции (капитальные вложения) на осуществления каждого из вариантов конструкций, определяются по формуле:

$$\Pi = E_n(K_m + K_c) + C_{к.д.},$$

где E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, принятый равным 0,12;

K_m - инвестиции в металлургию, которые принимаются равными для каждой тонны конструкций 2,5 от цены набора проката ($c_{н.п.}$), руб./год;

K_c - то же, в строительную базу, принимают из расчета на каждую тонну смонтированных конструкций, руб./год;

$C_{к.д.}$ - стоимость конструкций в деле, руб.

$$C_{к.д.} = G[(c_{н.п.} + t_u \cdot a_u \cdot 7,15 + 12,05) \cdot k_n + c_m + t_m \cdot a_m \cdot 3,52] \cdot k_{н.м.} \cdot k_{п.м.},$$

где t_u, t_m - удельные трудоемкости изготовления и монтажа в чел.-ч на 1 т конструкций;

a_u, a_m - тарифы средних разрядов работы при изготовлении и монтаже;

c_m - стоимость транспортирования одной тонны конструкций до монтажной площадки, составляет 805 руб/т.;

$c_{н.п.}$ - стоимость набора проката для одной тонны конструкции, цены принимаются по прейскуранту «Завода металлоконструкций и сеток» в г. Красноярске;

$k_n, k_{н.м.}, k_{п.м.}$ - коэффициенты, учитывающие соответственно прибыль завода металлоконструкций, накладные расходы и прибыль монтажной организации.

$$k_n = 1,042; k_{н.м.} = 1,083; k_{п.м.} = 1,06.$$

Трудоемкость и удельная трудоемкость изготовления и монтажа конструкций определяется по степенной зависимости трудоемкости от массы конструкций:

$$T_u = A_u \cdot m^{1-b};$$

$$T_m = A_m \cdot m^d;$$

$$t_u = \frac{A_u}{m^b};$$

$$t_m = \frac{A_m}{m^d},$$

где m - масса конструкций;

A_u, b - параметры зависимости трудоемкости изготовления;

A_M, d - то же, трудоемкости монтажа.

Следует отметить, что удельная трудоемкость не может быть критерием оценки вариантов.

Для ферм: $A_u = 23,0$; $b = 0,41$; $A_M = 21,5$; $d = 0,68$.

Для сварных балок: $A_u = 17,4$; $b = 0,19$; $A_M = 11,4$; $d = 0,29$.

1) Масса металла, требующаяся для одной конструкции, рассчитана с помощью ПК SCAD. Общая масса конструкций:

Ригель: $G = 5,293 \cdot 7 = 37,044$ т;

Ферма и кронштейн: $G = 1,805 \cdot 7 = 12,642$ т.

2) Трудоемкость изготовления конструкций:

Ригель: $T_u = 17,4 \cdot 37,044^{1-0,19} = 324,50$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $T_u = 23,0 \cdot 12,642^{1-0,41} = 102,75$ чел. -ч.

3) Трудоемкость монтажа конструкций:

Ригель: $T_M = 11,4 \cdot 37,044^{1-0,29} = 148,15$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $T_M = 21,5 \cdot 12,642^{1-0,68} = 48,42$ чел. -ч.

4) Удельная трудоемкость изготовления конструкций:

Ригель: $t_u = \frac{17,4}{37,044^{0,19}} = 8,76$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $t_u = \frac{23,0}{12,642^{0,41}} = 8,13$ чел. -ч.

5) Удельная трудоемкость монтажа конструкций:

Ригель: $t_M = \frac{11,4}{37,044^{0,29}} = 4,0$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $t_M = \frac{21,5}{12,642^{0,68}} = 3,83$ чел. -ч.

6) Стоимость набора проката для одной тонны конструкции:

Ригель: $c_{н.п.} = \frac{(14,434+3,367+19,243) \cdot 101000}{37,044} = 101000$ руб./т;

Ферма и кронштейн: $c_{н.п.} = (0,42 \cdot 94000 + 3,164 \cdot 96000 + 1,267 \times \quad \times 98500 + 4,893 \cdot 113000 + 0,476 \cdot 96000 + 0,959 \cdot 103500 + 1,463 \cdot 90500) // 12,642 = 102969,3$ руб./т.

7) Оплата труда рабочих при изготовлении:

Ригель: $a_u = 221,26$ руб.;

Ферма и кронштейн: $a_u = 843,67$ руб.

8) Оплата труда рабочих при монтаже:

Ригель: $a_M = 159,28$ руб.;

Ферма и кронштейн: $a_M = 206,31$ руб.

9) Стоимость конструкций в деле

Ригель: $C_{к.д.} = 37,044 \cdot [(101000 + 8,76 \cdot 221,26 \cdot 7,15 + 12,05) \times \quad \times 1,042 + 805 + 4 \cdot 159,28 \cdot 3,52] \cdot 1,083 \cdot 1,06 = 5219727$ руб.;

Ферма и кронштейн: $C_{к.д.} = 12,642 \cdot [(102,969,3 + 8,13 \cdot 843,67 \times \quad \times 7,15 + 12,05) \cdot 1,042 + 805 + 3,83 \cdot 206,31 \cdot 3,52] \cdot 1,083 \cdot 1,06 = \quad = 2350993$ руб.

10) Инвестиции в металлургию:

Ригель: $K_M = 101000 \cdot 2,5 = 252500$ руб.;

Ферма и кронштейн: $K_M = 102969,3 \cdot 2,5 = 256740,7$ руб.

11) Инвестиции в строительную базу:

Ригель: $K_C = 37,044 \cdot 2,5 = 92,61$ руб.;

Ферма и кронштейн: $K_C = 12,642 \cdot 2,5 = 31,61$ руб.

12) Приведенные затраты:

Ригель: $\Pi = 0,18 \cdot (252500 + 92,61) + 5219727 = 5265193$ руб.;

Ферма и кронштейн: $\Pi = 0,18 \cdot (256740,7 + 31,61) + 2350993 = 2397212$ руб.

По результатам анализа приведенных затрат, второй вариант (ферма с кронштейном) является более экономически выгодным за счет меньшего расхода стали.

Однако фермы более трудоемки в изготовлении и монтаже, чем сварные балки. Кроме того высота ферм больше, чем у балок, что увеличивает строительный объем здания, требует дополнительных затрат на отопление, вентиляцию и освещение расположенных в здании помещений. Также для ферм требуется установка дополнительных связей в покрытии, дополнительной монтажной оснастки.

Исходя из всего вышеперечисленного, первый вариант (сварной ригель) является более выгодным.

Библиографический список

1. СП 16.13330.2017. «Стальные конструкции». М. 2017г. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*; введ. 28-08-2017 // Техэксперт : информационно-справочная система. Электронные данные. – Москва, 2017. Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та;
2. Буцук И.Н., Громенко А.А., Музыченко Л.Н. Пути снижения материалоемкости стальных конструкций печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 12-14 мая 2021г./под общ. ред. Козырева Н.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2021. – Вып. 25. Ч. V Технические науки – 456с. - С. 186-190.;
3. Боброва Е.Е., Музыченко Л.Н. Легкие металлоконструкции в каркасах одноэтажных промышленных зданий печатная Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 8 -10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матехиной О.В., Алешиной Е.А., Благиных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 275 -276.
4. Буцук И.Н., Музыченко Л.Н., Саломатин Н.М. Пути снижения материалоемкости металлических конструкций (статья) печатная Современный взгляд на будущее науки часть 2: Сборник статей Международной научно-практической конференции 20 марта 2017г./НИЦ АЭТЭРНА - Казань, 2017. – с.54-61

Сведения об авторах:

Буцук Инна Николаевна – старший преподаватель кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Маковкина Екатерина Борисовна – обучающийся Архитектурно - строительного института Сибирского государственного индустриального университета.

Музыченко Людмила Николаевна – доцент, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЭСТАКАДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Буцук И.Н., Куртуков К.В., Музыченко Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, inno4kanvkz@mail.ru

В статье дано описание конструктивного решения железнодорожной эстакады для транспортировки изложниц со стальными слитками из электросталеплавильного цеха в прокатные цеха металлургического комбината в г. Новокузнецке, выявлены в результате обследования дефекты конструкций, приведены мероприятия по их устранению.

Ключевые слова: эстакада, пролетные строения, слитки, пути, дефекты

Сооружение железнодорожной эстакады представляет собой разрезные сталежелезобетонные пролетные строения с устроенными железнодорожными путями для движения железнодорожных составов со слитками металла (см. рисунок 1).



Рисунок 1 – Вид железнодорожной эстакады

Общая длина эстакады составляет ≈ 576 м.

Отметка головки рельса железнодорожного пути – плюс 8,500 м.

Среда эксплуатации производственной части – слабоагрессивная.

За относительную отметку 0,000 принята отметка пола первого этажа электропечного отделения электросталеплавильного цеха, что соответствует абсолютной отметке 201,500 м.

Устойчивость сооружения железнодорожной эстакады обеспечивается жестким защемлением колонн в фундаментах, постановкой горизонтальных связей по нижним поясам балок, жестким сопряжением плит балластного корыта с верхними поясами балок и постановкой вертикальных связей между балками.

Пролетные строения представляют собой разрезные сталежелезобетонные пролётные строения с ездой по верху на балласте железнодорожных составов со слитками металла.

Каждое пролётное строение эстакады опирается на колонны через специальные типовые опорные части: одна опора неподвижная, другая подвижная.

Колонны пролетных строений эстакады – железобетонные. Основной шаг колонн 13,5 м и 18,7 м.

Траверсы – сборные железобетонные.

Стальные балки пролетных строений приняты разрезные, сплошностенчатые, сварные.

Вертикальные связи между балками имеют тавровое сечение из прокатных уголков, крепление связей к балкам выполнено на сварке.

Горизонтальные связи по нижним поясам балок приняты из прокатных уголков.

Плиты балластного корыта – сборные железобетонные. Плиты крепятся к верхнему поясу балок через гибкие упоры на высокопрочных болтах.

Опоры под столбы освещения – сборные железобетонные.

Фундаменты – железобетонные монолитные на свайном основании.

Работа по обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций железнодорожной эстакады, выполнена на основании технического задания на выполнение работ.

Цель работы состояла в определении действительного технического состояния несущих строительных конструкций объекта обследования и выдачи заключения об условиях их дальнейшей безопасной эксплуатации.

Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций выполнена в соответствии с техническим заданием в следующем объеме:

- определение конструктивной и расчетной схем несущих конструкций;
- контрольные обмеры (геометрические размеры) элементов и конструкций обследуемых строительных конструкций, их узлов и соединений;
- визуальное и инструментальное обследование строительных конструкций с выявлением дефектов и повреждений по внешним характерным признакам. Фотографирование дефектов и повреждений (в фундаментах (по косвенным признакам); в железобетонных колоннах; в железобетонных траверсах; в стальных балках пролетных строений; в вертикальных связях между балками; в горизонтальных связях по нижним поясам балок; в плитах балластного корыта; в ходовых плитах; в конструкциях освещения; в кронштейнах и горизонтальных связях по кронштейнам; в ограждении);
- отбор проб и проведения химического анализа материала несущих металлоконструкций мостового строения;
- определение прочностных характеристик бетона несущих конструкций;
- составление схем и ведомостей дефектов и повреждений с указанием мест, характера и геометрических параметров, необходимых для разработки рекомендаций по их устранению. Оценка технического состояния на основе визуального обследования по дефектам и повреждениям с выполнением поверочных расчетов;
- сбор фактических нагрузок с учетом действующих норм;
- выполнение поверочных расчетов конструкций и их элементов по действующим строительным нормам и правилам, с определением несущей способности элементов, узлов и соединений;
- составление заключения по обследованию и оценке технического состояния строительных конструкций железнодорожной эстакады и определение необходимых условий, обеспечивающих их безопасную эксплуатацию.

Были проработаны чертежи и проектная документация на строительство железнодорожной эстакады, разработанные в 1979. На основе этого были установлены следующие исходные данные:

1 Материалы конструкций, принятые в рабочих чертежах:

- стальные балки эстакады – сталь 15ХСНД-15 по ГОСТ 19282-73;
- вертикальные и горизонтальные связи – сталь 15ХСНД-12 по ГОСТ 19281-73*;

- железобетонные колонны – бетон марки М200, что соответствует классу бетона В15;
- железобетонные плиты балластного корыта – бетон марки М400, что соответствует классу бетона В30.

2 Класс сооружения по ГОСТ 27751-2014 – КС-2 (уровень ответственности нормальный), коэффициент надёжности по ответственности $\gamma_n = 1,0$.

Визуальное и инструментальное обследование несущих строительных конструкций проводилась в феврале 2022 г. с выявлением и фиксацией дефектов, повреждений узлов и элементов, с использованием инструментов (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Перечень использованных при обследовании приборов и оборудования

Наименование
Фотоаппарат цифровой Panasonic DMC-FT25
Фотоаппарат цифровой Panasonic DMC-TZ30
Ручной лазерный дальномер «DISTO D510»
Толщиномер ультразвуковой А1209
Твердомер МЕТ-УД
Измеритель прочности ударно-импульсный ОНИКС-2.51
Теодолит 4Т30П
Набор для ВИК
Молоток

Для определения твёрдости стали строительных конструкций применялся твердомер МЕТ-УД. Для определения прочностных характеристик бетона применялся измеритель прочности ударно-импульсный ОНИКС-2.51.

В ходе натурных работ были выполнены обмеры строительных конструкций с помощью инструментов для визуального и измерительного контроля (комплекта ВИК) и лазерного дальномера. Были определены основные геометрические размеры сооружения и геометрические размеры сечений основных несущих конструкций.

По результатам обмеров установлено следующее:

- основные геометрические размеры сооружения (длина, ширина, высота и т.п.) соответствуют принятым в рабочей документации;
- фактические сечения строительных конструкций сооружения в основном соответствуют принятым в рабочей документации.

Все обнаруженные дефекты и повреждения разделены на категории (в зависимости от степени опасности) условно приняты буквенные обозначения категорий опасности дефектов и повреждений:

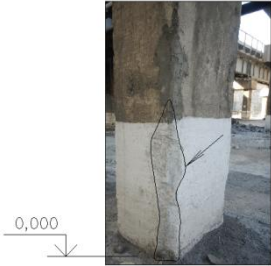


- «А» – дефекты и повреждения аварийного характера;
- «Б» – дефекты и повреждения, приводящие к ограниченно-работоспособному состоянию строительных конструкций;
- «В» – дефекты и повреждения локального характера, но при этом строительные конструкции находятся в работоспособном состоянии.

При натурном обследовании строительных конструкций сооружения железнодорожной эстакады электро-сталеплавильного цеха были выявлены дефекты и повреждения относящиеся к категориям Б и В. Дефектов категории А не обнаружено.

Подробные сведения о дефектах, повреждениях, их параметрах и месторасположении оформлены в виде «Ведомости дефектов и повреждений» (см. таблицу 2). В конструкциях, не указанных в ведомостях, дефекты и повреждения в результате обследования не обнаружены.

Состояние фундаментов определялось без вскрытия, по косвенным признакам. По результатам обследования конструкций повреждений, указывающих на потерю несущей способности фундаментов и оснований, не обнаружено и в соответствии с этим их детальное (инструментальное) обследование не требуется.

Таблица 2 – Ведомость дефектов и рекомендации по их устранению

Номер дефекта	Цифровая ось	Буквенная ось	Категория опасности дефекта	Дефекты или повреждения	Рекомендации по устранению дефекта
1К	3		Б	 <p>Сколы бетона колонны глубиной до 50 мм на длине 1000 мм с оголением и поверхностной коррозией арматуры</p>	Выполнить ремонт
2К	1		Б	 <p>1. Горизонтальные трещины по бетону колонны с шириной раскрытия до 2 мм. 2. Вертикальные трещины по бетону колонны с шириной раскрытия до 5 мм.</p>	Выполнить ремонт
Б	5-6		Б	 <p>Отверстия в полке нижнего пояса балки</p>	Выполнить усиление

Причинами возникновения дефектов и повреждений строительных конструкций могут быть: нарушение правил эксплуатации, воздействие атмосферных осадков, нарушение технологических процессов.

По результатам измерения установлено, что:

1 Значения временного сопротивления металлических конструкций при растяжении σ_b (предел прочности) при пересчете, согласно ГОСТ 22761-77 находятся в пределах:

– балки пролетного строения – 475– 492 МПа, что не ниже временного сопротивления при растяжении σ_b (предел прочности) сталей С375 по ГОСТ 27772-2015.

2 Замеры прочности бетона производились по ГОСТ 22690-2015 по результатам контрольных замеров средняя прочность бетона железобетонных колонн не ниже значений, предусмотренных проектной маркой бетона М200 (класс бетона В20).

Примененные материалы соответствуют условиям эксплуатации и требованиям действующих норм.

По результатам изучения химической агрессивности производственной среды степень ее воздействия на строительные конструкции классифицирована как слабоагрессивная.

Гидрологические, аэрологические и атмосферные воздействия не оказывают влияния на несущую способность строительных конструкций.

Расчетные значения природно-климатических воздействий, действующих на строительные конструкции, приведены в таблице 3.

Пространственные статические расчеты по определению грузоподъемности металлоконструкций пролетного строения с учетом сейсмического воздействия 7 баллов выполнены в программе «SCAD».

Прочностные характеристики материалов приняты по результатам обследования.

Расчётное сопротивление стали с учётом коэффициента надёжности по материалу $\gamma_m = 1,1$:

– сталь марки С 375 по ГОСТ 27772-2015 – $[R_y] = 3300 \text{ кгс/см}^2$.

Для расчета железнодорожной эстакады приняты временные нагрузки на конструкции от подвижного состава: тепловоз ТГМ4, тележки со слитками, максимальная масса состава поезда 113 т.

Согласно СП 35.13330.2011, пункт 6.1 – временные нагрузки взаимоисключают прочие нагрузки, поэтому в расчете: вертикальные нагрузки взаимоисключают взаимодействие морозного пучения грунта и строительные нагрузки; горизонтальные поперечные удары подвижного состава взаимоисключают сейсмические нагрузки

Таблица 3 – Природно-климатические воздействия

Наименование воздействия	Значение, согласно нормам, действовавшим при проектировании (1979 г.)	Значение, согласно материалам предыдущей оценки технического состояния (2017 г.)	Значение, согласно действующим нормам (2022 г.)
Расчетное значение веса снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли	IV снеговой район 2,1 кПа	$0,7 \times 2,4 \text{ кПа} \times 1,4 = 2,35 \text{ кПа}$	$1,8 \text{ кН/м}^2 \times 1,4 = 2,52 \text{ кН/м}^2 = 2,52 \text{ кПа}$ (по [12])
Расчетное значение ветрового давления	II ветровой район $35 \text{ кгс/м}^2 \times 1,4 = 49 \text{ кгс/м}^2 = 0,49 \text{ кПа}$	III ветровой район $0,38 \text{ кПа} \times 1,4 = 0,53 \text{ кПа}$	III ветровой район $0,38 \text{ кПа} \times 1,4 = 0,532 \text{ кПа}$ (по [12])
Расчетная температура наружного воздуха по наиболее холодным суткам	минус $41 \text{ }^\circ\text{C}$	минус $45 \text{ }^\circ\text{C}$	минус $45 \text{ }^\circ\text{C}$
Расчетная сейсмичность района	6 баллов	7 баллов	7 баллов (по [8])

Результаты статического расчета несущей конструкций эстакады представлены на рисунках 2 – 8.

В процессе расчета выполнена проверка несущей способности конструкций пролетного строения эстакады с указанием коэффициентов использования. Значения коэффициента 1,0 и менее указывает на обеспечение несущей способности, значения более 1,0 указывает на ее недостаток.

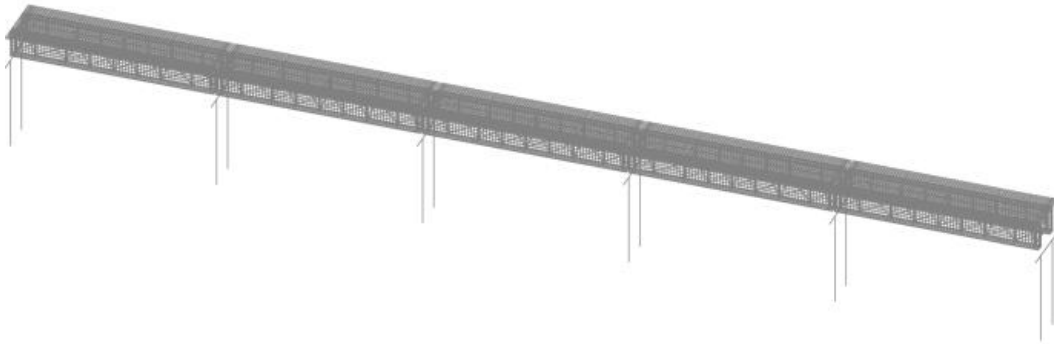


Рисунок 2 – Расчетная схема железнодорожной эстакады, заданная в SCAD

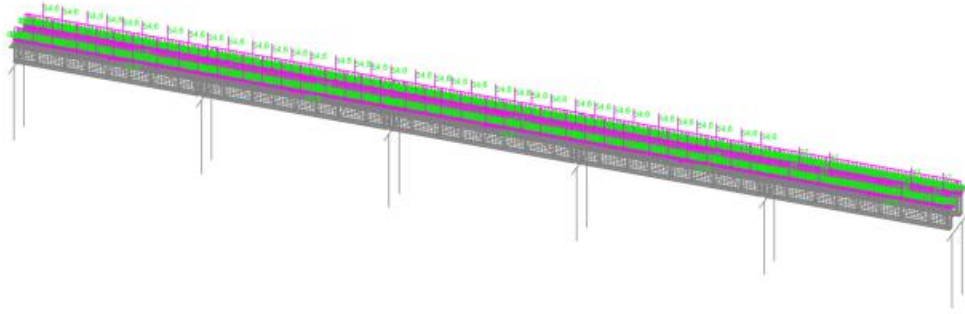


Рисунок 3 – Расчетная схема железнодорожной эстакады с приложенными нагрузками, заданная в SCAD

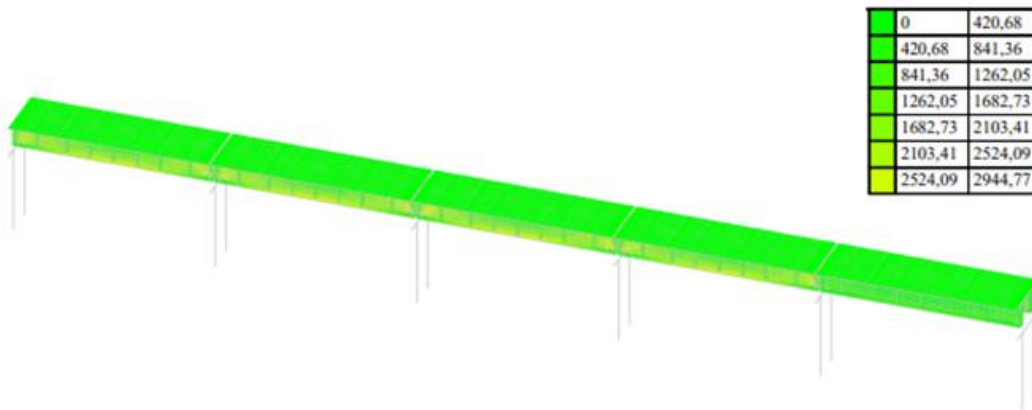


Рисунок 4 – Расчетная схема балки железнодорожной эстакады после приложения нагрузок, заданная в SCAD

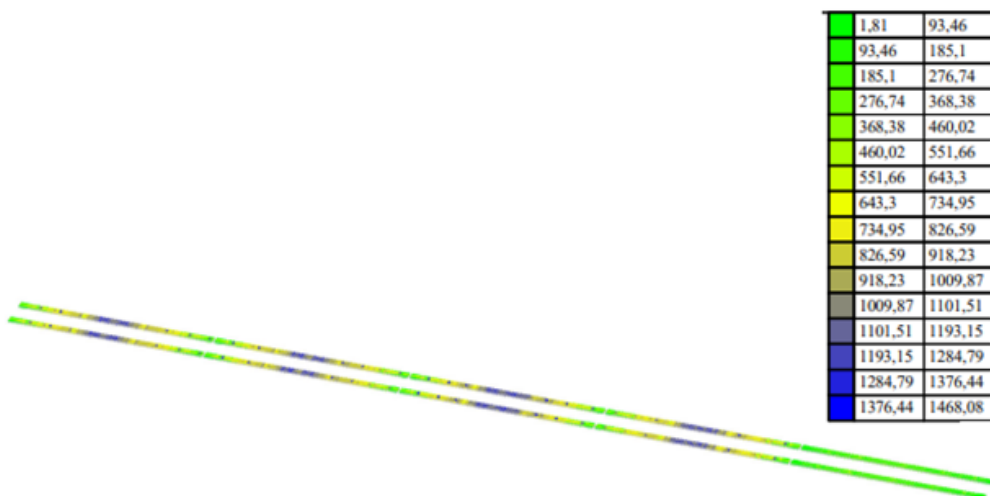


Рисунок 5 – Расчетная схема верхнего пояса балки железнодорожной эстакады после приложения нагрузок, заданная в SCAD

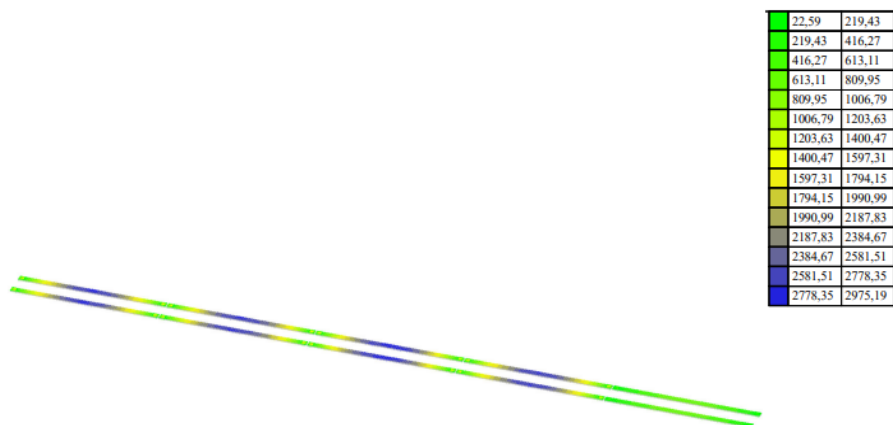


Рисунок 6 – Расчетная схема нижнего пояса балки железнодорожной эстакады после приложения нагрузок, заданная в SCAD

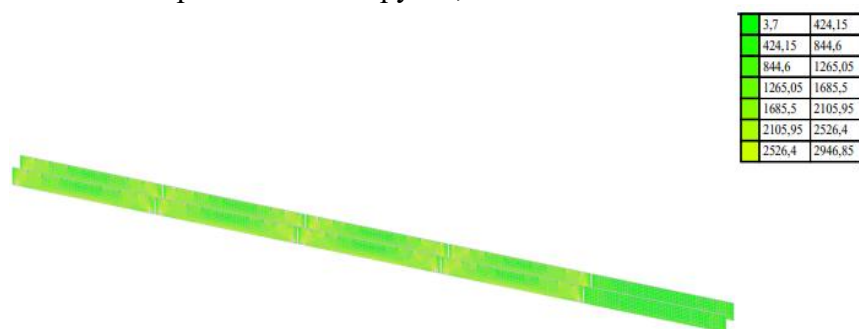


Рисунок 7 – Расчетная схема стенок балки железнодорожной эстакады после приложения нагрузок, заданная в SCAD

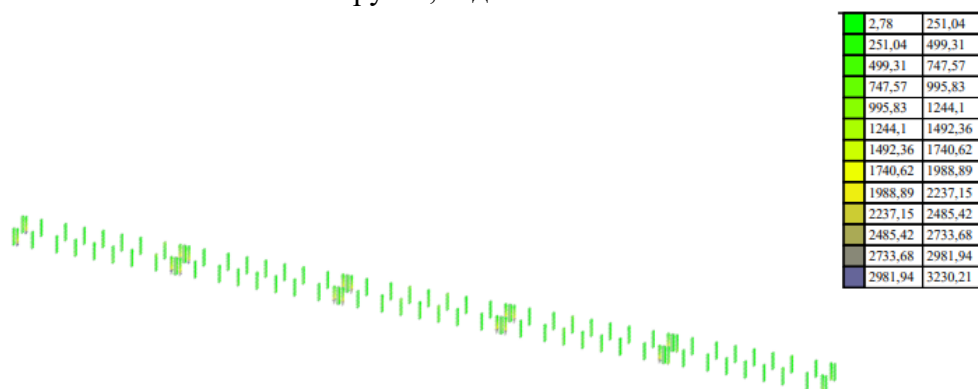


Рисунок 8 – Расчетная схема ребер балки железнодорожной эстакады после приложения нагрузок, заданная в SCAD

Анализ результатов расчёта металлоконструкций пролетного строения моста приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты расчета металлоконструкций

Номера осей	Наименование расчёта	Коэффициент использования k_u
1, 2, 3, 4, 5, 6	Нижний пояс балки	0,9
	Верхний пояс балки	0,44
	Стенки балки	0,89
	Ребра балки	0,9

Результаты расчёта железобетонных колонн приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчета железобетонных колонн

Но- мера осей	Наименование расчёта	Коэффициент использования k_u
1, 2, 3, 4, 5, 6	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,54
	Прочность по предельному моменту сечения	0,83
	Деформации в сжатом бетоне	0,53
	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,09
	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	0,14
	Прочность по наклонному сечению	0,38
	Прочность сечения при воздействии крутящего момента	0,29
	Сопrotивление арматуры S1 крутящему моменту	0,26
	Сопrotивление арматуры S2 крутящему моменту	0,57
	Сопrotивление боковой арматуры крутящему моменту	0,59

По результатам расчета установлено, что для пролетного строения эстакады:

- грузоподъемность пролетных строений моста для пропуска железнодорожного состава со слитками достаточна;
- максимальная гибкость нижнего и верхнего пояса балок не превышает предельно допустимые напряжения;
- прочностные характеристики железобетонных колонн не превышают предельно допустимые напряжения.

В настоящее время, в соответствии с комплектом карт сейсмического районирования ОСР-2015 сейсмичность района составляет 7 баллов. По сейсмическим условиям в пределах исследуемой площадки выделены грунты II категории, в связи, с чем сейсмическая опасность площадки составляет 7 баллов (приложение А СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81*»). С момента проектирования (1979 г.) сейсмичность района увеличилась на 1 балл.

На момент проведения обследования сооружения железнодорожной эстакады сейсмичность площадки учитывалась. Конструктивные решения отвечают требованиям по обеспечению сейсмостойкости. Сейсмостойкость здания на расчетную сейсмичность 7 баллов обеспечена.

По результатам проведенных работ по обследованию несущих конструкций железнодорожной эстакады, проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

- Конструктивная схема строительных конструкций железнодорожной эстакады в городе Новокузнецке Кемеровской области соответствуют нормативным строительным требованиям, за исключением отдельных конструкций и элементов.
- При обследовании были выявлены дефекты и повреждения конструкций, снижающие несущую способность и подлежащие устранению.
- Применённые материалы соответствуют условиям эксплуатации и действующим нормам.
- Конструкций, находящихся в аварийном состоянии, не выявлено.
- Основные причины появления дефектов и повреждений – эксплуатационные воздействия.

Техническое состояние конструкций железнодорожной эстакады на основании проведенного обследования и результатов поверочных расчетов в целом оценивается как ограниченно работоспособное, в том числе:

- Для дальнейшей фундаменты (по косвенным признакам) – работоспособное;
- железобетонные колонны – ограниченно работоспособное;
- железобетонные траверсы – работоспособное;
- стальные балки пролетных строений – ограниченно работоспособное;
- вертикальные связи между балками – работоспособное;
- горизонтальные связи по нижним поясам балок – работоспособное;

- плиты балластного корыта – работоспособное;
- ходовые плиты – работоспособное;
- конструкции освещения – работоспособное;
- кронштейны и горизонтальные связи по кронштейнам – работоспособное;
- ограждение – работоспособное.

безопасной эксплуатации эстакады необходимо устранить дефекты и повреждения, относящиеся к категории Б, а также установить контроль с периодичностью один раз в три месяца за дефектами и повреждениями, отмеченными в ведомости дефектов и повреждений, с целью контроля за их развитием с отражением результатов контроля в актах или журнале по эксплуатации. В случае обнаружения динамики развития дефектов, эксплуатацию прекратить, выполнить ремонт.

Библиографический список

- 1 Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. №116-ФЗ (Принят Государственной Думой 20 июня 1997 года).
- 2 Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ (Государственная Дума, Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009).
- 3 Буцук И.Н., Дудин А.А., Музыченко Л.Н. Усиление элементов металлических конструкций при реконструкции зданий и сооружений Инновационно -технологическое развитие науки часть 2 Сборник статей Международной научно -практической конференции 05 апреля 2017г./ НИЦ АЭТЭРНА - Волгоград, 2017. – с.92 -98ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» (Росстандарт, Приказ № 1974-ст от 11.12.2014).
- 4 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81* (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Приказ № 309/пр от 24.05.2018).
- 5 Антонович Т.О., Музыченко Л.Н. Обследование и усиление строительных конструкций котельного отделения энергоблока Красноярской ГРЭС печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых /СибГИУ под общ. ред. Темлянцева М.В – Новокузнецк, Изд.центр СибГИУ 2019. – Вып. 23. Ч. VIII Технические науки – 265с. - С. 143 - 145 .
- 6 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*» (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Приказ № 891/пр от 03.12.2016).
- 7 Буцук И.Н., Виноградов Е.А., Музыченко Л.Н. Обследование и усиление вертикальных связей и балок конструкций Зего энергоблока ГРЭС в Красноярском крае печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 19-21 мая 2020г./под общ. ред. Темлянцева М.В.; СибГИУ – Новокузнецк, 2020. – Вып. 24. Ч. V Технические науки – 329с. - С. 298 -302..
- 8 СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*» (Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, Приказ № 859/пр от 24.12.2020).
- 9 СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений (Госстрой России, Постановление № 153 от 21.08.2003).

Сведения об авторах:

Буцук Инна Николаевна – старший преподаватель кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» СибГИУ.

Куртуков Константин Владленович – обучающийся Архитектурно - строительного института СибГИУ.

Музыченко Людмила Николаевна – доцент, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» СибГИУ

Секция № 3 НОВЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

УДК 697.34 (075.8)

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Зоря И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, zorya.i@mail.ru

Организация энергосбережения в масштабах страны задача чрезвычайно сложная. Столь масштабная проблема может эффективно решаться в каждом муниципальном образовании, регионе и в целом по России только программными методами с четким выделением задач для каждого уровня. В статье системно рассмотрены данные вопросы.

Ключевые слова: энергосбережение, энергоэффективность, централизованное теплоснабжение, качественное регулирование тепловой нагрузки

Россия является одной из ведущих энергетических держав мира и пока полностью обеспечивает свои внутренние энергетические потребности. Однако эффективность использования первичных источников и преобразованных видов энергии в стране требует существенного повышения. Основой для этого должен стать уже накопленный колоссальный мировой опыт по энергосбережению, который с каждым годом увеличивается благодаря стремительно растущему количеству, масштабности и интенсивности работ в этой области.

Актуальность энергосбережения наглядно просматривается на следующих аспектах:

- **ресурсный аспект:** за последние десятилетия добычи и использования невозобновляемых энергоресурсов человечество приблизилось к кризису мировых запасов топлива;
- **экологический аспект:** бесконтрольная добыча и расточительное использование невозобновляемых энергоресурсов привело к ухудшению экологической обстановки на планете - потепление климата, болезни, загрязнение атмосферы, рек, вырубка лесов. Серьезный энергетический кризис в 1970-х годах заставил Европу задуматься над экологическими проблемами и начать разрабатывать природоохранные проекты. В 1997 году был подписан Киотский протокол, согласно которому государства должны ограничить выброс CO_2 в атмосферу;
- **экономический аспект:** состояние экономики любых государств и жизненный уровень населения во многом определяются наличием запасов топливно-энергетических ресурсов и эффективностью их использования;
- **социальный аспект:** сегодня, когда коммунальные услуги продолжают дорожать, с помощью введения эффективных мероприятий по энергосбережению, должен заработать механизм снижения платежей за коммунальные услуги;
- **политический аспект:** общество на целом ряде кризисных ситуаций прочувствовало, что энергоресурсы имеют критическое значение не только для поддержания и улучшения качества жизни, но и для обеспечения независимости и безопасности страны.

Энергосбережение – одно из основных направлений развития систем теплоснабжения. Вопросы теплоснабжения крупных городов становятся камнем преткновения в рамках реализации реформы жилищно-коммунального хозяйства России. Эта реформа одна из самых сложных и многоаспектных. Во-первых, она затрагивает каждого жителя страны. Во-вторых, слишком много проблем накопилось в сфере ЖКХ за последние 20 лет.

Существующие системы централизованного теплоснабжения были спроектированы в условиях социалистического хозяйства, и этот факт в значительной степени определяет их низкую энергетическую эффективность в новых условиях. Основной функциональной задачей, которая ставилась перед системой теплоснабжения, являлось нормативное обеспечение теплом потребителей в соответствии с температурным графиком. В рыночных условиях основной функциональной задачей является обеспечение потребителям возможности самим

регулировать расход тепла при обязательном коммерческом учете потребленной энергии. Другими словами, в рыночных условиях потребитель должен иметь возможность купить необходимое количество тепла.

Характерный пример реализации указанного рыночного принципа в централизованных системах теплоснабжения представляют собой датские системы централизованного теплоснабжения. Здесь широко используется количественный способ регулирования, поддерживается повышенная температура в магистральных сетях, отбор тепла потребителями осуществляется с использованием автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) при независимом подключении.

Так как отечественные системы централизованного теплоснабжения проектировались с точки зрения несколько иной функциональной задачи и средств для коренной реконструкции нет, то модернизация существующих систем теплоснабжения должна осуществляться поэтапно.

Первым этапом следует определить пути уменьшения тепловых потерь на источниках приготовления тепла, в тепловых сетях и у потребителей тепловой энергии.

Вторым этапом представляется целесообразное введение АИТП, включающих средства коммерческого учета и регулирования потребления тепловой энергии.

В существующих тепловых сетях, как правило, применяется схема с зависимым присоединением системы отопления, при которой теплоноситель из сети поступает непосредственно в отопительные приборы. Такая схема характеризуется жесткой гидравлической связью между тепловой сетью и системой отопления здания. Это ограничивает возможности центрального количественного регулирования, т.к. существенное изменение расхода воды в тепловой сети приводит к потере гидравлической устойчивости и нарушению расчетного гидравлического и теплового режимов. Регулирование отпуска теплоты на ТЭЦ осуществляется качественным способом, т.е. за счет изменения температуры подающего теплоносителя в сети в зависимости от температуры наружного воздуха при постоянном расходе.

При проектировании здания осуществляется настройка гидравлического и теплового режима системы отопления для самой низкой температуры наружного воздуха, принимаемой в качестве расчетной (для г. Новокузнецка расчетная температура равна $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$). Из-за большой инерции систем централизованного теплоснабжения регулирование ведется не по текущей, а по усредненной наружной температуре за промежуток времени 6-12 часов, что приводит к несоответствию фактического и расчетного значений отпускаемой тепловой мощности.

Для обеспечения нагрузки горячего водоснабжения (ГВС) в двухтрубных водяных системах теплоснабжения центральное качественное регулирование ведется по совмещенному графику отопления и ГВС. Температура сетевой воды при этом ограничивается снизу на уровне $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ при закрытых системах и $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ при открытых системах теплоснабжения, что при отсутствии количественного регулирования тепловых нагрузок отопления и ГВС здания приводит к перегреву помещений и перерасходу тепловой энергии. Для города Новокузнецка, который в основном работает по открытой системе теплоснабжения и с регулированием по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения, при различных расчетных перепадах температур в тепловой сети ($150/70$, $140/70$ и $130/70$) перегрев помещений начинается в интервале температура наружного воздуха от $+1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и до конца отопительного периода (рисунок 1).

В данный период времени необходима слаженная работа всех элементов системы автоматики. В качестве управляющего прибора центрального регулирования отопительной системы служит электронный регулятор (контроллер), способный воспринимать информацию от датчиков температуры и от встроенного таймера и преобразовывать ее в команды для электрических исполнительных механизмов, воздействующих на тепловые потоки. Регуляторы систем отопления должны выполнять погодное и программное регулирование.

Погодное регулирование обеспечивается температурным графиком, который задается углом наклона линии изменения температуры в координатах $t = f(t_n)$, где t – температура теплоносителя в подающем или обратном трубопроводах, а t_n – текущая температура наружного воздуха.

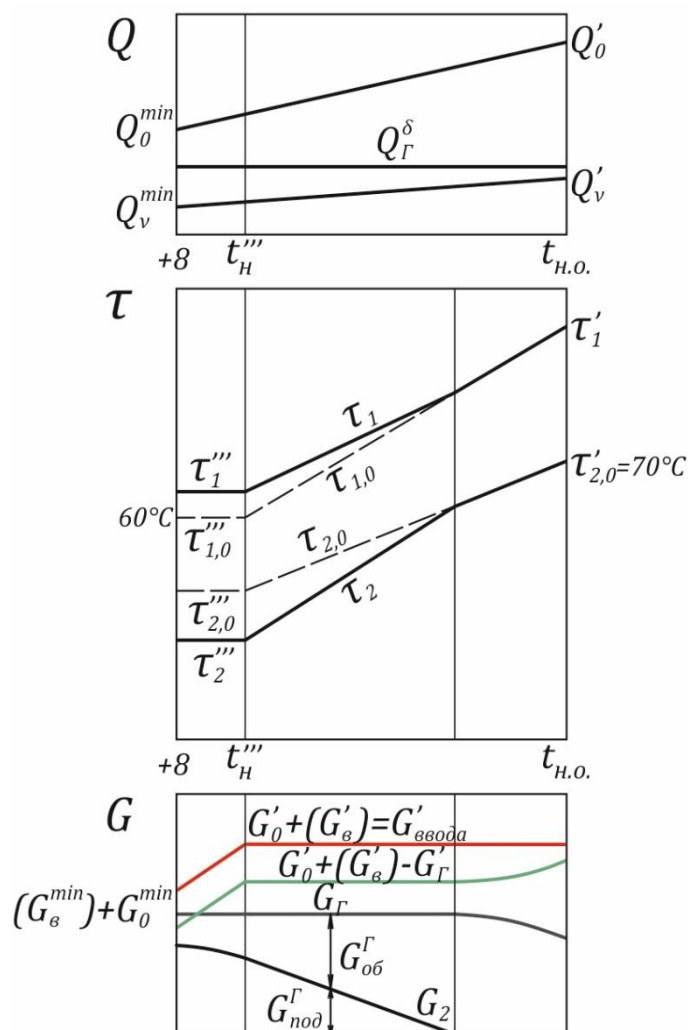


Рисунок 1 – Графики регулирования открытых систем теплоснабжения при совместной нагрузке отопления и ГВС

Программное регулирование позволяет в нужное время перевести систему отопления на погодное регулирование по пониженному (отопительно-бытовому) температурному графику.

На **третьем этапе** необходимо рассмотреть вопросы эффективного, с точки зрения энергосбережения, подключения потребителей к тепловым сетям. При строительстве новых или реконструкции существующих систем теплоснабжения необходимо руководствоваться технико-экономическим обоснованием, подтверждающим техническую и экономическую целесообразность реализации принятого решения. Для получения экономического эффекта необходимо принять оптимальное, с точки зрения энергосбережения, решение и реализовать его на практике.

Главный вопрос, который необходимо решить, – каким образом строить новую систему теплоснабжения: модернизировать существующую сеть теплоцентралей или внедрять малые персональные котельные, обеспечивающие теплом отдельные дома или кварталы.

С экономической точки зрения доказано, что в общем централизованное теплоснабжение на базе ТЭЦ более выгодно. Во-первых, выработка тепла на ТЭЦ проводится на принципе когенерации – одновременной выработки тепловой и электрической энергии. КПД такого процесса значительно выше, чем КПД обычной котельной. Во-вторых, за счет масштабов производства тепла ТЭЦ работает в более экономичных термодинамических режимах, позволяющих генерировать тепло с большей эффективностью. В-третьих, централизованная логистика крупной ТЭЦ, меньшие накладные расходы, меньшая отапливаемая площадь (относительно объемов генерации) позволяют говорить о том, что себестоимость тепловой энергии, произведенной ТЭЦ, ниже, чем у автономного теплогенерирующего пункта.

Поэтому с экономической точки зрения централизованное производство тепловой энергии дает лучшие результаты. Также лучшие результаты дает ТЭЦ и с точки зрения экологии. Конечно, при условии, что станция оборудована современно, опираясь на стандарты. Суммарные выбросы котельных, вырабатывающих такое же количество тепла, как одна ТЭЦ, наносят природе больший ущерб.

Остается одна важная деталь, которая сводит на нет все преимущества ТЭЦ – распределительные сети. Плачевное состояние тепловых сетей, неэффективная теплоизоляция делают потери тепла при его передаче катастрофическими – в ряде случаев они достигают 60 %. Эти потери ложатся финансовым бременем на потребителя, который вынужден по завышенному тарифу оплачивать не только ушедшие в атмосферу гигакалории, но и модернизацию теплосетей, их замену и строительство. Однако стоимость модернизации и прокладки новых теплосетей такова, что нецелевых средств, полученных через повышенные тарифы, едва ли хватает на поддержание теплоцентрали в рабочем состоянии. А целевые инвестиции на данные нужды энергетики получают крайне редко.

Корни этой проблемы исторические. В те времена, когда в стране закладывалась основа теплоэнергетики, на большие энергопотери никто особого внимания не обращал – СССР был одной из самых ресурсобеспеченных стран мира. «Эпоха безвременья» середины 90-х годов прошлого века окончательно подорвала техническую надежность оставшихся сетей. Сегодня перед специалистами стоит сложная задача модернизации существующей системы в рамках жесткой концепции реформирования энергетики в целом.

Анализ показывает, что проблема российского теплоснабжения – не в централизованной системе как таковой, а в неэффективной распределительной сети. Для сравнения можно рассмотреть ситуацию в Дании.

Опыт Дании в данном вопросе необходимо рассмотреть более подробно, т.к. что страна является мировым лидером в области энергосбережения и энергоэффективности. В Дании постоянно ведется активная работа не только в технической сфере, но и нормативно-правовой – каждый год в существующие законы, регулирующие отношения в сфере теплоснабжения, вносятся изменения и дополнения.

В Дании на основании действующего законодательства предусматривается бесприбыльная работа теплоснабжающих организаций (в случае получения какой-либо теплоснабжающей организацией прибыли, она направляется государством в виде дотаций на оплату энергосберегающих мероприятий у потребителей) [1].

В стране нет приватизированных систем централизованного теплоснабжения, они, в основном, принадлежат самим потребителям. Но часто происходит передача полномочий (собственник передает в управление объекты различным специализированным компаниям). В Дании работает Ассоциация по централизованному теплоснабжению, которая в частности занимается сравнительными показателями разных компаний – кто как работает. В Ассоциацию централизованного теплоснабжения Дании входит 400 компаний, 350 из них – это бесприбыльные компании, владельцами которых являются кооперативы потребителей [2].

В настоящее время в Дании большинство централизованных систем работают от нескольких энергоисточников, к числу которых относятся крупные угольные, газовые или мультитопливные ТЭЦ, мусоросжигательные заводы, мини-ТЭЦ, работающие на биомассе, предприятия, поставляющие в сети избыточное тепло от промышленных процессов, а также резервные котельные, функционирующие на природном газе и дизельном топливе.

Одним из приоритетных направлений датской энергетической политики является постоянное увеличение доли ВЭР и природного газа как наиболее экологически чистых видов топлива в энергетическом балансе страны. За последние 15 лет при производстве тепловой энергии доля угля упала с 45 до 20 % при одновременном увеличении доли природного газа с 18 до 35 % и ВЭР с 17 до 40 %. В соответствии с планом «Энергия-21» к 2030 г. для производства тепловой и электрической энергии в Дании будут использоваться только ВЭР (55%) и природный газ (45%) при полном отказе от других видов ископаемого топлива (рисунок 2) [2].

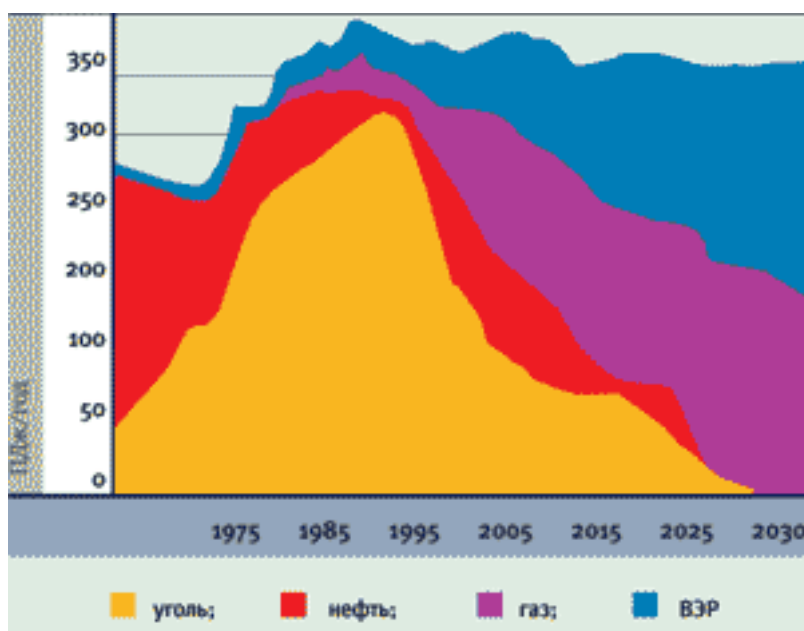


Рисунок 2 – Динамика использования первичных энергоресурсов при производстве тепловой и электрической энергии

Конечно, сложно сравнивать масштабы энергосистем Дании и России, однако опыт западных коллег показывает, что развитие теплоцентралей – не тупиковое, а достаточно перспективное направление развития. Важными моментами являются применение полимерных труб, качественных теплоизоляционных материалов, современного насосного оборудования.

Анализируя опыт западных стран, понимаешь, что одним из самых приемлемых вариантов развития системы теплоснабжения в такой большой стране, как Россия, имеющей сложный климат и проблемы с транспортировкой топлива, является центральное теплоснабжение. Однако необходимо учитывать следующие условия:

- требуется модернизация тепловых сетей с применением новых энергоэффективных технологий. Строительство новых сетей, ремонт старого трубопровода должны осуществляться с применением новых полимерных материалов, с использованием качественной теплоизоляции;

- задача теплоцентрали – доставить тепловую энергию к зданию. И уже от собственника зависит, насколько эффективно он использует это тепло.

- необходимо повсеместное внедрение счетчиков и систем учета расхода тепловой энергии: потребитель должен платить только за фактически израсходованное тепло.

Энергосбережение относится к стратегическим задачам государства, являясь одновременно и основным методом обеспечения энергетической безопасности, и единственным реальным способом сохранения высоких доходов от экспорта углеводородного сырья.

Библиографический список

1. Яровой, Ю.В. «Об опыте управления системами централизованного теплоснабжения в городах Дании» [Текст] / Ю.В. Яровой // Новости теплоснабжения. – 2006. – № 10. – С. 36 – 45.
2. Кролин, А.А. «Эффективное теплоснабжение: датский опыт» [Текст] / А.А. Кролин // ЭнергоРынок. – 2005. – № 4. – С. 96 – 108.

Сведения об авторах:

Зоря Ирина Васильевна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, Сибирский государственный индустриальный университет.

УДК 696/697(07)

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Леванов Д.В., Башкова М.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, mn419@mail.ru

В условиях экономии топливно-энергетических ресурсов важную роль играет сокращение потребления природного газа и рациональное использование вторичных энергоресурсов. В работе предложены решения по повышению эффективности использованию газопроводов доменного газа применительно к котельным агрегатам экранного типа.

Ключевые слова: вторичные энергоресурсы, доменный газ, промышленные трубопроводы

На сегодняшний день проблема обеспечения энергией является одной из важнейших в развитии мировой экономики. Добыча нефти и газа все время усложняется, что ведет к росту цен, включая различного рода конъюнктурные и политические соображения.

Тенденция удорожания добычи характерна и для других видов топлива, поэтому оптимальная стратегия использования различных энергоносителей в мировом энергетическом балансе представляется следующим образом:

- сокращение части природного газа в мировом энергетическом балансе;
- более энергоэффективное использование вторичных энергоресурсов;
- постепенный рост ядерной, а затем и термоядерной энергетики;
- возрастающая доля использования возобновляемых энергоресурсов.

Горючие газы промышленных производств (доменный, коксовый и другие) являются побочным продуктом основного цикла, и затраты на их получение входят в стоимость основной продукции. В настоящее время одной из технологий утилизации бедных промышленных газов является сжигание этих газов в котлах и печах. Технология предусматривает совместное сжигание доменного газа с природным или коксовым в топке парового котла или в печах. Например, на утилизационной ПВС ЗСМК доменный газ, обогащенный коксовым или природным газом, сжигается с целью выработки электрической и тепловой энергии для покрытия собственных нужд. С вводом ПВС уровень самообеспечения паром вырос с 56% до 60%, одновременно была решена задача утилизации доменного газа (в смеси с природным) в объемах до 360 тыс. м³/ч. Следует отметить, что подготовка к сжиганию доменного газа относительно не трудоемка, поскольку обычно ограничивается пылеочисткой, реже – сероочисткой и подогревом, а при использовании в ГТУ – компрессией.

Неэффективное использование доменного газа связано с его низкой теплотой сгорания и высокой влажностью. Работа энергетических и технологических агрегатов на доменном газе характеризуется значительными потерями теплоты с дымовыми газами, химической неполнотой сгорания и неустойчивым горением факела. Проблемы, связанные с потреблением доменного газа, приводят к образованию его избыточных ресурсов на предприятиях (до 12% от общего выхода), которые сжигаются на свечах.

Для увеличения КПД утилизации доменного газа можно использовать системы подогрева, например, за счет обдува паром. При проектировании трубопроводов на теплоэлектростанции можно предусмотреть спутниковую прокладку трубопровода непрерывной продувки в связке с трубопроводом доменного газа или других промышленных газов.

Оценивая эффективность полной замены природного газа на доменный необходимо учесть экологический аспект. Загрязнение окружающей среды отраслями промышленности, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, остается наиболее острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение. На долю выбросов приходится более 80% выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от учтенных стационарных источников. Две трети этих выбросов поступает от предприятий электроэнергетики, цветной и черной металлургии, нефтедобывающей промышленности. Состав продуктов сгорания доменного газа на свечах показан на рисунке 1.

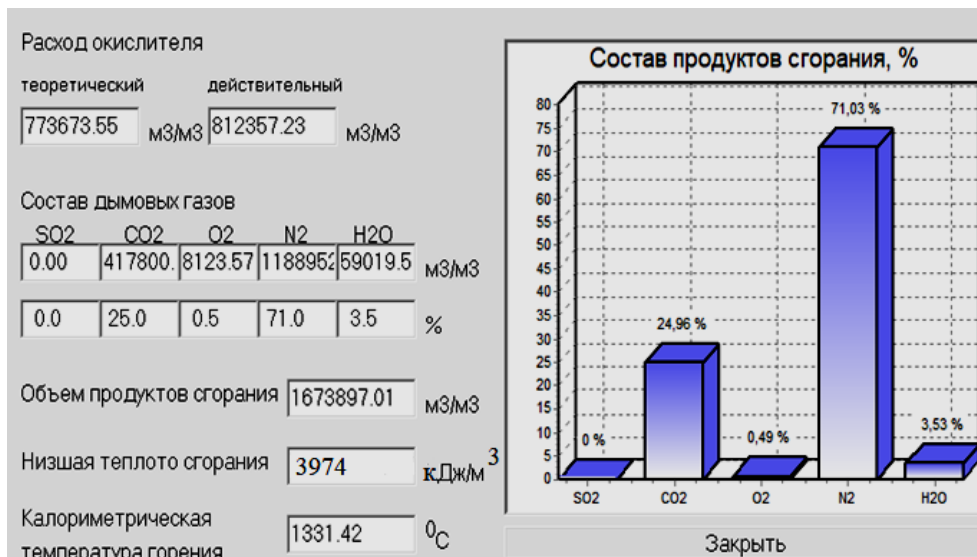


Рисунок 1 –Состав продуктов сгорания доменного газа на свечах

Как видно из рисунка 1, за сутки на свечи в среднем выбрасывается до 4 млрд. кДж/м³ неуглизированной теплоты сгорания и до 1,6 млн. м³ неочищенных дымовых газов, что пагубно влияет на экологию. Произведя полную замену горелок на паровом котле типа ПК-20-2 на горелки с большей пропускной способностью, а так же увеличивая диаметр трубопровода доменного газа, можно увеличить потребление доменного газа, снизив тем самым выбросы его излишков на свечи. Например, на паровом котле ПК-20-2 имеются 4 плоскопламенные горелки с общей пропускной способностью до 60000 м³ доменного газа. С заменой текущих горелок на другие горелки, можно увеличить потребление доменного газа до 70000 м³/ч, что снизит потребление природного газа, а также даст необходимое количество тепла для поддержания стабильной нагрузки котлоагрегата. Выполнив расчет и произведя сравнение данных рисунков 2 и 3, можно сделать вывод, что такая замена вполне возможна для стабильной работы котлоагрегатов.

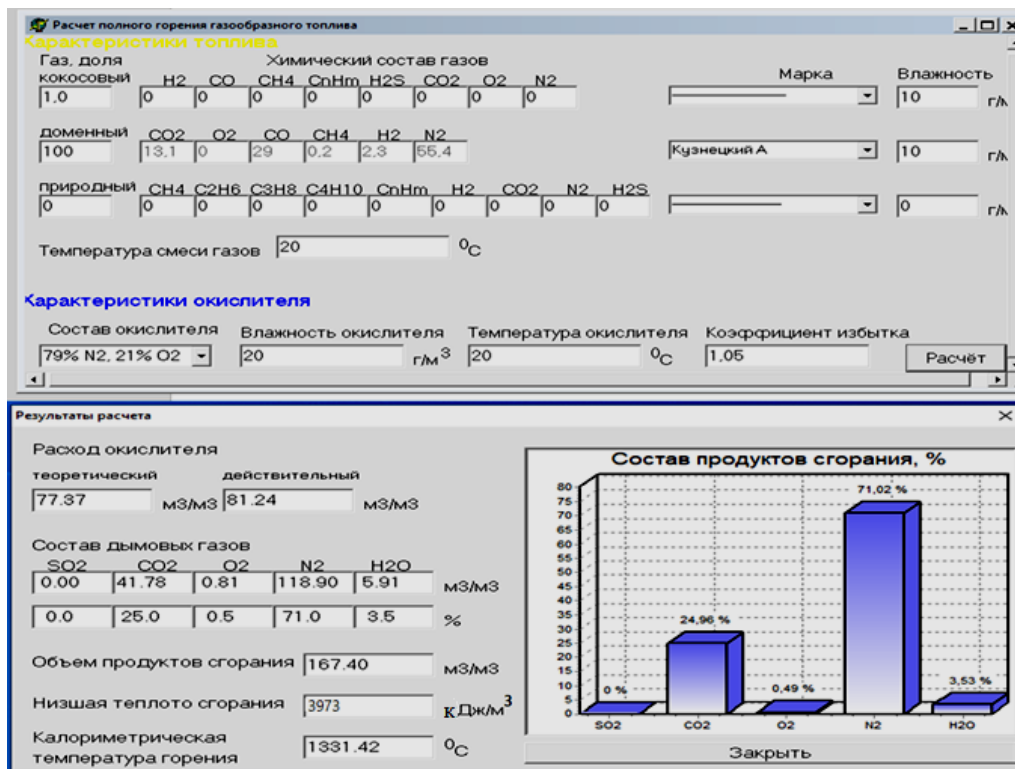


Рисунок 2 –Результаты расчета горения доменного газа

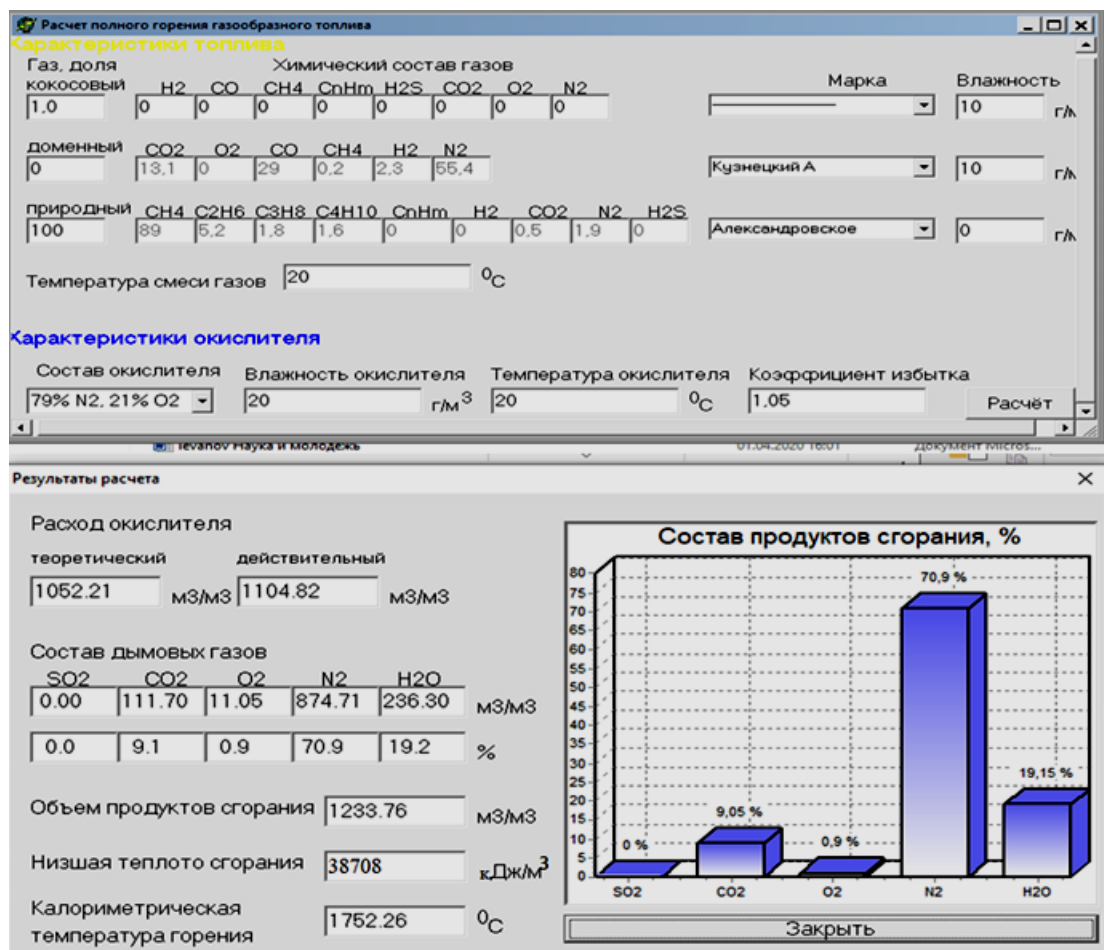


Рисунок 3 – Результаты расчета горения природного газа

С увеличением потребления доменного газа уменьшится потребление природного газа, снизится цена конечного продукта и пагубное влияние на экологию в связи с уменьшением сжигания доменного газа в атмосфере через свечи. Кроме того, из-за существенного снижения доли водяных паров в продуктах сгорания доменного газа, по сравнению с природным, уменьшится коррозионный износ оборудования.

Библиографический список

1. Третьяков А. Н. О влиянии на атмосферу предприятий теплоэнергетического комплекса / Третьяков А. Н., Перегудина Е. В., Азарова С. В. – Молодой ученый: – 2015. – №11. – 1887 с.
2. Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов / Стерман Л.С., Лавыгин В.М., Тишин С.Г. - 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательский дом МЭИ, – 2008г. – 463 с.

Сведения об авторах:

Леванов Дмитрий Владимирович – инженер-конструктор, РПКЦ, АО ЕВРАЗ ЗСМК.

Башкова Марина Николаевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции СибГИУ

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Зоря И.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, zorya.i@mail.ru

Аннотация: Водяные системы теплоснабжения представляют собой сложные гидравлические системы, в которых работа отдельных звеньев находится во взаимной зависимости. Водяные системы находятся в постоянном динамическом изменении: меняются расходы воды и давления в связи с изменением водоразбора на горячее водоснабжение, включением и отключением калориферных установок и переключением в сети. Для правильного управления системами теплоснабжения и их регулирования нужно постоянно улучшать показатели надёжности тепловых сетей.

Ключевые слова: гидравлическая устойчивость, тепловые сети, надёжность тепловой сети

Переключения, производимые на отдельных абонентских вводах или участках тепловой сети, приводят к изменению располагаемых напоров и расходов сетевой воды, т.е. к изменениям гидравлического режима в системе теплоснабжения. Это, безусловно, отражается на надёжности работы тепловых сетей.

Под гидравлической устойчивостью понимается способность системы поддерживать заданный гидравлический режим. Чем устойчивее система, тем меньше влияние гидравлического режима всей системы на гидравлический режим отдельных абонентов.

При автоматизированных абонентских вводах переменный гидравлический режим тепловых сетей не влияет на расход воды в отопительных системах, непосредственно присоединённых к тепловым сетям, т.к. регуляторы поддерживают расход воды в местных системах в соответствие с тепловой нагрузкой. При избытке располагаемых напоров на вводе клапан авторегуляторов прикрывается, увеличивая сопротивление ввода. При уменьшении располагаемых напоров на вводах регулятор увеличивает открытие клапана, уменьшая сопротивление вводов и сохраняя требуемый расход сетевой воды.

На абонентских вводах без авторегуляторов любое изменение располагаемых напоров всегда ведет к изменению расхода воды в местных системах. На таких вводах невозможно добиваться высокой гидравлической устойчивости. Ее можно только улучшить путем правильной регулировки.

Для качественной оценки гидравлической устойчивости местной системы пользуются коэффициентом гидравлической устойчивости, под которым понимается отношение расчетного расхода к максимально возможному расходу воды в местной системе.

Чем ближе этот коэффициент к единице, тем устойчивее гидравлический режим. Коэффициент гидравлической устойчивости автоматизированных вводов равен единице, а неавтоматизированных вводов изменяется в широких пределах и определяется по формуле

$$Y = \frac{V_p}{V_{\max}} = \sqrt{\frac{H_{аб}}{H_{ст}}} = \sqrt{\frac{H_{аб}}{H_{аб} + H_c}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{H_c}{H_{аб}}}},$$

где $H_{ст}$ – напор на станции;

$H_{аб}$ – располагаемый напор на абонентской установке при расчетном расходе воды;

H_c – потеря напора в сети при расчетном расходе воды.

Из уравнения видно, что гидравлическая устойчивость абонентских вводов тем выше, чем больше потеря на вводе и меньше в тепловой сети. Абсолютной гидравлической устойчивостью обладают системы, у которых $H_c = 0$ (что практически невозможно).

Для улучшения гидравлической устойчивости необходимо:

1. Все избытки напоров, имеющиеся в сети, гасить на вводе при помощи постоянных сопротивлений: шайб, сопел элеваторов, регулирующих клапанов и т.д.
2. Располагаемый напор у последнего абонента принимать не менее

$$H_{аб}^{посл.} = 1,5H_{эл};$$

$$H_{эл} = 1,4 \cdot (1 + a)^2 \cdot h_{м.с.};$$

$$a = \frac{T_1 - t_m}{t_m - T_2}.$$

Система считается гидравлически устойчивой, если $\frac{H_{аб}^{посл.}}{H_{ст}} \geq \frac{1}{4}$.

Для обеспечения надежной работы тепловых сетей и местных систем необходимо ограничить возможные в условиях эксплуатации изменения давлений в тепловой сети допустимыми пределами. Для этой цели в одной (а при необходимости и в нескольких) точке (точках) тепловой сети поддерживают постоянные давления в статическом и динамическом режимах. Эти точки называют точками регулируемого давления или *нейтральными точками*.

Способы и места поддержания постоянных давлений в тепловой сети:

I. В системах небольшой протяженности и при застройке высотой не более 20 м нейтральная точка поддерживается на обратном коллекторе подпиточным насосом (П.Н.), который поддерживает постоянное давление в нейтральной точке при статическом и динамическом режимах (H_0) (рисунок 1).

С.Н. – сетевой насос,
 П.Н. – подпиточный насос,
 Р.П. – регулятор подпитки,
 ЛСД – линия статического давления,
 H_n – напор сетевого насоса,
 H_0 – напор подпиточного насоса

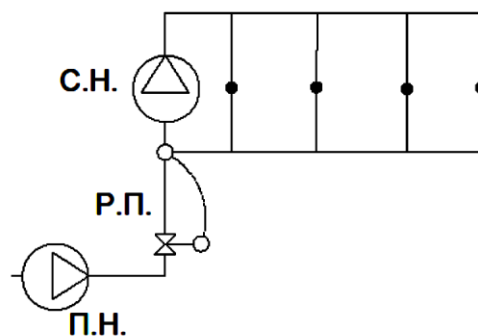
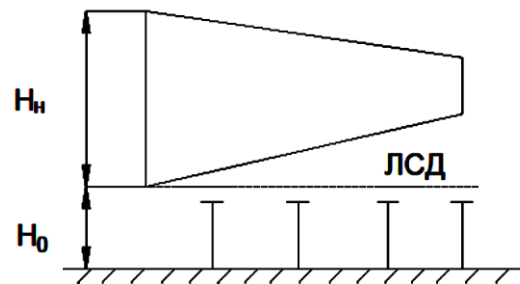
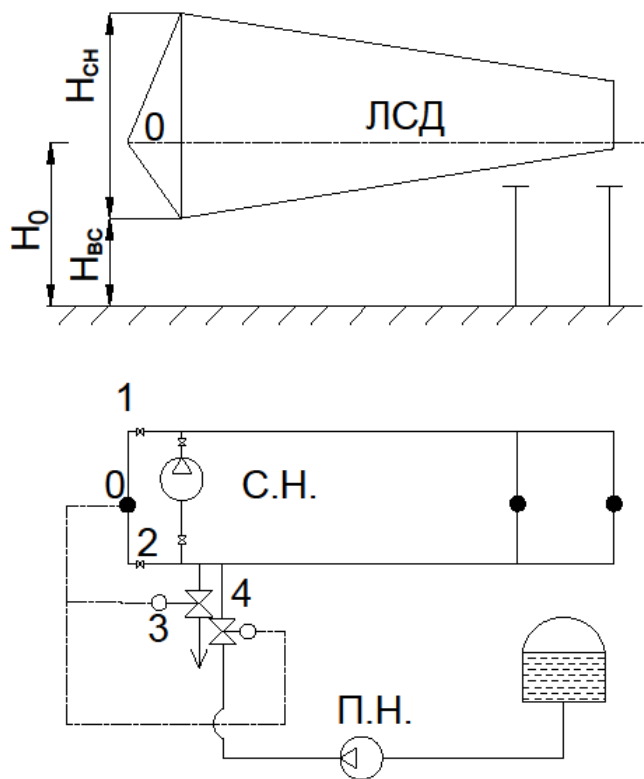


Рисунок 1 – Схема расположения места поддержания постоянных давлений при небольшой протяженности трассы

II. В крупных системах нейтральную точку чаще всего размещают на перемычке между всасывающим и нагнетательным коллектором циркуляционных насосов, используя давление в нейтральной точке в качестве импульса, регулируемого величину подпитки в тепловую сеть (рисунок 2).



1, 2 – регулировочные клапаны;
3 – дренажный клапан;
4 – подпиточный клапан

С.Н. – сетевой насос,
П.Н. – подпиточный насос,
Р.П. – регулятор подпитки,
О – нейтральная точка,
ЛСД – линия статического давления,
 $H_{сн}$ – напор сетевого насоса,
 H_0 – напор подпиточного насоса,
 $H_{вс}$ – напор на всасе сетевого насоса

Рисунок 2 – Схема расположения места поддержания постоянных давлений при большой протяженности трассы:

Библиографический список

1. Тихомиров, К.В. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов / К.В. Тихомиров, Э.С. Сергеенко. – Москва : Стройиздат, 1991. – 480 с.
2. Ширакс, З.Э. Теплоснабжение : пер. с латыш. / З.Э. Ширакс. – Москва : Энергия, 1979. – 256 с. : ил.
3. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 5-е изд., перераб. – Москва : Энергоиздат, 1982. – 360 с.
4. Водяные тепловые сети : справочное пособие по проектированию / И.В. Беляйкина, В.П. Витальев, Н.К. Громов [и др.] ; под ред. Н.К. Громова, Е.П. Шубина. – Москва : Энергоатомиздат, 1988. – 376 с.
5. Ионин, А. А. Надежность систем тепловых сетей / А. А. Ионин. – Москва : Стройиздат, 1989. – 263 с. – (Надежность и качество).
6. Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей : справочник / В.И. Манюк, Я.И. Каплинский, Э.Б. Хиж [и др.]. – 4-е изд. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. – 432 с. : ил.
7. Теплоснабжение : учебник для вузов / А.А. Ионин, Б.М. Хлыбов, В.Н. Братенков [и др.] ; под ред. А.А. Ионина. – Москва : Стройиздат, 1982. – 336 с. : ил.

Сведения об авторах:

Ирина Васильевна Зоря – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой, кафедра теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, Сибирский государственный индустриальный университет

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Новикова К.Ю., Башкова М.Н

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, mn419@mail.ru, kira.nv@bk.ru

Одним из путей повышения эффективности работы котельной, работающей на газообразном топливе, является использование относительно простого и надежного топливосжигающего устройства.

Котельная, газоснабжение, газовая горелка.

Производственная котельная – это установка большой мощности, задача которой одновременно обеспечивать предприятие тепловой энергией, горячей водой и необходимым объемом пара на производственные нужды. Использование газообразного топлива дает при этом ощутимые эксплуатационные выгоды. Во-первых, котлы, сжигающие газообразное топливо, имеют минимальное время приготовления к работе из холодного состояния в рабочее. Во-вторых, эксплуатация газового хозяйства более простая по сравнению с эксплуатацией, например, жидко- или твердотопливного хозяйства. В-третьих, подача газа к топливосжигающей установке требует меньших затрат, чем аналогичные технологические операции для жидкого и твердого топлива. [1].

В этой связи для решения задачи повышения эффективности газоснабжения котельных остро встает вопрос об использовании топливосжигающего устройства. До недавнего времени одним из лидеров отечественного рынка были горелки финской фирмы Oilon, отвечающие требованиям безопасности работы, простоты монтажа и надежности эксплуатации. Горелки работают экономично и экологически чисто. Они испытаны на конструктивных образцах согласно нормам ЕС, сертифицированы в России и имеют ряд отличительных особенностей:

- большой диапазон мощностей (12кВт-90МВт);
- автоматический процесс работы, опускающий эксплуатацию газоиспользующих установок без постоянного наблюдения со стороны персонала;
- предварительная продувка камеры сгорания;
- надёжный контроль пламени;
- стабильная характеристика вентилятора – хорошие условия сгорания;
- регулирование воздуха со стороны нагнетания;
- работа с низким уровнем шума;
- простые монтаж, настройка и обслуживание благодаря лёгкому доступу к элементам горелки;
- автоматическая блокировка подачи воздуха при остановке горелки.

Горелки используются на водогрейных и паровых котлах, воздухонагревателях, технологических тепловых установках. Поскольку горелки могут преодолевать высокое давление камеры сгорания, они применяются, прежде всего, на современных котлах высокой мощности.

Все конструктивные элементы горелки собраны в единый блок. Ось двигателя горелки расположена под прямым углом по отношению к направлению воздушного потока. Двигатель приводит в действие вентиляторное колесо. Все устройства, отвечающие за регулирование топлива и воздуха, хорошо обозреваемы и легкодоступны. Люк горелки откидывается влево или вправо. Это упрощает работы с пламенной головкой, подпорной шайбой, механизмом и электродами.

Модулирующие горелки оснащены сервоприводом, время переключения которого - 30 секунд. Сервомотор соединен валом с клапаном регулировки расхода топлива и устройством регулирования рабочей точки. Модулирующая горелка работает во всем диапазоне мощности, управляемой в зависимости от нагрузки.

Автоматический процесс работы горелок и контроль обеспечивает встроенный в корпус автомат горения. Контроль пламени газовых горелок осуществляется при помощи электрода. Горелки предназначены для работы в закрытых помещениях при температуре от -20°C до +60°C.

Для экономичного сжигания топлива, получения высокого КПД и хороших показателей эмиссии необходимо правильно подбирать горелки к тепловым установкам.

Для подбора необходимого типоразмера горелки для парового котла Viessman Vitomax HS M73C паропроизводительностью 4 т/ч необходимы следующие исходные данные:

- Тепловая мощность газовой горелки 3000кВт;
- КПД котла 90%;
- Сопротивление камеры сгорания тепловой установки: $P_{к.с.} = +3,0\text{Мбар}$;
- Топливо природный газ с теплотворностью 7600ккал/м^3 ;
- Рабочее поле горелки (см. рисунок 1);

Установленная рабочая точка горелки должна лежать в рабочем поле выбранной горелки. Если она находится за пределами рабочего поля, то следует выбрать следующий типоразмер горелки. Для имеющихся условий подходит типоразмер GP-280 M. [2].

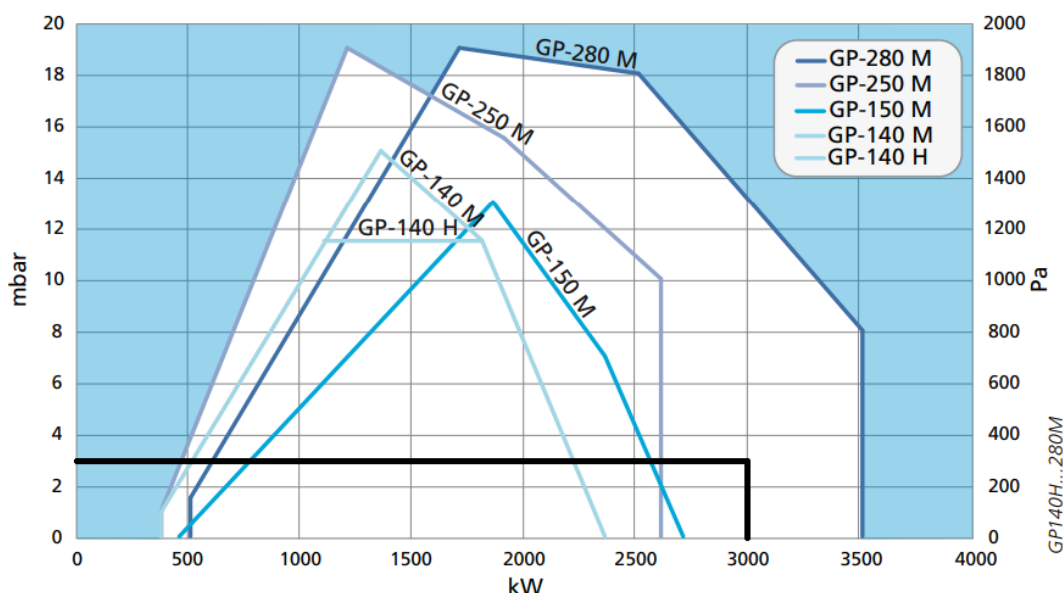


Рисунок 1 – Рабочее поле горелки

Технические характеристики газовой горелки GP-280 M приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики горелки GP-280 M

Мощность, кВт	500–3500
Максимальный диапазон регулировки	1:7 (100–15%)
Номинальная мощность двигателя, кВт	7,5
Номинальный ток двигателя, А	14,7
Число оборотов двигателя, об/мин	2855
Входная мощность, кВт	7,5

Расстояние от газовых горелок до ограждающих конструкций зданий должно быть не менее 1м.

Топки и газоходы перед пуском газоиспользующих установок, котлов должны быть провентилированы. Время вентиляции определяется расчетом и устанавливается инструкцией или (для автоматизированных горелок) запуска (розжига).

Для данного вида горелок запуск производится с нагрузкой зажигания. Поэтому через дроссельную заслонку в камеру сгорания поступает лишь небольшое количество газа. По истечению времени пуска подается газ для основного пламени. [3].

Если при розжиге горелки или в процессе регулирования произошел отрыв, проскок или погасание пламени, подача газа на горелку и защитно-запальное устройство (ЗЗУ) должна быть немедленно прекращена. К повторному розжигу разрешается приступить после устранения причин неполадок, вентиляции топки и газоходов в течение времени, указанного в производственной инструкции, но не менее 10 минут, а также проверки герметичности затвора отключающей арматуры перед горелкой.

Отвод продуктов сгорания осуществляется по металлическим газоходам от котельной до дымовой трубы.

Проверка технического состояния промышленных дымоотводящих устройств (газоходов, дымовых труб) должна производиться после их ремонта, а также до пуска в работу установок сезонного действия и при нарушении тяги. Перед ремонтом газового оборудования, осмотром и ремонтом топок или газоходов газовое оборудование и запальные трубопроводы должны отключаться от газопроводов с установкой заглушек после запорной арматуры. Газоходы котлов, выведенных в ремонт должны отключаться с помощью шиберов или глухих перегородок. [4].

В связи с развитием новых технологий в строительстве, современные системы газоснабжения предназначены для обеспечения газообразным топливом населения, коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных потребителей, поэтому система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов.

Библиографический список

1. Газ и экология [Электронный ресурс]. Pro-gas.ru. 2012. Режим доступа: http://www.pro-gas.ru/ecolog/ecol_full/. – свободный. - Загл. с экрана.
2. Моноблочные жидкотопливные, газовые и комбинированные горелки [Электронный ресурс]. Oilon.com. 2020. Режим доступа: <https://www.c-o-k.ru/library/catalogs/oilon/103626.pdf>. – свободный. - Загл. с экрана.
3. Газовая горелка Oilon [Электронный ресурс]. Промооборудование - СИС. 2020. Режим доступа: https://promsis.com/catalog/gorelki/oilon/gp-250-280/Gazovaya_gorelka_Oilon_GP-280_M_DN_65_65/. – свободный. – Загл. с экрана.
4. Техника безопасности при эксплуатации газопроводов и газового оборудования [Электронный ресурс]. Vuzlit.com. 2018. Режим доступа: https://vuzlit.com/764653/tehnika_bezopasnosti_ekspluatatsii_gazoprovodov_gazovogo_oborudovaniya – свободный. - Загл. с экрана.

Сведения об авторах:

Новикова Кира Юрьевна – ассистент кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции СибГИУ

Башкова Марина Николаевна – к.т.н., доцент, доцент кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции СибГИУ

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ГАЗОПРОВОДНОЙ СЕТИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Креницын Р.А., Ефимова К.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, efimovaksenia@mail.ru

Развитие газовой инфраструктуры является направляющим звеном энергетического комплекса, поскольку обеспечивает наличие природного газа и улучшение экологической ситуации.

В том числе и трубопроводный транспорт имеет значение не меньшее, чем, например, железнодорожный. По трубам подаются вода, тепло, газ, все, что определяет условия жизни современного человека, естественно, с современным уровнем этой жизни.

Ключевые слова: экология, контроль качества СМР, методы контроля.

На сегодняшний день при строительстве и реконструкции подземных трубопроводов газораспределения применяются полиэтиленовые, стальные и чугунные трубы.

При сравнительном анализе газопроводов с стальными, чугунными и полиэтиленовыми трубами выявлено, что полиэтиленовые газопроводы:

1. Значительно дешевле (полиэтиленовые трубы в 1,5-3 раза дешевле стальных изолированных труб);
2. Не требует дорогостоящей изоляции (изоляция металлических труб в 1,5-2 раза дороже);
3. Не требует установки и эксплуатации станции защиты газопровода со значительным энергопотреблением, экономия только на строительстве около 75 тыс. руб. на 1 км газопровода;
4. Имеет упрощенную технологию соединения труб и высокую их надежность;
5. Позволяет сократить, время строительства газопровода (полиэтиленовый газопровод по сравнению со стальным строится в 3,7 раза быстрее);
6. Не требует применения тяжелой землеройной техники.
7. Уменьшает число рабочих, занятых на строительстве: при земляных, изоляционных, сварочных, трубоукладочных, транспортных работах.
8. Благодаря свойствам полиэтиленовых материалов повышает надежность газопроводов, увеличивает гарантийный срок и долговечность.

В результате строительства полиэтиленового газопровода общая стоимость строительства уменьшается в 2 – 3 раза, возрастает экологичность и срок эксплуатации газопровода.

Система контроля качества СМР при строительстве газопровода предусматривает проведение производственного и ведомственного контроля качества работ и технического надзора со стороны СМО, ГРО и органов надзора.

Независимо от выбранных материалов газопровода, строительско-монтажной организацией выполняется производственный контроль качества. Он заключается в себя:

- ответственности специалистов и рабочих строительско-монтажной организации за качество выполняемых работ в соответствии с проектом;
- соблюдение требований нормативных документов, утвержденных в установленном порядке;
- правильное и своевременное составление исполнительной документации;
- выполнение требований по охране труда и технике безопасности при производстве работ и т.д.

Производственный контроль качества работ делится на:

- входной контроль рабочей документации оборудования, материалов и технических изделий;

- операционный контроль технологических операций;
- приемочный контроль отдельно выполненных работ.

Входной контроль качества производится лабораториями строительно-монтажных организаций, оснащенных техническими средствами, обеспечивающих достоверность и полноту контроля. Контролю подвергаются все входящие материалы и соединительные детали, а так же вся проектная, рабочая документация.

Операционный контроль качества производится мастером, прорабом в ходе выполнения технологических операций: земляных, сварочных, изоляционных, монтажных работ, а также работ по испытанию газопроводов на герметичность.

Операционный контроль сварочных работ включает в себя следующие операции:

1. проверку квалификации сварщиков;
2. входной контроль качества проверяемых труб и соединительных деталей;
3. технический осмотр сварочных устройств (нагревательного инструмента, сварочного центризатора, торцовки и блока питания);
4. систематический операционный контроль качества сборки под сварку и режимов сварки;
5. внешний осмотр сварных соединений и измерительный контроль геометрических параметров;
6. механические испытания сварных соединений;
7. контроль сварных стыков соединений физическими методами.

Технический осмотр сварочных устройств производят с целью обеспечения требований к сварке и сборке труб и соединительных деталей. При техническом осмотре следует проверить:

1. Достижение нагревательным инструментом заданной температуры и точность поддержания температуры (с помощью приборов для измерения температуры);
2. целостность антиадгезионного покрытия рабочих поверхностей нагревательного устройства, а также изоляцию электропроводок (визуальным контролем);
3. работу центризатора (зажимов, механизма перемещения подвижной головки, гидравлической системы или динамометра) путем закрепления концов труб, их соединения и сжатия;
4. работу устройства для механической обработки торцов труб.

Результаты проверки должны соответствовать паспортным данным на оборудование. Технический осмотр проводят через каждые 10 дней работы с регистрацией результатов проверки в журнале производства работ.

Стыковые соединения полиэтиленовых газопроводов, сваренные с помощью сварочной техники с высокой степенью автоматизации, проверяются методом ультразвукового контроля.

Ультразвуковой метод контроля сварных стыков стальных газопроводов применяется при условии проведения выборочной проверки не менее 10% стыков радиографическим методом. При неудовлетворительных результатах контроля радиографическим методом хотя бы на одном стыке объем контроля следует увеличить до 50% от общего количества стыков. В случае повторного выявления дефектных стыков все стыки, сваренные сварщиком на объекте в течение календарного месяца и проверенные ультразвуковым методом, должны быть проверены радиографическим методом.

Результаты проверки сварных соединений полиэтиленовых газопроводов методом ультразвукового контроля и механическими испытаниями следует оформлять распечатками с приборов УЗК и протоколом.

Выбор метода контроля (ультразвуковой дефектоскопии или радиографии) должен производиться исходя из условий обеспечения выявления дефектов с учетом физических свойств материала.

Разрешается замена радиографического и ультразвукового контроля на другие методы контроля при условии их согласования с Госгортехнадзором России.

Рабочими средствами измерений и контроля режимов сварки являются: секундомеры или реле времени (для контроля длительности этапов процессов сварки), манометры, динамометры и тензометры (для контроля давления при оплавлении и осадке стыка), термометры сопротивления, термометры электрические с вторичными показывающими приборами (для контроля температуры нагревательного инструмента). Также используют вольтметры для контроля напряжения, жидкостные термометры для измерения температуры окружающего воздуха.

Визуальный контроль сварных соединений и измерительный контроль геометрических параметров должны производиться в 100%-ном объеме.

После укладки и сварки газопровода производится продувка воздухом и испытание на герметичность, затем присыпка трубы на 0.2 метра песком или мягким грунтом. Полная засыпка траншеи выполняется по завершению всех строительных и монтажных работ на трассе.

Герметичность внутренних газопроводов в местах присоединения к ним газовых приборов проверяются при помощи мыльной эмульсии. Смонтированные и испытанные на герметичность газопроводы СМО предъявляет приёмной комиссией в составе представителей заказчика, монтажной организацией, эксплуатационной организации ГРО и органов Ростехнадзора. При приёмке наружного и внутреннего газопроводов и газового оборудования госкомиссией проверяется соответствие монтажа проекту.

При приемочном контроле производится проверка качества выполненных работ. Результаты этого контроля оформляются записями в строительном паспорте, актами, протоколами испытаний.

Законченные строительством газопроводы испытываются на герметичность воздухом в соответствии СП 62.13330.2011 представителями СМО в присутствии работников предприятия газового хозяйства с соответствующей записью в строительном паспорте объекта. Акт испытания системы подписывают представители СМО и ГРО.

Сведения об авторах:

Креницын Роман Александрович – обучающийся группы С-Мв-20 Архитектурно-строительного института СибГИУ

Ефимова Ксения Александровна – к.т.н., доцент кафедры теплогазоводоснабжения, водотведения и вентиляции СибГИУ

К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Ланге Л.Р.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, Langelr@yandex.ru*

Аннотация. Произведен анализ параметров контроля процесса обеззараживания при подготовке питьевой воды. Показана невозможность выполнения требований норм по содержанию остаточного свободного и связанного хлора одновременно в концентрациях, утвержденных в санитарных правилах и нормах, в воде перед подачей в распределительную сеть.

Ключевые слова: обеззараживание, питьевая вода, хлорирование, остаточный свободный хлор, остаточный связанный хлор, аммонизация, бактерицидность

В процессе поэтапной подготовки питьевой воды для хозяйственно-питьевых целей для обеспечения санитарно-бактериологической безопасности вода проходит обеззараживание.

В существующей практике обеззараживания питьевой воды наиболее часто используется хлорирование, как наиболее экономичный и эффективный метод в сравнении с любыми другими известными методами, поскольку это единственный способ, обеспечивающий микробиологическую безопасность воды в распределительной сети благодаря эффекту действия хлора.

Хлорирование воды является мероприятием, постоянно осуществляемым на станциях по обработке питьевой воды.

Эффективность обеззараживания воды хлором зависит от начальной дозы хлора и продолжительности его контакта с водой.

Доза хлора определяется путем суммирования величины хлорпоглощаемости, поступающей на очистку воды, и величины остаточного активного хлора. Хлорпоглощаемость величина переменная и зависит от качества исходной воды, поэтому определяется экспериментально в лабораторных условиях. Присутствие остаточного хлора является гарантией того, что окисление патогенных бактерий и вирусов, окисление органических и неорганических веществ в воде практически завершено, кроме того, остаточный хлор является консервантом и предотвращает вторичное загрязнение питьевой воды в распределительной сети.

Как правило, в качестве обеззараживающих агентов используют жидкий хлор либо его соединения: гипохлориты натрия и кальция; хлорную известь, хлорамины.

На водоочистных сооружениях технология хлорирования воды может осуществляться следующими методами:

1. **Хлорирование воды активным свободным хлором.** В состав свободного хлора главным образом входит молекулярный хлор, хлорноватистая кислота и гипохлорит ион.

2. **Хлорирование воды активным связанным хлором (хлорирование с аммонизацией).** Связанный хлор – это хлор в виде хлораминов, т.е. соединение хлора с аммиаком. Связанный хлор получают посредством дополнительного введения в воду аммиака или раствора солей аммония перед хлорированием.

Выбор метода хлорирования зависит от качества воды, поступающей на очистку, протяжённости распределительной сети, бактерицидности хлорсодержащих соединений.

Известно, что наиболее эффективно обеззараживает воду свободный хлор, он в 20-25 раз более бактерициден, чем связанный. Для достижения эффекта обеззараживания мини-

мальная продолжительность контакта воды со свободным хлором составляет 30 минут при остаточном содержании свободного хлора в воде 0,3-0,5 мг/дм³.

Хлорирование воды связанным хлором применяют при наличии в воде водоисточника ароматических соединений (бензол, фенол и т.д.). В этом случае для предотвращения хлорфенольных запахов в воду перед хлорированием добавляют аммиак. Для достижения эффекта обеззараживания минимальная продолжительность контакта воды со связанным хлором составляет уже 60 минут при остаточном содержании связанного хлора в воде 0,8-1,2 мг/дм³. Этот метод эффективен также для обеспечения более длительного контакта воды с хлором в распределительной сети при ее большой протяженности.

Обе технологии хлорирования контролируются по остаточному хлору.

Остаточный хлор – хлор, оставшийся в воде после окисления находящихся в ней легкоокисляющихся веществ и бактерий. Он может быть свободным и связанным, т.е. представлен различными формами хлора. Именно остаточный хлор является показателем достаточности принятой дозы хлора.

Свободный хлор – часть остаточного хлора, присутствующая в воде в виде хлорноватистой кислоты, анионов гипохлоритов.

Связанный хлор – так же часть остаточного хлора, присутствующая в воде в виде неорганических и органических хлораминов.

Согласно требованиям вновь введенного СанПиН 1.2.3685-21 [1] концентрация остаточного свободного хлора в воде перед поступлением ее в сеть должна находиться в пределах 0,3 - 0,5 мг/дм³, а концентрация остаточного связанного хлора в пределах 0,8-1,2 мг/дм³. Оба эти показателя по требованиям СанПиН должны находиться одновременно.

Например, на водоочистных сооружениях вода хлорируется свободным хлором по первому методу, контроль ведется по остаточному свободному хлору, норматив для которого 0,3-0,5 мг/дм³. Но наряду с остаточным свободным хлором в воде может присутствовать остаточный связанный хлор, который образуется при наличии в исходной воде аммонийного азота или азотсодержащих органических соединений (аминокислот). Свободный хлор вступает с ними во взаимодействие, образуя хлорамины и другие хлорпроизводные. Как правило, содержание в воде остаточного связанного хлора очень незначительное.

И наоборот, если на водоочистных сооружениях вода хлорируется связанным хлором по второму методу, контроль ведется по остаточному связанному хлору, норматив для которого определен СанПиН в пределах 0,8-1,2 мг/дм³. В воде также может присутствовать очень незначительное содержание свободного хлора за счет гидролиза хлораминов.

Обе формы хлора могут существовать в воде одновременно, но в зависимости от метода хлорирования всегда превалирует одна из форм. **Учитывая особенности протекания химических реакций, одновременное присутствие в воде двух форм остаточного хлора в концентрациях, удовлетворяющих требованиям СанПиН [1] и по свободному и по связанному хлору, невозможно.**

Согласно [2] при технологии обеззараживания воды свободным хлором увеличение дозы хлора приводит к увеличению остаточного хлора в воде по прямой зависимости. Остаточный связанный хлор может присутствовать наряду с остаточным свободным хлором только при наличии в исходной воде в воде аммонийного азота или азотсодержащих органических соединений (аминокислот). Свободный хлор вступает с ними во взаимодействие, образуя хлорамины и другие хлорпроизводные. При этом, содержание в воде остаточного связанного хлора очень незначительное и не будет соответствовать требованиям СанПиН [1].

По технологии хлорирование связанным хлором (с аммонизацией, т.е. введением аммиака или аммонийных солей) введенный хлор его производные (хлорноватистая кислота,

гипохлорид ион) взаимодействуют с аммиаком, образуя хлорамины (NH_2Cl , NHCl_2) и треххлористый азот (NH_3)

В воде также может присутствовать очень незначительное содержание свободного хлора за счет одновременного гидролиза хлораминов.

Дальнейшее увеличение дозы хлора приведет к окислению хлораминов, которые обладают дезинфицирующими свойствами (дезинфектанты) до молекулярного азота и соляной кислоты, которые уже не обладают бактерицидными свойствами. Дальнейшее увеличение дозы хлора приведет к повышению остаточного хлора, который будет находиться в виде остаточного свободного хлора и имеет более высокую бактерицидность.

Вывод. Две формы остаточного хлора свободного и связанного в воде перед ее поступлением в распределительную сеть могут существовать одновременно, но в зависимости от метода хлорирования всегда превалирует одна из форм, вторая будет в незначительных концентрациях не удовлетворяющих требованиям СанПиН [1]

Библиографический список

1. СанПиН **1.2.3684-21** «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», введ. 2021-01-28 //Техэксперт: Информационно-справочная система. – Электронные данные. – Москва: Кодекс.
2. Фрог Б.Н. Водоподготовка : учебник / Фрог Б.Н., Первов А.Г. – Москва : АСВ, 2015. – 512 с.

Сведения об авторах:

Ланге Лили Реннгольдовна – доцент, доцент кафедры Теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции; Сибирский государственный индустриальный университе.

ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ И ШЛАМОВЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

Ланге Л.Р.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, Langelr@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследований по очистке промывных и шламовых вод водоочистных станций, предложены схемы повторного использования на сооружениях г. Новокузнецка, исключаящие сброс в водоем.

Ключевые слова: водоемы, сбросы, промывная вода фильтров, шламовые воды, повторное использование.

Одной из серьезных проблем для многих станций подготовки питьевой воды является обработка промывных вод, которые образуются в процессе промывки фильтров. Фактически очистка и последующее использование промывной воды осуществляются лишь на немногих станциях.

В практике утилизации повторно загрязненных вод существует несколько направлений решения данной проблемы.

Первая и самая опасная, нарушающая экосистему – сброс в источник. При этом стоит учитывать, что отходы водопроводных очистных станций представляют собой осадки из отстойных сооружений, грязные промывные воды фильтров и другие технологические сточные воды. Большая концентрация взвешенных веществ, повышенное содержание органических и хлорорганических соединений, наличие гидроксидов алюминия или железа делают их экологически непригодными для сброса в природные источники без предварительной обработки.

Другой метод – сброс загрязненных вод в пруды-накопители. Эффективность очистки воды в прудах-накопителях при продолжительности отстаивания 4–7 суток составляет 94 – 99 % по взвешенным веществам. Возврат на очистные сооружения воды с мутностью 3 – 7 мг/л, не вызывает повышение содержания остаточного алюминия и перманганатной окисляемости очищенной питьевой воды [1]. Однако у данного метода есть минус – возможность попадания осадка из пруда-накопителя в грунт и, как следствие, дальнейшее его попадание в водоисточник.

Основной объем сточных вод представляют промывные воды фильтровальных сооружений.

При двухступенчатых схемах очистки промывные воды фильтров и осветленную воду, выделившуюся в процессе сгущения и обезвоживания осадков, можно направлять в трубопроводы перед смесителями или в смесители.

Эффективность работы основной технологической цепочки будет зависеть от составов исходной и промывной воды, от количества добавляемой оборотной воды. Положительный эффект наблюдается при малой мутности исходной воды, низких температурах и повышенной цветности. В таких условиях процесс коагуляционной обработки наиболее затруднен и осложняется необходимостью применением повышенных доз коагулянта для снижения цветности и окисляемости. В этих условиях добавляемая оборотная вода действует как замутнитель, снижая дозу коагулянта, повышая эффективность работы отстойников [2,3].

Одним из важнейших факторов, влияющих на работу сооружений без предварительной подготовки оборотной воды, является соотношение объемов загрязненной оборотной и исходной воды, а также стабильность подачи и качественного состава оборотной воды. Учитывая, что поддержание равномерного качества для оборотной воды является до-

статочной сложной задачей, рассмотренная выше схема, как правило, показывает невысокую надежность на практике.

При обработке более мутных вод, а также в периоды сезонного повышения мутности внесение необработанных промывных вод с большим количеством взвешенных веществ ухудшает качество очищенной воды по показателям мутности и остаточного алюминия. Для таких условий рекомендуется максимальное осветление оборотной воды.

Логическим продолжением совершенствования технологии обработки промывных вод является полный отказ от возврата каких-либо стоков в «голову» сооружений. Как уже говорилось выше, это связано с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения: неравномерностью подачи и различием показателей качества обрабатываемой поверхностной воды и добавляемой промывной.

Предлагается выделить (из имеющихся на станции или проектируемых) один или несколько отстойников и скорых фильтров и использовать их для обработки промывных вод. При этом на выделенных сооружениях поддерживается индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляется в резервуары чистой воды, используется для промывки фильтров или для технических целей станции. В этом случае общее количество обрабатываемой на сооружениях станции воды остается неизменным, то есть, нет необходимости в дополнительном строительстве, за исключением отдельного смесителя для выделенной технологической цепочки. Накопление и усреднение по составу и расходу промывных вод осуществляется в резервуаре-усреднителе. Возможны три основных варианта обработки промывных вод:

- согласно первой схеме промывные воды обрабатываются на выделенном из технологического процесса горизонтальном отстойнике, с подачей очищенной воды на общие скорые фильтры станции очистки с последующей подачей в резервуар чистой воды;
- по второй схеме промывные воды обрабатываются на выделенном горизонтальном отстойнике и скором фильтре с подачей очищенной воды в резервуар чистой воды;
- третий вариант предполагает очистку промывной воды по второй схеме, но очищенные промывные воды подаются на промывку скорых фильтров станции очистки.

Вторичные промывные воды, образующиеся от выделенных скорых фильтров, направляются в тот же резервуар-усреднитель, откуда перекачиваются на цепочку выделенных сооружений согласно одной из предложенных схем.

В ЗАО «Водоканал» г. Новокузнецка совместно с Сибирским индустриальным университетом были проведены исследования по обработке промывной воды [4,5].

На рисунке 1 представлены результаты исследований.

Исследования показали, что без реагентной обработки процессы идут очень вяло. Отстаивание воды в свободном объеме в течение часа позволяют снизить содержание взвеси до 30 мг/дм^3 , и дальнейшее увеличение времени отстаивания не приводит к изменениям. Обработка флокулянтами позволяет резко сократить время отстаивания до 10–20 мин при существенном повышении качества очистки (до $4\text{--}2 \text{ мг/дм}^3$).

При этом в резервуар-усреднитель можно собирать все грязные технологические стоки станции: промывные воды фильтров, сбросы из смесителей и камер хлопьеобразования, осадок из отстойников, вторичные промывные воды от выделенных фильтров. В такой схеме все задержанные загрязнения концентрируются в выделенном отстойнике, осадок из которого подвергается механическому обезвоживанию и утилизируется. Как видно из графика, скорость осаждения шламовых вод резко возрастает при разбавлении их промывной водой фильтров [6].

Данная технология предлагается для использования на водопроводных сооружениях Кемеровской области.

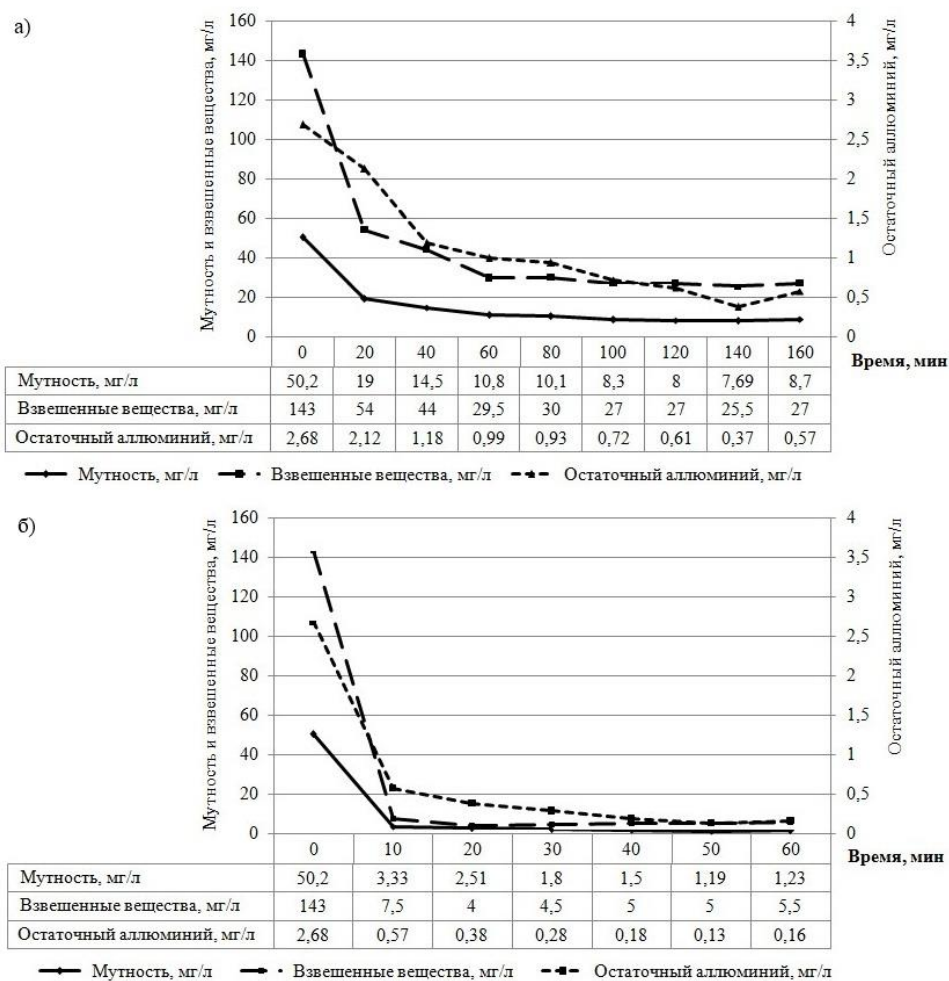


Рисунок 1 – Графики отстаивания усредненной пробы промывной воды фильтров: а – без добавления реагентов, б – с добавлением флоккулянта «Праестол» дозой 0,3 мг/л

Библиографический список

1. Егорцев А.С, Ланге Л.Р. Ворон Л.В. Проблемы повторного использования промывной воды на станциях водоподготовки – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2015. С.272–275
2. Ланге Л.Р. Гохман Б.М. Пронина С.В. Технологии использования промывной воды – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2010. С 184-188
3. Ланге Л.Р. Гохман Б.М. Повторное использование промывной воды – В кн.: Сб науч. трудов. Новые строительные технологии. – Новокузнецк: СибГИУ. 2010. С 219-221
4. Дордин В.Д, Ланге Л.Р., Добрынина Н.В. Использование повторнозагрязненных вод на станции водоподготовки //Водоочистка. 2014 №1. С.35-38.
5. Ланге Л.Р. Дордин В.Д. Добрынина Н.В. Снижение расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки – В кн.: Сб. трудов XIX междунар. науч.-практ. конф. Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2013. С.56–59
6. Ланге Л.Р., Дордин В.Д. Повторное использование промывных вод на Левобережном водозаборе г. Новокузнецка // Вестник СибГИУ. 2012. №1. С. 57-59.

Сведения об авторах:

Ланге Лили Реннгольдовна – доцент, доцент кафедры Теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции; Сибирский государственный индустриальный университет.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ

Худынцева С.В., Ефимова К.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, efimovaksenia@mail.ru

В течение последних 20-25 лет существенно изменился подход к вопросам анализа воды. В первую очередь это связано с тем, что анализ воды был включён в сферу распространения государственного метрологического надзора и контроля. Ужесточились требования к качеству воды. При этом химический анализ стал основным способом технического контроля, выросли требования к его точности. Для контроля показателей качества воды существует большое количество различных методов. Одной из проблем аналитических лабораторий, выполняющих исследования воды, является выбор подходящего метода анализа.

Ключевые слова: качество воды, контроль качества воды, методы анализа

Качество воды выступает как характеристика ее состава и свойств, определяющая пригодность воды для конкретных видов использования. При этом любой водный объект характеризуется значениями показателей качества, а вид водопользования – нормами качества воды. Контроль качества воды заключается в проверке соответствия значений показателя качества воды установленным нормам и требованиям [1].

В соответствии с [2] лаборатория должна использовать «методики испытаний, включая методы отбора образцов, которые отвечают потребностям заказчиков и пригодны для предпринимаемых испытаний».

Выполнение этого справедливого требования стандарта осложняется разнообразием типов воды, вариабельностью ее состава, применимостью для анализа водных растворов множества методов исследования, наличием огромного количества методик анализа.

При выборе метода учитывается объект анализа, примерное содержание определяемого компонента, возможное наличие мешающих влияний, требуемая точность, затраты времени, наличие измерительного и вспомогательного оборудования, ориентировочная стоимость и др.

Одновременное выполнение всех этих условий не всегда возможно. Часто для получения результата с максимальной точностью, высокой чувствительностью и селективностью необходимо больше времени, дорогостоящее оборудование и материалы, а если требуется провести испытания быстро, то приходится пренебрегать некоторыми требованиями.

Для анализа водных сред применимо большинство известных на сегодняшний день методов химического и физикохимического анализа.

Например, для определения металлов в воде можно использовать титриметрический метод анализа (для кальция, магния), фотометрический (для алюминия, железа, хрома, меди и др.), инверсионную вольтамперометрию (для меди, мышьяка, никеля и др.), флуориметрию (для алюминия, меди, железа и др.), атомно-абсорбционную спектрометрию с пламенной и электротермической атомизацией (для большинства металлов), атомно-эмиссионную спектрометрию (для щелочных металлов), атомно-эмиссионную спектрометрию с индуктивно-связанной плазмой и массспектрометрию с индуктивно-связанной плазмой (практически для всех металлов), ионную хроматографию и капиллярный электрофорез (для щелочных и щелочноземельных металлов) и др. [3]

Гравиметрия. Один из самых простых и распространенных аналитических исследований является весовой метод. Благодаря гравиметрии, возможно, определить концентрацию отдельных растворенных компонентов питьевой воды. В ходе анализа требуется перевести их в труднорастворимые соединения, отфильтровать при помощи «беззольного» бумажного фильтра, высушить, прокалить и взвесить на аналитических весах. Требуемая точность весов 0,0002 грамма.

Достоинства метода: высокая точность, отсутствие необходимости калибровки, простота. Недостатки: значительный расход времени на проведение анализа [4].

Титриметрические методы анализа основаны на количественном определении объема раствора одного или двух веществ, вступающих между собой в реакцию, причем концентрация одного из них должна быть точно известна. Этот метод анализа применяют для определения общей жесткости, концентрации хлоридов, сульфатов, кальция, карбонатов, гидрокарбонатов и др. Достоинства метода: быстрота выполнения, простота оборудования, удобство выполнения серийных анализов, большой набор химических реакций. Недостатки: необходимость предварительной стандартизации растворов титранта и калибровки мерной посуды [4].

В то же время в ряде случаев, особенно в рамках производственного контроля, многими лабораториями успешно применяются давно известные и хорошо себя зарекомендовавшие методы спектрофотометрии.

Использование спектрофотометров позволяет количественно и качественно оценивать состав примесей, содержащихся в анализируемой пробе. Основа метода – способность химических соединений взаимодействовать с излучением, поглощая его.

Основными достоинствами таких приборов, все-таки, следует считать высокую чувствительность и селективность анализов, а также способность работать как с жидкими, так и твердыми образцами, их сравнительную простоту, надёжность, долговечность и относительную дешевизну.

Главными недостатками спектрофотометрии следует обозначить подверженность влиянию примесей на точность анализа, невозможность анализа веществ, по которым не существует литературных данных (не установлены спектры поглощения), достаточно высокие требования к квалификации оператора в случае нестандартных примесей и загрязнений, поскольку их установление может быть затруднено, а также сравнительно трудоёмкую пробоподготовку при работе с прибором.

Преимущества спектрофотометрии многократно перевешивают её недостатки, что и обуславливает популярность и распространённость этого метода анализа.

Выбор метода, как правило, осуществляет сама аналитическая лаборатория. Все зависит от уровня ее приборного обеспечения, квалификации аналитиков, требований к оперативности предоставления результатов. Конечно, результат определения содержания конкретного вещества в воде не должен зависеть от используемого метода анализа.

Однако не всегда использование методик, основанных на разных методах анализа, позволяет получить сопоставимые результаты. Подобное происходит при определении обобщенных, интегральных показателей качества воды, например, нефтепродуктов, фенолов, жиров и др., объединяющих большое количество индивидуальных органических соединений.

Основными методами определения нефтепродуктов в водах являются гравиметрический, ИК-спектроскопический, газохроматографический и флуориметрический.

Самыми распространенными в России стали методы флуориметрии и ИК-спектроскопии, и именно сопоставление результатов, полученных с их использованием, вызывает наибольшие проблемы.

Особенно наглядно различие данных зависимости флуориметрического определения нефтепродуктов в пробе воды от их типа, полученных разными методами, иллюстрируется результатами Межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ). Так, в первом этапе МСИ 2017 г. в определении нефтепродуктов приняли участие около 150 лабораторий, из которых 60 % использовали флуориметрию, 40 % — ИК-спектроскопию. Полученные результаты МСИ четко разделены на две группы: флуориметрия — $(0,240 \pm 0,007)$ мг/л, ИК-спектроскопия — $(0,61 \pm 0,01)$ мг/л.

Таким образом, каждый из методов анализа качества воды имеет свои плюсы и минусы, при этом основным «недостатком» высокотехнологичных инструментальных методов является высокая стоимость оборудования.

Библиографический список

1. Попов, Н.С. Методы контроля и оценки качества природных вод [Текст] / Н.С. Попов, А.В. Святенко // Журнал экологии и промышленной безопасности. – 2013. - №1-2. – С.33-43.
2. ГОСТ ИСО/ МЭК 17025-2009. Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий [Текст]. - М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2010. - IV, 27с.: ил; 29 см.
3. Куцева, Н.К. О методах и методиках анализа воды [Текст] / Н.К. Куцева // Контроль качества продукции. – 2017. – №10. – С.7-12.
4. Аверина, Ю.М. Методы контроля качества воды [Текст] / Ю.М. Аверина, М.А. Ветрова, Е.О. Рыбина // Успехи в химии и химической технологии. – 2019. – №3. – С. 25-27.

Сведения об авторах:

Худынцева Светлана Викторовна – обучающийся группы С-Мв-20 Архитектурно-строительного института СибГИУ

Ефимова Ксения Александровна – к.т.н., доцент кафедры теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции СибГИУ

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Куценко А.А., Ярошов И.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, Aak_mail@mail.ru

В статье рассматривается: понятие системы аспирации, принцип работы системы аспирации, виды системы аспирации, отличие системы аспирации от вентиляции, основные нюансы проектирования систем аспирации дробильно-сортировочного комплекса угледобывающей промышленности.

Ключевые слова: аспирационная система, система аспирации, воздухозабор, пылевыведение, воздушная масса, дробильно-сортировочный комплекс.

Повышенное содержание пыли в воздухе является одним из основных вредных и опасных производственных факторов для многих промышленных предприятий. Для устранения негативного воздействия пыли на здоровье персонала, а также для улучшения технологических процессов, на объекте должна работать аспирационная система. Которая обеспечивает очистку воздуха от пыли и приводит его качественные показатели в соответствие с нормативными требованиями. Аспирация выполняет процесс удаления из воздуха в помещении пыли, волокон, тумана и других взвесей. Монтаж систем аспирации воздуха обычно предусматривается для производственных помещений с высокой степенью пылевыведения. В таких местах возможностей местной вытяжной вентиляции недостаточно для быстрого удаления загрязненного воздуха и его полной очистки.

Эффективная аспирационная система на рабочем месте позволяет поддерживать условия труда, в соответствии с нормативными требованиями, что снижает количество профзаболеваний и несчастных случаев. Кроме того, аспирация создает условия для бесперебойного протекания технологического процесса и снижения вредных выбросов в атмосферу. [1]

Система аспирации создает значительное разрежение воздуха и его фильтрацию с дальнейшим отведением в атмосферу, либо возвратом в помещение. Для удаления загрязненного воздуха, воздуховоды прокладывают со значительным углом наклона, чтобы избежать образование застойных зон, в которых могли бы скапливаться загрязнения.

Аспирационная установка состоит из устройства воздухозабора (применяются зонты, бортовые отсосы, укрытия), вентилятора (обладает большой мощностью для создания необходимого уровня разрежения), оборудования для фильтрации (применяют циклоны, фильтры пылеуловители), накопителя отходов. Аспирационная система активно работает вместе с вентиляционной системой. Приточная вентиляция должна обеспечить необходимый объем подачи свежего воздуха, для замещения объема отводимого загрязненного воздуха.

Системы аспирации воздуха разделены в зависимости от направления движения очищенного воздуха в них:

- прямоточные системы выбрасывают фильтрованный воздух в атмосферу;
- обратные (замкнутые) системы очищают воздушную массу и возвращают в помещение, что позволяет сокращать затраты на отопление зимой.

В зависимости от конструктивного исполнения бывают моноблочные и модульные. **Моноблочная установка** устанавливается вблизи с источником пылевыведения. Установка легко передвигается, быстро устанавливается и соединяется с центральными воздуховодами. Состоит из оборудования для фильтрации, вентилятора и накопителя отходов. Моноблочная установка бывает неподвижной и мобильной. **Модульная аспирация** – это сложная и большая инженерная сеть, которая имеет набор каналов и оборудование для переработки воздушной массы. Воздухозабор вместе с накопителем отходов располагают на незначительном отдалении от зоны пылевыведения. При этом агрегаты аспирационной установки не должны препятствовать работникам предприятия осуществлять трудовую деятельность [2].

Отличие системы аспирации от вентиляции заключается в том, что работа вентиляционной системы сосредоточена на управлении потоками воздуха, а в системе аспирации воз-

дух используется только в качестве носителя, но сама работа предназначена для удаления мелких сухих частиц. [3].

11 мая 2022 года в Кемеровской области – Кузбассе утверждена комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла (КНТП) «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья, при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» («Чистый уголь - Зеленый Кузбасс»). Целью КНТП является создание и внедрение комплекса технологий, повышающих эффективность угледобычи и переработки, обеспечивающих высокий уровень промышленной безопасности и экологии, снижающих риски профессиональных заболеваний.

Система аспирации на дробильно-сортировочном комплексе является важным элементом цикла добычи угля, способствующим повышению экологичности добывающей промышленности и снижения рисков профессиональных заболеваний, что соответствует основным целям, решаемым КНТП. Дробильно-сортировочный комплекс необходим для дробления и сортировки по крупности горных пород, полезных ископаемых и других материалов с целью получения продукта необходимого гранулометрического состава. На дробильно-сортировочном комплексе, участке приема и дробления угля основной вредностью является угольная пыль, образующаяся при перегрузке, грохочении и дроблении материала.

Первым негативным фактором, оказывающим воздействие на безопасность и экологичность протекающих процессов является взрывоопасность угольной пыли, особенно при содержании в воздухе большого количества частиц с размером 10 – 45 нм, т.к. данный размер частиц является наиболее подверженным воспламенению. **Вторым негативным фактором** является негативное воздействие на здоровье персонала, заключающееся во вдыхании угольной пыли ультравысокой дисперсности. Несмотря на широкое использование респираторов и защитных масок, далеко не всегда они обеспечивают надежную защиту. На участках переработки угольного сырья – помимо крупных включений – неизбежно образуются настолько мелкие элементы (10 нм и менее), что задержать их традиционная маска не в состоянии.

При проектировании системы аспирации дробильно-сортировочного комплекса применяются следующие технические решения:

- все места пыления оборудуются местными отсосами;
- удаляемый воздух передается на очистку в фильтры аспирационной системы. В качестве пылеочистного оборудования используются кассетные фильтры, способные осуществлять очистку воздуха от пылевых включений II – IV класса пыли;
- используемое оборудование системы аспирации должно быть изготовлено во взрывобезопасном исполнении.

Библиографический список

1. Эксперт Агро, что такое система аспирации? [Электронный ресурс] / Эксперт Агро. – Блог. – Что такое система аспирации? - Режим доступа: <https://expert-agro.ru/blog/sistema-aspiratsii/>, свободный. Загл. с экрана.
2. Акрукс, системы аспирации воздуха на производстве [Электронный ресурс] / Акрукс. – Статьи. – Система кондиционирования. – Системы аспирации воздуха на производстве – что это такое? - Режим доступа: <https://www.akruks.net/article/sistema-konditsionirovaniya/p555-sistemy-aspiracii/>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Интех-Климат, системы аспирации [Электронный ресурс] / Интех-Климат. – Системы аспирации. - Режим доступа: <https://www.airventilation.ru/Sistemy-aspiracii.htm>, свободный. – Загл. с экрана.

Сведения об авторах:

Куценко Андрей Андреевич – к.т.н., директор Центра коллективного пользования «Прототипирование и аддитивные технологии», доцент кафедры теплогазоводоснабжения, водопроведения и вентиляции, Сибирский государственный индустриальный университет.

Ярошов Илья Андреевич – обучающийся группы С-М-21 Архитектурно-строительного института, Сибирский государственный индустриальный университет.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕССОВКИ И ВАКУУМИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

Точиев Т.Т., Смирнова Е.В.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, tamerlan.042004@mail.ru, smirnova_tvv@mail.ru

Описан метод опрессовки в системах кондиционирования за счёт использования азота, дано определение процессу вакуумирования. Представлен регламент технического обслуживания инженерного оборудования и проверка всех потенциально слабых мест системы: разъёмные и паяные соединения, процесс вальцовки и т. п.

Ключевые слова: опрессовка, испытание, кондиционирование, хладагент, безопасность, азот.

Холодильный цикл. Теоретической основой, на которой построен принцип работы холодильников, является второе начало термодинамики. Охлаждающий газ в холодильниках совершает так называемый обратный цикл Ренкина (рисунок 1) – разновидность обратного цикла Карно. При этом основная передача тепла основана не на сжатии или расширении цикла Карно, а на фазовых переходах – испарении и конденсации. Холодильное и климатическое оборудование компрессионного типа действия небольшой мощности имеет сходное устройство:

- **компрессор**, создающий необходимую разность давлений;
- **испаритель**, забирающий тепло из внутреннего объёма холодильника;
- **конденсатор**, отдающий тепло в окружающую среду;
- **дросселирующее устройство**, поддерживающее разность давлений за счёт дросселирования хладагента;
- **хладагент** – вещество, переносящее тепло от испарителя к конденсатору.

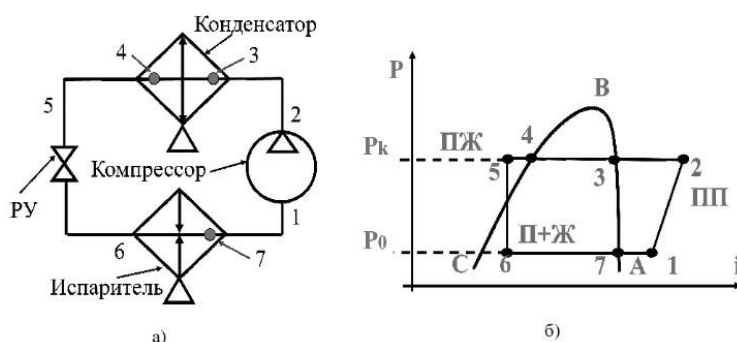


Рисунок 1 – Холодильный цикл: а) схема, б) цикл

Опрессовка азотом систем кондиционирования и холодоснабжения. Проверка на герметичность. Инструмент для опрессовки азотом систем кондиционирования. Чтобы убедиться в герметичности смонтированных трубопроводов и аппаратов холодильной системы, проводится процедура испытания избыточным давлением – так называемая опрессовка азотом (рисунок 2). Для опрессовки применяется азот, причем обязательно с минимальным содержанием примесей и влаги: особой чистоты 99,999% 1 сорта. Баллон с азотом находящимся под давлением 150 бар и выше, подключается к сервисному порту холодильного аппарата через понижающий редуктор высокого давления с предохранительным клапаном настроенным на давление срабатывания 70 бар, как правило, используется специальный переходник для опрессовки азотом, чтобы опрессовка проходила через обычный кондиционерный шланг с резьбой ¼ дюйма.

В случае применения цифровой манометрической станции, возможно значительно сократить время опрессовки до приемлемого интервала.

Если обнаружено снижение давления, следует внимательно проверить все потенциально слабые места системы: разъёмные и паяные соединения, заглушки, вальцовки и т.п. Самые крупные течи выявляются на слух и на ощупь. Еще один доступный способ поиска

утечек – обмыливание, появление пузырей явно указывает на источник негерметичности. Также можно в контур с азотом добавить небольшое количество хладагента, после чего выполнить поиск электронным течеискателем (здесь есть определенные нюансы, связанные с сепарацией разнородных газов). Длинные трассы и большие системы рекомендуется по возможности разбивать на секции для облегчения поиска и устранения негерметичности.

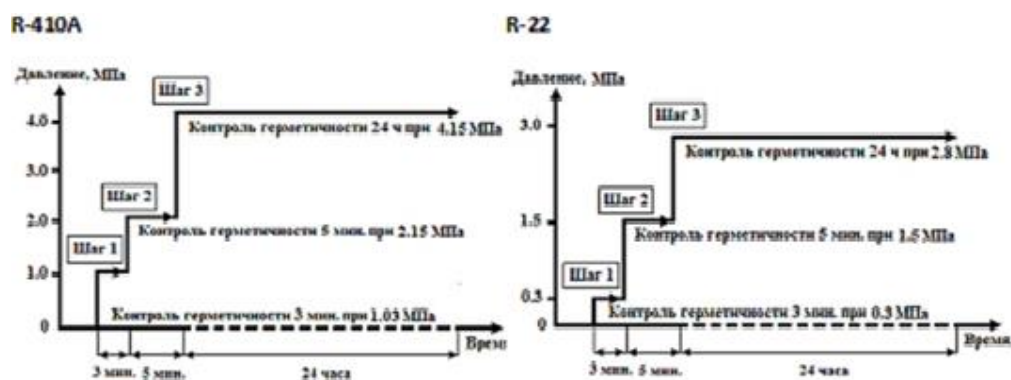


Рисунок 2 – Порядок проведения испытаний

Вакуумирование трассы кондиционера. Вакуумирование холодильного контура производится с целью удаления воздуха, неконденсируемых примесей, а также для понижения содержания влаги во фреоновых магистралях. В данном процессе помогает такой, казалось бы, на первый взгляд, необязательный элемент как запорный вентиль, помогающий специалисту отсоединить шланги от системы практически без потери давления. Данное устройство выпускается под различные типоразмеры сервисных портов кондиционера, как для оборудования на R-410A, так и для R-22 и может составлять как единое целое со шлангом, так и отдельную единицу.

Вакуумирование является обязательной процедурой, особенно при монтаже оборудования, работающего на новых типах хладагентов, таких как многокомпонентный R410A, R-507, R-404A. Применяемое в таких системах полиэфирное масло чрезвычайно гигроскопично (быстро поглощает влагу из окружающей среды), при взаимодействии с воздухом его компоненты превращаются в кислоту, которая разрушает детали компрессора, что приводит к преждевременному выходу оборудования из строя.

Правила безопасности при процессе опрессовке:

Во время испытаний запрещается:

- 1) Вносить изменения в технологический процесс испытаний.
- 2) Оставлять без наблюдения объект испытаний, находящийся под давлением среды.
- 3) Нахождение посторонних людей в «запретной зоне», а во время выдержки конструкции под пробным давлением при испытании на прочность, рабочих занятых этим испытанием.

Гидравлические испытания конструкций должны быть прекращены, напорные трубопроводы перекрыты и избыточное давление снижено до 0 в случаях:

- 1) Нарушение прочности и герметичности конструкции.
- 2) Возникновения пожара.
- 3) Прекращение подачи испытательной среды.
- 4) Отказа контрольно-измерительных приборов.
- 5) Отключение электроэнергии

Библиографический список:

1. БСЭ https://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/147717/Холодильные_машины
2. ОАО «ХолодПромСервис» <http://holodps.ru/informations/total-glacelf-coolelf.html>
3. Особенности диагностики холодильных машин <https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/ustroystvo-i-tsikl-kholodilnoy-mashiny.html>

Сведения об авторах:

Точиев Тамерлан Тимурович – студент группы К-СВК-20, СибГИУ

Смирнова Елена Владимировна – старший преподаватель, кафедра теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, СибГИУ

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ

Фомин А.В., Смирнова Е.В

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, mr.sanya20021@gmail.com, smirnova_tvv@mail.ru

Вследствие замерзания воды и образования ледяных пробок происходит закупорка регулирующих устройств, в которых осуществляется дросселирование понижение давления газа или пара при протекании через сужение проходного канала трубопровода. После устранения всех неисправностей необходимо включить установку и наблюдать за работой компрессора, следить за уровнем масла в картере, характером шума, а после выходе на режим, за заполнением испарителя и нагрузкой на конденсатор.

Ключевые слова: хладагент, картер, компрессор, вентиль, испаритель, фреон, конденсатор, дросселирование

Охлаждение различных объектов – продуктов питания, воды, других жидкостей, воздуха, технических газов и др. до температур ниже температуры окружающей среды происходит с помощью холодильных машин различных типов. Холодильная машина по большому счету не производит холод, она является лишь своеобразным насосом, который переносит теплоту от менее нагретых тел к более нагретым. Основан же процесс охлаждения на постоянном повторении т.н. обратного термодинамического или другими словами холодильного цикла (рисунок.1). В самом распространенном парокомпрессионном холодильном цикле перенос теплоты происходит при фазовых превращениях хладагента – его испарении (кипении) и конденсации за счет потребления подведенной извне энергии.

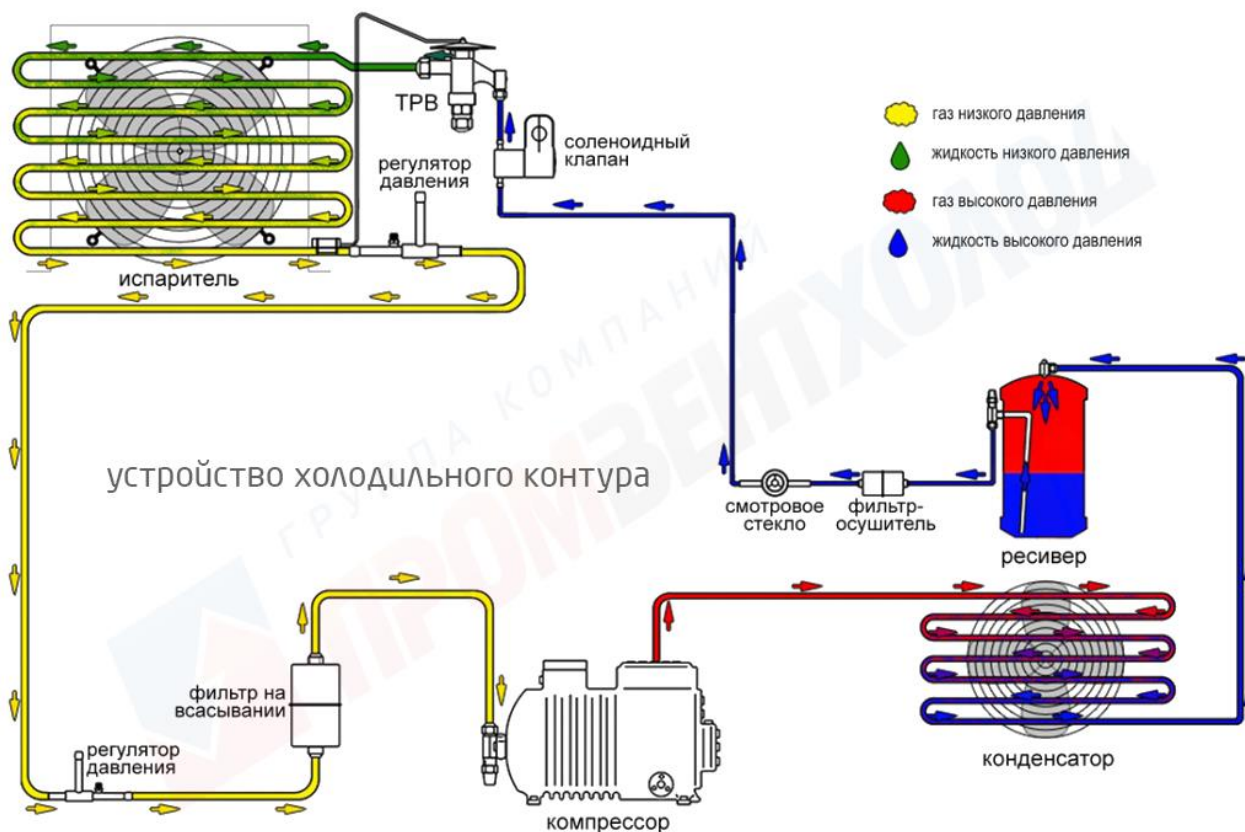


Рисунок 1 – Устройство холодильного контура

Основными элементами холодильной машины, с помощью которых реализуется ее рабочий цикл, являются:

- компрессор – элемент холодильного цикла, обеспечивающий повышение давления хладагента и его циркуляцию в контуре холодильной машины;
- дросселирующее устройство служит для регулирования количества хладагента, попадающего в испаритель в зависимости от перегрева на испарителе.
- испаритель (охладитель) – теплообменник, в котором происходит кипение хладагента (с поглощением тепла) и непосредственно сам процесс охлаждения;
- конденсатор – теплообменник, в котором в результате фазового перехода хладагента из газообразного состояния в жидкое, отведенная теплота сбрасывается в окружающую среду.

При этом необходимо наличие в холодильной машине других вспомогательных элементов, – электромагнитные (соленоидные) вентили, контрольно-измерительные приборы, смотровые стекла, фильтры-осушители и т.д. Все элементы соединены между собой в герметичный внутренний контур с помощью трубопроводов с теплоизоляцией. Контур холодильной машины заполняется хладагентом в необходимом количестве. Основной энергетической характеристикой холодильной машины является холодильный коэффициент, который определяется отношением количества тепла, отведенного от охлаждаемого источника, к затраченной энергии.

Холодильные машины в зависимости от принципов работы и применяемого хладагента бывают нескольких типов. Наиболее распространенные пароконденсационные, парожеткорные, абсорбционные, воздушные и термоэлектрические.

Первоначальный пуск малой холодильной установки после монтажа или расконсервации необходимо осуществлять после тщательного осмотра состояния оборудования.

Необходимо обратить внимание на:

- а) Правильность монтажа;
- б) Отсутствие масляных пятен;
- в) Надежность крепления элементов установки;
- г) Состояние электрооборудования, отсутствие обрывов и свободных концов проводов;
- е) Наличие заземления.

При работе холодильной машины могут возникнуть неисправности (Таблица. 1):

-недостаток хладагента (вещество, с помощью которого забирается тепло от холодильной камеры и отводится в окружающую среду) в системе;

-низкий уровень масла в картере (узлы воспринимают силы, возникающие при сжатии паров хладагента и передают их на фундамент компрессора) компрессора;

-замерзание влаги в ЭРВ

Недостаток хладагента в системе связан в первую очередь с образованием утечек в результате вибрации аппаратов и трубопроводов установки при работе. Явным признаком которых, является появление масляных пятен. Как известно в фреоновых установках масло циркулирует по трубопроводам и аппаратам вместе с холодильным агентом. При возникновении утечки фреон испаряется, а масло остается на месте возникновения утечки. Проверяемые места протирают ветошью(ткань старая, тряпка), смоченной в растворителе (бензин, ацетон, четыреххлористый углерод и т.п.),и обвертывают чистой бумагой. Появление на бумаге масляных пятен свидетельствует об утечке фреона. Для определения точного места утечки применяются также обмыливание крепким мыльным раствором с добавлением глицерина или электронный течеискатель.

- При обмыливании утечка обнаруживается по появлению пузырьков. Для возврата масла необходимо обеспечить необходимую скорость движения паромасляной смеси. Подача жидкого фреона в испарители регулируется таким образом, чтобы из испарителей выходил пар в состоянии, очень близком к насыщенному. При недостаточной подаче холодильного агента в испаритель невозможен возврат масла в компрессор. Концентрация масла в маслофреоновом растворе, находящемся в испарителе, при этом значительно повышается (выше 10-15%), что ухудшает условия работы испарительной системы.

Таблица.1.Виды неисправностей

Признаки неисправности	Причины	Возможные действия
Работает, но не морозит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утечка фреона через трещины в системе. 2. Засорение капиллярной трубки в системе хладагента. 3. Отсутствие давления в компрессоре. 4. Поломка терморегулятора. 	<p>Вызвать мастера, найти трещины, устранить, закачать фреон. Промыть и продуть трубку, заменить фильтр. Заменить компрессор. Отрегулировать или заменить на новый.</p>
Слабо морозит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушения в терморегуляторе. 2. Подтекает фреон. 3. В системе NO FROST заледенел вентилятор (сломан ТЭН) 	<p>Исправить регулировку или заменить деталь. Определяется по холодному конденсатору. Найти трещину, устранить, добавить хладагент. Разморозить, менять ТЭН на новый.</p>
Сильно морозит (перемораживает)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поломка терморегулятора. 2. Регулятор стоит на неверном положении. 3. Засорение дренажного отверстия внутри камеры. 	<p>Замена на новый. Отрегулировать. Прочистить.</p>
Шумит	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наледь на вентиляторе. 2. Дребезжит компрессор. 3. Износились клапаны компрессора. 	<p>Разморозить и вновь проверить работу. Установить холодильник на ровном месте, чуть отодвинув от стены. Вызвать мастера, заменить клапаны.</p>
Бьёт током	<ol style="list-style-type: none"> 1. Утечка тока на корпус. 2. Повреждение изоляции в компрессоре. 	<p>Проверить сопротивление изоляции, проверить и заменить дефектные розетки и провода. Ремонтируется в мастерской.</p>
Нарастает снег	<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарушена герметичность уплотнителя. 2. Засорилась система слива. 3. Неисправность термостата. 	<p>Поправить уплотнитель или заменить старый на новый. Почистить отверстие. Отрегулировать или заменить.</p>
Плохо пахнет	<ol style="list-style-type: none"> 1. Агрегат давно не размораживался. 2. Хранятся продукты с резким запахом. 	<p>Разморозить и помыть со специальным средством. Пользоваться контейнерами с крышкой, поместить внутрь камеры запахопоглощающее средство.</p>

- При пуске компрессора возможно сильное вспенивание масла и унос его из компрессора, что приведет к резкому уменьшению количества растворенного масла во фреоне при уменьшении давления в картаре (Он представляет собой неподвижную деталь, обычно коробчатого сечения. В нем расположен кривошипно-шатунный механизм, закреплены цилиндры и вспомогательные узлы компрессора. Эти узлы воспринимают силы, возникающие при сжатии паров хладагента и передают их на фундамент компрессора, который кроме того воспринимает крутящий момент и силы инерции движущихся масс.). Для избежание вспенивания и уноса масла необходимо предварительно прогреть масло в картаре с помощью электрогрелок, снижая таким образом количество растворенного фреона в масле, или не допускать быстрого снижения давления в картаре компрессора при его пуске.

Замерзание влаги в ЭРВ (электронно-расширительный вентиль) связано в первую очередь с неправильно проведенными работами по пусконаладке или заправкой некачественным фреоном, в результате чего в систему, может попасть влага. Одним из признаков засорения фильтра-осушителя является низкая температура корпуса фильтра (холодный). Это означает, что в нем происходит дросселирование жидкого хладагента за счет увеличения внутреннего сопротивления. Засорение может произойти за счет накопления механических примесей или насыщения осушителя влагой. Вода, попавшая в установку, не растворяется во фреонах и при температурах ниже 0°С замерзает. Вследствие замерзания воды и образования ледяных пробок происходит закупорка регулирующих устройств, в которых осуществляется дросселирование (понижение давления газа или пара при протекании через сужение проходного канала трубопровода). Уменьшение или полное прекращение подачи хладагента в испарительную систему приводит к значительному ухудшению работы испарительной системы, вплоть до полной потери холодопроизводительности. Кроме того, нарушается нормальная циркуляция масла. Масло скапливается в испарителях и конденсаторе. Компрессор, оставаясь без масла, может выйти из строя.

Признаком наличия воды в системе является прекращение подачи жидкого хладагента через регулирующее устройство, причем после его прогрева, например, горячей водой, пропускная способность на некоторое время восстанавливается. Для возобновления нормальной работы необходимо заменить фильтросушитель (служит для удаления влаги из хладагента). Для удобства выполнения работ желательно установить манометры на всасывающий и нагнетательный вентили. По давлению всасывания и нагнетания можно легко установить причины отклонения от оптимального режима. После устранения всех неисправностей необходимо включить установку и наблюдать за работой компрессора, следить за уровнем масла в картере, характером шума, а после выхода на режим, за заполнением испарителя и нагрузкой на конденсатор. При необходимости необходимо дозаправить в установку хладагент и маслом. Дозаправку хладагентом производят при работающей машине. Баллон с фреоном предварительно взвешивается. Вентиль на всасывании поворачивается против часовой стрелки до упора, снимается заглушка и на ее место крепится заправочная трубка с баллоном. Накладную гайку крепления к вентилю при этом полностью не затягивать, для того чтобы осуществить продувку заправочной трубки. После продувки гайка затягивается.

Заправку контролировать по смотровому стеклу. Отсутствие паровой фазы (пузырьков) указывает на достаточное количество хладагента. Рекомендуется после исчезновения паровой фазы в смотровом стекле еще дозаправить хладагент, но не более $\frac{1}{2}$ объема ресивера (сосуд для скапливания газа), чтобы был запас на случай возникновения возможных утечек.

Библиографический список

1. Методические указания для стенда (FFDE-19)
https://vk.com/doc154093027_598687678?hash=6166ab807f6540c67b&dl=8ebe2c3fb14c08fda6
2. Неисправности холодильного оборудования и способы их устранения <https://mir-klimata.info/neispravnosti-holodilnogo-oborudovaniya-i-sposoby-ih-ustraneniya/>
3. Особенности диагностики холодильных машин
<https://www.promventholod.ru/tekhnicheskaya-biblioteka/ustroystvo-i-tsikl-kholodilnoy-mashiny.html>

Сведения об авторах:

Фомин Александр Владимирович – студент группы К-СВК-20, СибГИУ.

Смирнова Елена Владимировна – старший преподаватель, кафедра теплогазоводоснабжения, водоотведения и вентиляции, СибГИУ

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Селезнева Д. Д., Исламова О. В., Баклушина И. В.

ФГБОУ ВО Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, baklushina.iv@gmail.com

Рассмотрены особенности систем приточно-вытяжной вентиляции для промышленных зданий.

Ключевые слова: промышленность, вентиляция, загрязнение, комфортная атмосфера, рабочие, кондиционирование, аспирация.

Промышленные здания – строения, в которых размещены производственные предприятия или заводы. Они представляют собой сооружения, включающие в себя отдельные помещения, которые предназначаются для выполнения производственных процессов.

Вентиляционные системы являются устройством для обработки, удаления, транспортирования и подачи воздуха. Это одна из важнейших систем в строительстве промышленных зданий.

Эти системы существуют в первую очередь для людей, находящихся на объекте исследования. Комфортная атмосфера и чистый воздух располагают рабочих на дальнейшую благоприятную деятельность.

Рабочие постоянно находятся в помещениях, где ежедневно производятся какие-либо процессы, связанные с загрязнением воздуха. Именно поэтому на производстве особое внимание уделяется системам вентиляции. Естественная вентиляция считается наиболее неэффективной, так как при ее эксплуатации не удаётся обеспечить интенсивный воздухообмен и поддерживать благоприятный микроклимат в помещении.

Для удаления взвешенных частиц из воздуха в промышленных зданиях используют следующие способы:

1. Установка пылеосадительных камер, в которых частицы отсеиваются от основной массы воздуха за счет силы тяжести;
2. Установка инерционных пылеуловителей или механических сухих пылеуловителей, в которых осадка частиц происходит за счет инерционных сил;
3. Установка электрофильтров;
4. Установка керамических фильтров, в которых используют фильтрующие элементы из пористой керамики;
5. Установка масляных фильтров, которые представляют собой отдельные ячейки – кассеты, элементы которых смазаны внутри специальной смазкой с высокой вязкостью, что вызывает прилипание частиц к этим элементам;
6. Установка скрубберов. В таких устройствах поток загрязненного воздуха проходит через поток мелкодисперсных капель воды, которые обволакивают пыль и под действием силы тяжести оседают и стекают в специальный отстойник в виде шлама.
7. Аспирация – система, используемая для очистки воздуха от всевозможных загрязнений. До нее с проблемой загрязнения воздуха боролись при помощи устройств типа циклонов и скрубберов, после которых воздух не подходил для повторной циркуляции. Решить данную проблему удалось благодаря современным мешочным фильтрам: использованный воздух тщательно фильтруется и возвращается в цех. Принцип действия таких устройств позволяет уменьшить расходы, так как исключается процедура подогрева воздуха.

Ощутить экономию от наличия аспирационных систем больше всего удастся крупным компаниям, тем более, энергоресурсы с каждым годом дорожают. Рециркуляция аспирационного воздуха избавляет производителя от вышеперечисленных проблем и затрат на поддержание определенной температуры расходуемого воздуха.

Не существует универсального способа очистки воздуха в промышленных зданиях. Его необходимо выбирать индивидуально, в зависимости от промышленного производства. Для предприятий с высоким содержанием в воздухе вредных веществ, таких как металлургических и горнодобывающих комбинатов, нефтеперерабатывающих комплексов, химических производств и предприятий энергетики, необходимо использовать многоступенчатые методы очистки воздуха.

В настоящее время возведение промышленных зданий и их реконструкция предполагают индивидуальное проектирование вентиляционных систем, исходя из назначения каждого помещения и требуемого в нем воздухообмена. На данный момент возведение промышленных зданий и их реконструкция требуют индивидуального проектирования систем вентиляции.

Монтаж вентиляции воздуха имеет свои особенности. В первую очередь система вентиляции промышленных зданий отличается большой мощностью и рассчитана на масштабный воздухообмен. В связи с этим при установке, проектировании вытяжной, приточной промышленной вентиляции производственных помещений центральный блок размещается на крыше или рядом со строительным объектом.

Устанавливая промышленную вентиляцию, не только избавляются в производственном помещении от запахов, пыли, но и избыточного тепла взамен на свежий воздух. Особенно важно функционирование вентиляции на промышленном производстве, которое связано с выделением вредных веществ. Чаще всего данный тип вентиляции имеет ряд дополнительных функций и возможностей, таких, как: охлаждение, подогрев, фильтрация воздуха, а также, при необходимости его осушение и/или увлажнение. При этом отопление в промышленном помещении может быть осуществлено двумя путями: с применением электрического оборудования или классической водяной/паровой системой. [1]

Кондиционирование – это процесс поддержания заданных параметров воздуха в здании с помощью автоматических средств. Вентиляция – это процесс удаления из помещения воздуха, который уже прошел полный цикл отработки в системе кондиционирования. Промышленные системы воздухообмена и создания микроклимата часто совмещают обе функции [2].

Промышленные кондиционеры (прецизионные кондиционеры, чиллеры, фанкойлы) отличаются высокой мощностью. Промышленные системы вентиляции воздуха всегда должны учитывать особенности помещения, процессов выделения и утилизации вредных веществ [3,4,5] и предназначаются для следующего ряда задач:

- Очистка и фильтрация воздуха для соблюдения санитарных норм.
- Осушение или увлажнение до нужной температуры для поддержания определенного показателя влажности в помещении.
- Нагрев, охлаждение в помещении воздуха до заданной температуры, предполагая и систему рекуперации.

Ощутить экономию от наличия аспирационных систем больше всего удастся крупным компаниям, тем более, энергоресурсы с каждым годом дорожают. Рециркуляция аспирационного воздуха избавляет производителя от вышеперечисленных проблем и затрат на поддержание определенной температуры расходуемого воздуха. При этом необходимо учитывать, что помимо значительных выделений тепла от технологического оборудования удаляемый воздух может содержать различные химические вещества в концентрациях, достаточных для загрязнения поверхности теплообменника утилизаторов, что приводит к снижению их эффективности и в конечном счете выводу из строя. Тем не менее утилизация тепловой энергии в промышленности позволяет значительно снизить издержки производства, сократить потребность предприятия в тепловой энергии и уменьшить негативный эффект, оказываемый сбросным теплом на окружающую среду [6]. Однако, в некоторых случаях рециркуляция затруднена или невозможна – в первую очередь это касается помещений с биологическим загрязнением, например [7]

Для эффективного воздухообмена на производстве необходимо выполнить следующие задачи: произвести точный расчет системы вентиляции, разработать проект будущей

системы, правильно выполнить подбор оборудования и произвести монтаж коммуникаций. При использовании аспирации, производственных фильтров и рекуперации в системе вентиляции промышленных зданий позволит создать наиболее благоприятный климат на производстве.

Библиографический список

1. ООО «Промком». Вентиляция промышленных помещений [Электронный ресурс] / ООО «Промком» // Режим доступа: <https://promcom.org/services/ventilyatsiya-promyshlennykh-zdaniy-i-pomeshcheniy/ventilyatsiya-promyshlennykh-pomeshcheniy/>, свободный.
2. ООО «Акрукс». Всё о промышленных системах кондиционирования [Электронный ресурс] / ООО «Акрукс» // Режим доступа: <https://www.akruks.net/article/sistema-konditsionirovaniya/p553-promyshlennye-sistemy-kondicionirovaniya/>, свободный
3. ООО «Холодком». Особенности вентиляции в промышленных зданиях [Электронный ресурс] / ООО «Холодком» // Режим доступа: <https://www.holodcom.ru/stati/osobennosti-ventilyacii-v-promyshlennykh-zdaniyax/>, свободный.
4. Ярошов И.А., Абубакаров Е.Р. Вентиляция предприятий атомной промышленности / И.А. Ярошов, Е.Р. Абубакаров // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, – 2020. – С. 254-258.
5. Збродько П.В., Баклушина И.В. Система вентиляции на борту международной комической станции / П.В. Збродько, И.В. Баклушина // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, – 2019, – С. 324-325.
6. Тумащик Е.П. Энергосбережение в системах вентиляции промышленных зданий за счет использования утилизации тепла уходящего воздуха / Е.П.Тумащик // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, – №4, – 2015, – С.40-41.
7. Астрашенко В.В. Проектирование систем вентиляции и кондиционирования инфекционных больниц в условиях эпидемии COVID-19 / В.В. Астрашенко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, – 2021. – С. 256-259.

Сведения об авторах:

Селезнёва Дарья Дмитриевна – обучающаяся группы СТВ-19 Архитектурно-строительного института, СибГИУ

Исламова Ольга Валерьевна – обучающаяся группы СТВ-19 Архитектурно-строительного института, СибГИУ

Баклушина Ирина Викторовна – ст.преп. кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, СибГИУ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В.

ФГБОУ ВО Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, baklushina.iv@gmail.com

Проведено сравнение характеристик отопительных приборов.

Ключевые слова: радиаторы, отопление, Loten, Royal Thermo.

Когда вы собираетесь покупать радиаторы отопления, необходимо заранее подготовиться. Нужно изучить технические характеристики и параметры радиаторов, чтобы узнать какие лучше-именно для вашей отопительной системы.

Можно сравнивать совсем одинаковые модели батарей на вид, а вот по теплоотдаче, мощности – они могут различаться заметно. Здесь все будет зависеть от материала изготовления радиатора и его конструктивных особенностей, внутренней емкости батарей, способа их подключения. Именно поэтому, когда вы выбираете батареи отопления – какие лучше – необходимо подготовиться и обладать некоторыми знаниями. Мы предлагаем сравнить две компании по производству тепловых радиаторов.

Одной из ведущих компаний на рынке современного теплового оборудования является компания Лотен, которая работает с 2010 года. Компания Loten занимается производством трубчатых радиаторов, полотенцесушителей и комплектующих к ним. Это молодой, но перспективный российский бренд. У фирменных стальных радиаторов есть два главных преимущества. Лаконичный дизайн впишется в любой современный или классический интерьер. Он хорош в лофте, минимализме и хай-теке. Светлые модели дополняют изящный прованс, а более темные и массивные – строгий английский стиль. Все серии адаптированы под российские условия эксплуатации. Рабочее давление составляет рекордные 16 атм. Этого достаточно и для частных коттеджей, и для квартир в многоэтажных домах [1].

Помимо этого, компания имеет ряд особенностей:

– Надежность: срок службы радиаторов 30 лет; толщина стенок трубчатых радиаторов Loten 2,5 мм, в свою очередь у европейских производителей – 1,25 мм; гарантия на изделия 5 лет.

– Выгодные цены: стоимость продукции в среднем на 30-50% ниже стоимости европейских аналогов; цена на 30-50% ниже европейских аналогов, а производится по новейшим технологиям.

– За счет низкой высоты идеально подойдут для окон с панорамным остеклением.

– Более 30 вариантов дизайна, которые отлично дополняют любой интерьер.

– Тонкие, глубина от 60 мм.

– Горизонтальные и вертикальные модели для функционального использования пространства.

– Требуют минимального ухода, легко моются, не накапливают пыль.

– Все модели соответствуют ГОСТу и Европейским стандартам качества [2].

Стоимость на официальном сайте Loten зависит от размера и количества секций. Минимальная цена за четырехсекционный радиатор высотой 75 см. составляет 13,5 тыс. руб., максимальная же за радиатор из 12 секций и высотой 175 см. – 49 тыс. руб.

Royal Thermo – крупнейший производитель на рынке систем отопления и водоснабжения Евразии, с собственной штаб-квартирой, конструкторским бюро, дизайн-студией и заводами в России. Уже в 2018 году были произведены и реализованы рекордные 8,9 миллионов секций радиаторов Royal Thermo. Это позволило компании занять лидирующие позиции на рынке в беспрецедентно короткий срок. В 2021 году производится модернизация и

установка новых литьевых машин, что позволит увеличить мощность завода до 16 миллионов секций в год. В рамках программы импортозамещения промышленная группа Royal Thermo постоянно увеличивает долю локализации производства. Если в 2017 году доля российских компонентов составляла 70%, в 2018 отечественная компонентная база составила 98%. А в 2021 году локализация превысила 99%.

Уникальные технологии подтверждены и защищены 20 международными патентами. Совместная работа конструкторского бюро Промышленной группы с Миланским политехническим университетом и НИИ Сантехники позволяют разрабатывать и производить современный модельный ряд оборудования с высокими теплотехническими, прочностными и гидравлическими характеристиками. Продукция Royal Thermo проходит многоступенчатую систему контроля на всех этапах производства от исходного сырья до готовых изделий. Производство полностью сертифицировано в соответствии с нормами международных стандартов ISO 9001, ISO 14001.

Дизайнерские радиаторы Royal Thermo коллекции PIANOFORTE удостоены престижной награды в номинации Product Design. Конкурсное жюри присудило победу за инновационный дизайн, сочетающий новые технологии и неповторимый внешний вид радиаторов. Расположение секций обеспечивает эффект 3D Heating, увеличивая теплоотдачу на 5% за счет фронтальных конвективных окон, и воссоздает конструкцию фортепианной клавиатуры в движении.

Полностью стальной коллектор нового поколения ABSOLUTBIMETALL гарантирует PIANOFORTE надежную работу в подверженных гидроударам системах отопления и в условиях применения химически агрессивных теплоносителей, в том числе антифризов.

Red Dot Design Award – самая престижная награда в области дизайна, присуждаемая «Центром дизайна земли Северный Рейн-Вестфалия» города Эссен с 1955 года. Жюри конкурса возглавляет основатель Red Dot, профессор Питер Зик, который также с 1991 года является руководителем центра дизайна. Номинантов премии ежегодно оценивают самые известные дизайнеры со всего мира.

Royal Thermo займет почетное место в музее Red Dot Design среди признанных мировых лидеров промышленного дизайна: SMEG, Miele, Ferrari SF90, Porsche 911 Carrera, MacBook, iPad Pro Apple, Royal Thermo Pianoforte

Таким образом, критерии для выбора радиаторов различны, нужно выбрать ряд особенностей, которые интересуют конкретно вас, это может быть как дизайн, так и качество отопительного прибора после того, как вы сравнили радиаторы, можно взвесить все за и против, и понять для себя какой лучше [3]

Библиографический список

1. Heat-Wave.ru – интернет-магазин полотенцесушителей, конвекторов и радиаторов отопления премиум класса [Электронный ресурс]. – М. : Heat-Wave, 2022 – Режим доступа : <https://www.heat-wave.ru/>, свободный. – Загл. с экрана
2. Loten. Производство радиаторов и полотенцесушителей [Электронный ресурс]. – М. : ООО «Лотен», 2021 – Режим доступа : <https://loten.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
3. ROYAL THERMO RUS [Электронный ресурс]. – г. Киржач, ООО «Royal thermo» 2022 – Режим доступа : <https://www.royal-thermo.ru/production/innovations/> свободный. – Загл. с экрана

Сведения об авторах:

Андрейченко Анастасия Евгеньевна – обучающаяся группы СТВ-20 Архитектурно-строительного института, СибГИУ

Жунусова Александра Вальдемаровна – обучающаяся группы СТВ-20 Архитектурно-строительного института, СибГИУ

Баклушина Ирина Викторовна – ст.преп. кафедры теплогазоснабжения, водоотведения и вентиляции, СибГИУ

УДК 004.09

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В АВТОМАТИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Павелко Н.А.

Научные руководители: д.т.н., доцент Столбоушкин А.Ю., д.т.н., доцент Алёшина Е.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, kantsurakn@mail.ru

В статье проводится сравнительный анализ и определение преимуществ и недостатков систем автоматизированного проектирования CAD и информационного моделирования зданий BIM. Рассматриваются наиболее известные программируемые среды при разработке архитектурно-строительных проектов такие, как КОМПАС-3D, T-FLEX CAD, ArchiCAD, AutoCAD, Revit, Renga и AutoCAD Architecture.

Ключевые слова: архитектурно-строительное проектирование, система автоматизированного проектирования, информационное моделирование зданий.

Введение. В результате развития строительных технологий появилась возможность проектировать и строить сложные строительные объекты, в том числе уникальные здания и сооружения. Строительство уникальных объектов требует сложных проектных решений и участие большого количества проектировщиков, отвечающих за разные разделы проектирования. В процессе совершенствования цифровых технологий стало широко использоваться машинное проектирование, которое получило развитие в разных направлениях. Это способствовало возникновению различных подходов в автоматизации архитектурно-строительного проектирования.

Цифровая трансформация в архитектурно-строительном проектировании

Развитие информационных технологий привело к существенным изменениям в области автоматизации архитектурно-строительного проектирования в строительстве. В России и во многих зарубежных странах появились новые современные программы, которые обеспечивают создание высококачественных архитектурных и конструкторских решений, уменьшают срок разработки новых строительных объектов, увеличивают эффективность работы специалистов.

Сейчас в сфере строительства используется значительное число систем автоматизированного проектирования CAD. Это автоматизированная система, реализующая информационную технологию проектирования и предназначенная для автоматизации процесса проектирования.

Использование CAD способствует повышению производительности труда инженеров-проектировщиков, за счет уменьшения сроков реализации строительного объекта. Для достижения этих целей используются высокий уровень автоматизации оформления технической документации, повторное использование проектных данных и решений, а также использование математического моделирования и методов вариантного проектирования.

Преимущество использования систем CAD перед ручным проектированием заключается в экономии времени при создании архитектурно-строительных проектов и внесении в них изменений, быстром обмене данными для совместной работы проектировщиков, повышении точности и минимальном количестве ошибок при проектировании, а также в обеспечении высокого качества полученных чертежей.

В настоящее время программное обеспечение для автоматизированного архитектурно-строительного проектирования включают в себя 2D-чертежи и 3D-модели, позволяет осуществить вращение строительной модели в трех измерениях [1].

Сейчас актуальным в архитектурно-строительном проектировании является построение 3D-моделей строительных объектов с помощью использования технологии информационного моделирования (BIM).

Информационное моделирование зданий – это процесс, который представляет собой новый подход в архитектурно-строительном проектировании, основанный на создании компьютерной модели строительного объекта. Информационная модель включает в себя архитектурную, конструкторскую, экономическую и технологическую информацию о здании необходимую для осуществления проекта.

Процесс создания BIM-модели представляет собой следующий алгоритм:

1. Запрос от заказчика на создание BIM-модели;
2. Создание технического задания;
3. Формирование плана реализации архитектурно-строительного проекта;
4. Осуществление конструкторских и проектных работ;
5. Утверждение проекта и его согласование с заказчиком;
6. Разработка рабочей документации;
7. Передача модели для её реализации с целью ввода строительного объекта в эксплуатацию.

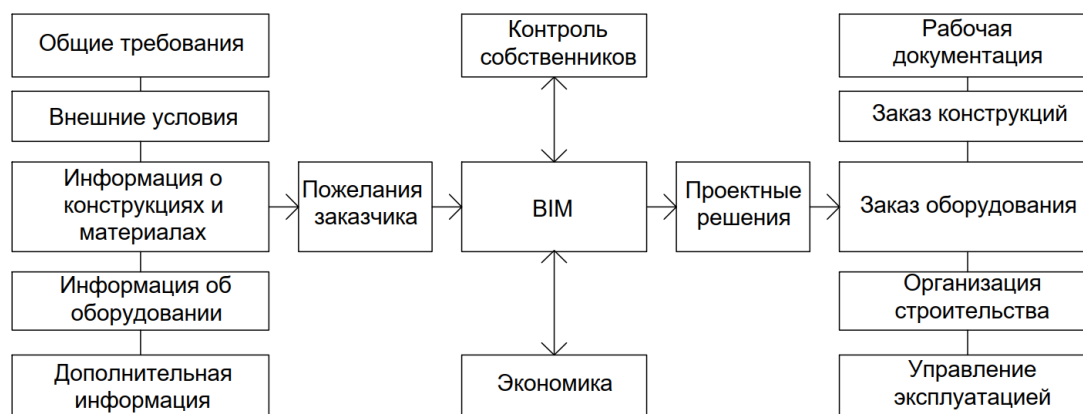


Рисунок 1 – Алгоритм создания BIM-модели строительного объекта

Разработка BIM-модели предполагает коллективную работу специалистов различных разделов проектирования и осуществляется в среде общих данных. Все лица, заинтересованные в создании и реализации архитектурно-строительного проекта, имеют постоянный доступ к модели и к информации о строительном объекте. К ним относятся инвестор, владелец объекта, эксплуатирующая служба, субподрядчик, генеральный подрядчик, завод изготовитель, проектировщик субподряда и генеральный проектировщик.

Использование BIM-технологий имеет ряд преимуществ:

1. BIM моделирование дает возможность представления трехмерных моделей зданий, включающих в себя информацию для составления технической документации реализуемого проекта;
2. Модель строительного объекта и каждый ее конструктивный элемент несут в себе определенный набор информации, связанный как с размером, площадью или объемом элемента, так и с какой-либо информационной составляющей;
3. BIM-технология базируется на машинных вычислениях, что минимизирует количество ошибок;
4. При оформлении документации можно сэкономить значительное время на формировании ведомостей и спецификаций: все отчеты формируются автоматически исходя из наличия элементов в модели;
5. Внесение изменений, связанных с элементами строительного объекта, отражается на всех остальных видах, содержащих этот элемент, одновременно происходит расчет новых значений площади, объема или массы данного элемента в ведомостях и спецификациях. Ис-

пользование BIM-технологии приводит к сокращению сроков проектирования и строительства, что в следствии сокращает расходы на реализацию объектов строительства [2].

ЭВМ, начиная с середины 20-ого века используется практически во всех сферах производственной деятельности человека, в том числе в системе автоматизированного проектирования при разработке архитектурно-строительных проектов. На современном этапе накопленный опыт в работе с программами автоматизированного проектирования выводит процессы создания архитектурно-строительных проектов на новый уровень и характеризуется цифровой трансформацией автоматизированных средств и переходом к BIM-технологиям с разработкой цифровых моделей.

Анализ программируемых сред при разработке архитектурно-строительных проектов

Проанализируем наиболее известные САД в сфере строительства:

1. КОМПАС-3D – система автоматизированного проектирования с возможностью оформления проектной и конструкторской документации, предназначенная для создания трехмерных строительных объектов и отдельных деталей. КОМПАС-3D разработан российской компанией «Аскон».

Программа обладает простым интерфейсом и поддержкой стандартов РФ, обеспечивает построение фасок, скруглений, отверстий, ребер жесткости, тонкостенных оболочек, поверхностей, а также изменение любого элемента на всех этапах проектирования, которое приводит к перестроению всего строительного объекта.

2. T-FLEX CAD - отечественный программный комплекс, разработанный компанией «ТопСистемы». T-FLEX CAD обладает мощным функционалом, который решает задачи трехмерного архитектурно-строительного проектирования. Программа позволяет создавать в короткое время чертежи, спецификации, отчёты и визуализации любой сложности в соответствии со стандартом.

3. ArchiCAD – программный пакет BIM CAD для архитекторов, предназначенный для проектирования архитектурно-строительных конструкций, элементов ландшафта и мебели зданий в 2D и 3D. Разработан компанией Graphisoft.

Все составляющие архитектурно-строительного проекта взаимосвязаны. В данной системе автоматизированного проектирования есть возможность внесения данных об используемых материалах и определения предельной нагрузки, для вычисления необходимого для возведения строительного объекта объема строительного материала. Преимуществом данной программы является возможность внесения изменений в архитектурно-строительный проект сразу несколькими специалистами, что способствует оптимизации процесса согласованности проекта на разных уровнях.

4. AutoCAD – система автоматизированного проектирования и черчения, с помощью которого можно запроектировать строительный объект в двумерном пространстве и реализовать трехмерные модели с использованием твердотельного моделирования. Также с помощью данной программы автоматизируются такие задачи, как сравнение чертежей, подсчет, создание спецификаций. Оформление документации производится в соответствии с принятыми стандартами. Разработчиком AutoCAD является компания Autodesk [3].

Обзор программных комплексов САД показал, что существует большое разнообразие программных продуктов для автоматизации архитектурно-строительного проектирования. Использование систем автоматизированного проектирования обеспечивает высокое качество и уменьшение трудоемкости создания архитектурно-строительного проекта, а также способствует сокращению сроков реализации проекта и введения строительного объекта в эксплуатацию.

Рассмотрим наиболее используемые программы для проектирования 3D информационных моделей:

1. Revit – программный комплекс, с помощью которого можно реализовать цифровую модель в 3D и интегрировать ее в 2D чертежи. Revit разработан компанией Autodesk.

При проектировании в программном комплексе создается трехмерная модель строительного объекта, с помощью библиотечных элементов и семейств размещаются стены, перекрытия, окна, двери, сантехническое оборудование и другие конструктивные элементы. Преимуществом данного программного комплекса является автоматизированное создание планов этажей, фасадов и разрезов. Внесение изменений в 3D-модель приведет к автоматической корректировке всех планов и разрезов.

2. Renga – система автоматизированного проектирования зданий в системе BIM-технологий, которая подходит для архитектурного проектирования и создания 3D моделей зданий, включающих коммуникации. Компанией, которая разработала данную программу, является Renga Software, совместное предприятие компании АСКОН и фирмы «1С».

К достоинствам программного комплекса относится автоматическое назначение армирования для проемов и отверстий, возможность усиления элементов из металлопроката и дополнения отдельных стержней арматуры. Каждый элемент трехмерной строительной модели можно промаркировать, информация об этом будет отражена в ведомостях, чертежах и отчетах. Готовую 3D модель строительного объекта, разработанную в Renga можно экспортировать в программу по расчетам нагрузок в трехмерном виде или в плоской проекции.

3. AutoCAD Architecture – это программа для архитектурного проектирования, которая имеет высокую степень автоматизации чертежей, что снижает вероятность ошибок. Разработчиком AutoCAD Architecture является компания Autodesk.

В данном программном комплексе реализованы специальные инструменты и библиотеки объектов, которые ускоряют архитектурное проектирование строительных объектов. В AutoCAD Architecture элементы являются объектами, которые взаимосвязаны друг с другом. К примеру, при движении окна стена автоматически изменит позицию для его расположения. При движении стены дверь автоматически будет перемещаться со стеной. Если удалить стену, то все окна и двери, которые были в этой стене, тоже удалятся [4].

Анализ программ по созданию цифровых моделей строительных объектов с использованием BIM-технологий, показал, что они позволяют создавать информационную модель зданий и сооружений в 3D, вносить изменения, автоматически производить необходимые расчеты, чертежи, отчеты и графики работ, что способствует сокращению сроков проектирования.

Заключение. В процессе литературного обзора проведен сравнительный анализ подходов в автоматизации архитектурно-строительного проектирования CAD и BIM. В настоящее время в архитектурно-строительном проектировании широко применяются как системы автоматизированного проектирования CAD, так и BIM-моделирование.

Библиографический список

1. Владимир Малюх. Введение в современные САПР. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 192 с.
2. Талапов, В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / Талапов В.В. - М.: ДМК-пресс, 2015. – 410 с.
3. Обзор САПР [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://library.fsetan.ru/doc/obzor-sapr/?ysclid=l8dydk1ub96349461> (fsetan.ru)
4. BIM проектирование: список программ для BIM моделирования [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.zwsoft.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya--spisok--zarubezhnyh-i-rossiyskih-sapr-ispolzuyushchih--razrabotki-bim-tehnologii?ysclid=l8dyahi4lu998285148>.

Сведения об авторах:

Павелко Наталья Александровна – студент Сибирского государственного индустриального университета

Столбоушкин Андрей Юрьевич – д.т.н., доцент, профессор кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов СибГИУ

Алешина Елена Анатольевна – к.т.н., доцент, директор Архитектурно-строительного института СибГИУ

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ BIM-ТЕХНОЛОГИЯМИ

Столбоушкин А.Ю., Титов А.М.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, stanyr@list.ru

В статье дана оценка влияния BIM-технологий на развитие проектирования строительных объектов в условиях информационно-цифровой революции современной эпохи. Рассмотрены вопросы интегрирования BIM-технологий в строительные программно-вычислительные комплексы и синергетический эффект от их взаимодействия.

Ключевые слова: проектирование, программно-вычислительные комплексы, BIM-технологии, системы автоматизированного проектирования.

Информационно-цифровая революция началась с появления электронно-вычислительных машин (ЭВМ), которые без участия человека могут совершать операции с числами, преобразовывая, получая и передавая информацию. С появлением систем искусственного интеллекта все большие категории задач ЭВМ ставят и решают самостоятельно, без участия человека.

Современную эпоху развития науки и техники характеризует так называемая четвертая индустриальная революция, которую образно называют «автоматизацией средств автоматизации». При этом промышленное производство характеризуется полной автоматизацией, управлением интеллектуальными системами в режиме реального времени с одновременным участием нескольких участников процесса, выходящем за границы одного предприятия, и представляет новый уровень организации производственной деятельности.

Современное проектирование и строительство уже невозможно представить без программ, обеспечивающих автоматизированное проектирование (САПР), с помощью которых инженеры создают чертежи в 2D и 3D моделях. Также неотъемлемой частью проектирования являются программно-вычислительные комплексы (ПВК). С каждым годом ПВК обновляются, совершенствуются и развиваются.

Ранее в работе [1] авторами были приведены результаты расчетов на прогрессирующее разрушение в программно-вычислительных комплексах «SCAD Office» и «Лира-САПР» при проектировании здания вагоноопрокидывателя в 2019 году. Описание методики выполнения работ и основные положения ПВК изложены в [2-4].

В данной статье рассматриваются BIM-технологии, интегрированные в ПВК, которые позволяют вывести проектирование на новый уровень. В процессе работы с массивами данных BIM-технологии предполагают их сохранность и защищенность, возможность разделения и распараллеливания информационных потоков, автоматизированную обработку информации. BIM-технологии позволяют поднять качество выпускаемой продукции, увеличить скорость ее выпуска и уменьшить себестоимость [5].

Вместе с тем, такие технологии трудно внедрить во все сферы деятельности из-за высокой цены и продолжительного времени, необходимого на переобучение персонала. Квалификация специалиста является важным аспектом успешной работы, а такие, адаптированные к BIM-технологиям, работники будут наиболее ценными и конкурентоспособными на сегодняшнем рынке труда [6].

Цель настоящего исследования заключалась в изучении отличий BIM-проектирования от классического САД-проектирования и в сравнении взаимодействия ПВК «SCAD Office» и «Лира-САПР» с BIM-технологиями.

Предмет исследования – программно-вычислительные комплексы и BIM-технологии.

Результаты исследований. Сравнительный анализ различий между BIM-проектированием и классическим CAD-проектированием приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Отличия BIM-проектирования от классического CAD-проектирования

BIM	CAD
модель передается с этапа на этап	все этапы жизненного цикла изолированы друг от друга
информация передается в непосредственном, доступном для работы и интерпретации виде	проектная документация передается в виде линий и текста и требует повторной обработки специалистом
процессы внесения изменений автоматизированы, что значительно снижает объем повторных операций и оптимизируют процессы	изменения на планах не отображаются в разрезах, измененные изделия не отображаются в спецификациях
необходимы предварительные настройки к условным отображениям модели и компонентов	гибкость отображения элементов
основные трудозатраты уходят на создание модели, исключая исправление чертежей	чертежи создаются сразу и в процессе происходит их корректировка

Взаимодействие ПВК с BIM-технологиями. В «SCAD Office» существуют возможности обмена данными с ведущими 3D программами, с BIM системами (Revit, Archicad, Tekla) и адаптация баз данных профилей с программой Tekla, также возможна обработка формата IFC физической модели RENGA и использование с помощью него заготовок для построения укрупненной аналитической модели.

В ПВК «Ли́ра-САПР» помимо функций и возможностей, описанных в «SCAD Office», более развит функционал взаимодействия с различными программами.

Двусторонняя связь с Revit позволяет передавать аналитическую модель в «Ли́ра-САПР» для выполнения прочностного расчета. Обратная передача подобранной арматуры из Лиры в Revit осуществляется для конструирования железобетонных плит, стен, колонн и балок. Двусторонняя интеграция с Tekla позволяет рассчитывать стальные каркасы, выполнять статистические и динамические расчеты, выполнять расстановку арматурных стержней с передачей аналитической модели из программы в программу.

С помощью САПФИР-Генератора выполняется создание BIM модели на основе чертежа DXF с автоматическим распознаванием толщин элементов и габаритов сечений. При изменении DXF подложки можно выполнить динамическое обновление всей модели, построенной на базе подложек.

Связь с Plaxis осуществляется при помощи конвертора PSI. Данная связь позволяет выполнять расчет схемы, созданной в ЛИРА-САПР, совместно с моделью грунта, созданной в PLAXIS-3D.

На текущий момент благодаря реализации таких связей появилась возможность производить процесс проектирования по схеме Revit-ЛИРА-PLAXIS-ЛИРА, которая позволяет пользоваться плюсами всех трех программных комплексов и значительно ускорить сроки выполнения проектов, требующих сложных геотехнических решений, а главное повысить точность передачи данных.

В процессе расчётов определяются напряжения, деформации, прочность (устойчивость) в сложных геотехнических системах с учётом совместной работы инженерных конструкций и их взаимодействия с грунтом на этапах строительства, эксплуатации или рекон-

струкции, а также фильтрационные и температурные процессы грунтовых и конструктивных сред [7].

На рисунке 1 приведен геологический разрез для проверки грунтовых условий.

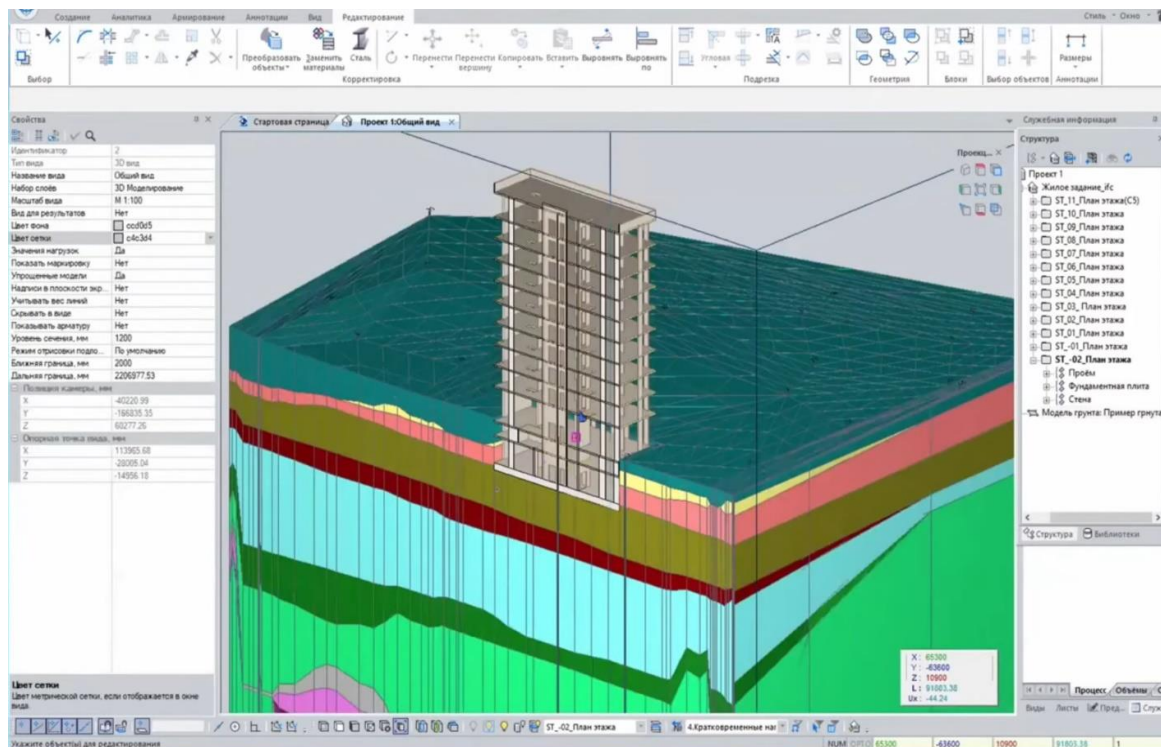


Рисунок 1 – Проверка грунтовых условий при взаимодействии ПВК «Ли́ра-САПР» с Plaxis через PSI

На рисунке 2 показано рабочее окно ПВК «Ли́ра-САПР» при проверке жесткости свай, смещения опор и дополнительных нагрузок.

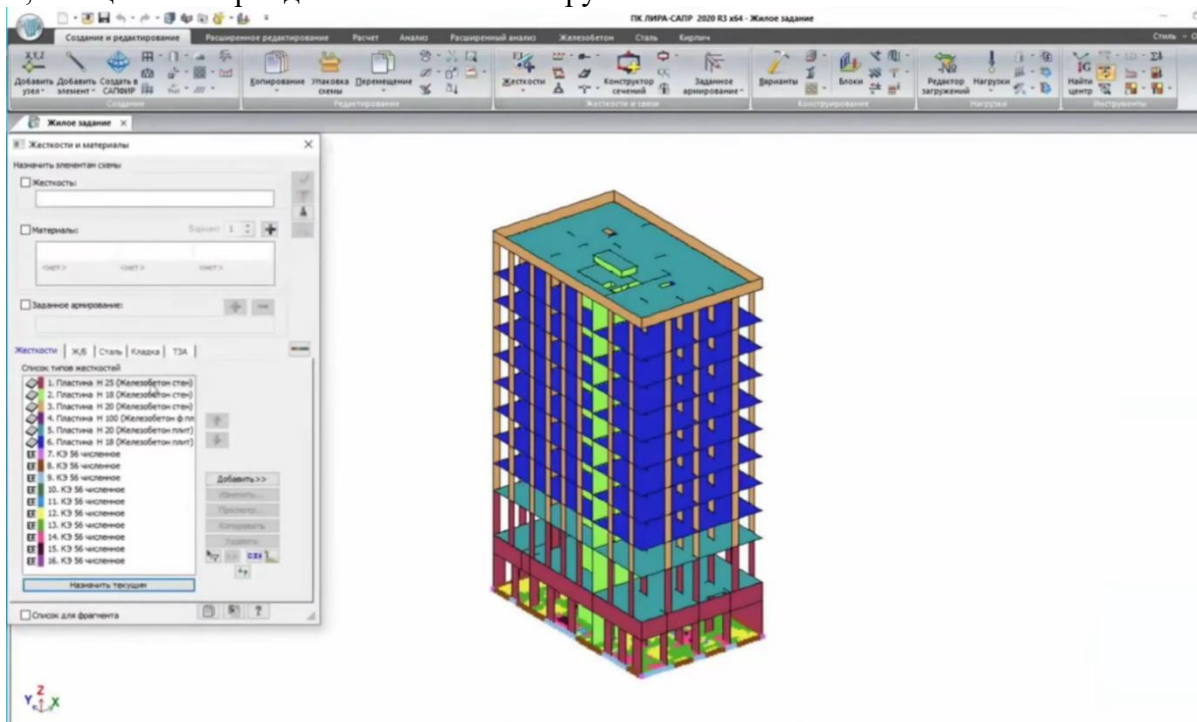


Рисунок 2 – Проверка жесткости свай, смещения опор и дополнительных нагрузок в ПВК «Ли́ра-САПР»

Заключение. В результате анализа работы программного обеспечения, рассмотренного в статье, можно сделать следующие выводы:

- процесс внедрения BIM-технологий в проектирование позволяет повысить качество разрабатываемых проектов на всех стадиях строительства;

- в программно-вычислительном комплексе «Лири-САПР» взаимодействие с интегрированными BIM-технологиями на сегодняшний день более развито и углубленно по сравнению со «SCAD Office», что позволяет совмещать и ускорять выполнение различных процессов и упрощает анализ работы.

Библиографический список

1. Титов, А.М. Сравнительный анализ программно-вычислительных комплексов «SCAD OFFICE» И «ЛИРА-САПР» на примере здания вагоноопрокидывателя / А.М. Титов, А.Ю. Столбоушкин // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Новокузнецк, 12-14 мая 2021 г. – труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2021. – вып. 25 – Ч. V. Технические науки. – С. 105-110.
2. Карпиловский, В.С. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD / В.С. Карпиловский, Э.З. Криксунов, А.А. Маляренко. – М.: Изд-во СКАД СОФТ. – 2011. – 656 с.
3. Гензерский, Ю.В. ЛИРА-САПР 2011. Учебное пособие / Ю.В. Гензерский, Д.В. Медведев, О.И. Палиенко, В.П. Титок – Киев: Электронное издание. – 2011. – 396 с.
4. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. – М.: Изд-во СКАД СОФТ. – 2011. – 710 с.
5. Отчет оценка применения BIM-технологий в строительстве. [Электронный ресурс].
6. Грахов, В.П. Развитие систем BIM проектирования как элемент конкурентоспособности // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1–1. – 580 с.
7. Черных, М.А. BIM-технология и программные продукты на его основе в России / М.А. Черных, Н.М. Якушев // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 1(61). – С. 119-121.

Сведения об авторах:

Столбоушкин Андрей Юрьевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов Сибирского государственного индустриального университета

Титов Андрей Михайлович – магистрант 3-го курса кафедры инженерных конструкций, строительных технологий и материалов Сибирского государственного индустриального университета

ВМ-ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЙ ЭТАП В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА

Бараксанова Д.А., Буцук И.Н., Музыченко Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, inno4kanvkz@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы трехмерного моделирования объектов с применением программного комплекса Tekla Structures, а также возможности поддерживать интерактивное моделирование и проектирование конструкций. Изложен поэтапный процесс создания металлической колонны, представлена трехмерная модель объекта, а также автоматически созданный чертеж, преобразованный в Autodesk AutoCAD. Выполнен сравнительный анализ Tekla Structures и Autodesk AutoCAD.

Ключевые слова: Tekla Structures, Autodesk AutoCAD, информационная модель, проектирование.

Информационное моделирование зданий (от англ. Building Information Modeling, BIM) – процесс, в результате которого формируется информационная модель здания (сооружения), при этом, для каждой стадии соответствует некоторая модель, которая отображает объем обработанной на этот момент информации (архитектурной, конструкторской, технологической, экономической) о здании или сооружении, к которой имеют доступ все заинтересованные лица.

Tekla Structures – это программное обеспечение для информационного моделирования и проектирования строительных конструкций, зданий и сооружений. В данном комплексе имеется возможность объединения трехмерной модели вне зависимости от типов материалов, а также управления совместными рабочими процессами группы с помощью точных и ценных данных из трехмерной модели.

При создании информационной модели здания в Tekla Structures предусмотрены следующие функции и возможности.

Работа в Tekla Structures начинается с создания модели с нуля. При создании нового проекта задается сетка осей согласно размерам здания, 66×33 м (см. рисунок 1). К осям и их пересечениям привязываются объекты в моделях. Кроме того, они необходимы для создания плана и вертикальных разрезов.

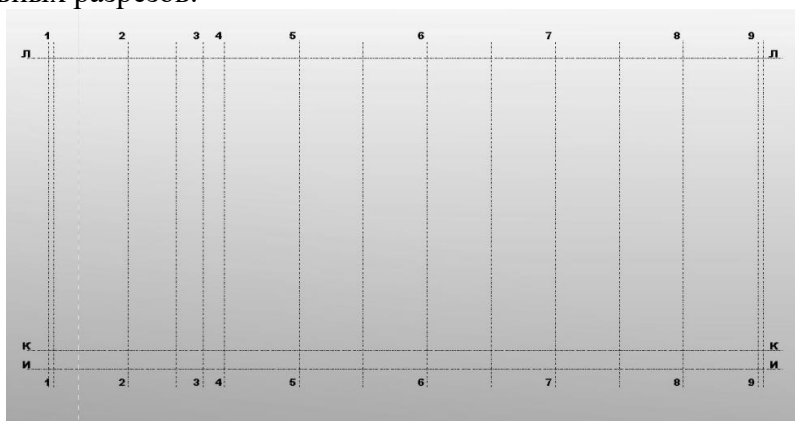


Рисунок 1 – Создание сетки осей

Процесс моделирования консольной колонны начинается с создания подкрановой части. Для этого при помощи панели инструментов «Сталь», которая содержит инструменты для создания стальных балок, колонн, и пластин (см. рисунок 2).

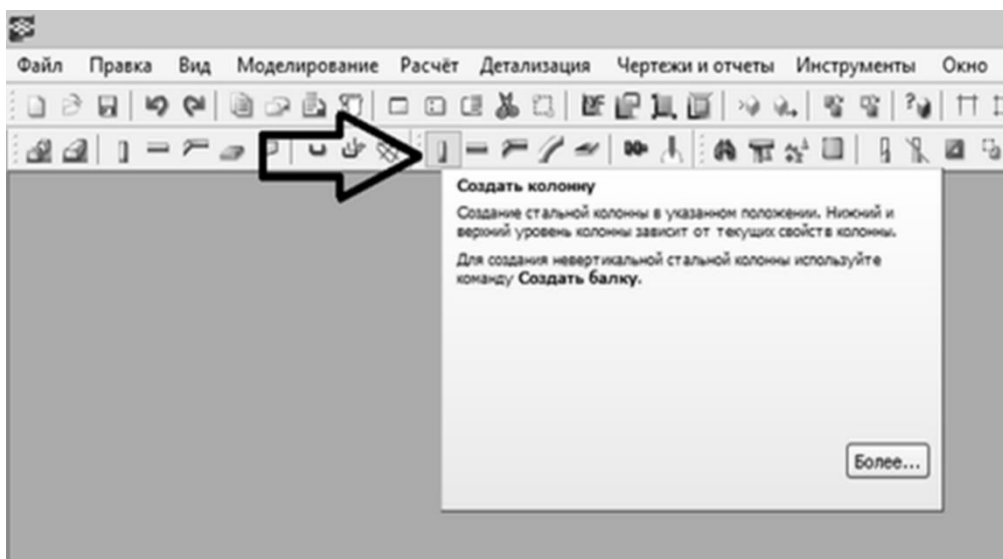


Рисунок 2 – Создание колонны через панель инструментов

После на пересечении координационных осей размещается составной профиль – два прокатных двутавра. При этом необходимо настроить ее свойства, задать положение (осевые привязки) и присвоить им материал, а также всю необходимую атрибутивную информацию (см. рисунок 3). Далее создаются элементы соединительной решетки, необходимых для обеспечения совместной работы ветвей и повышения жесткости колонны. Затем при помощи пластин моделируются соединительная траверса, опорная плита для подкрановой балки и ребра жесткости.

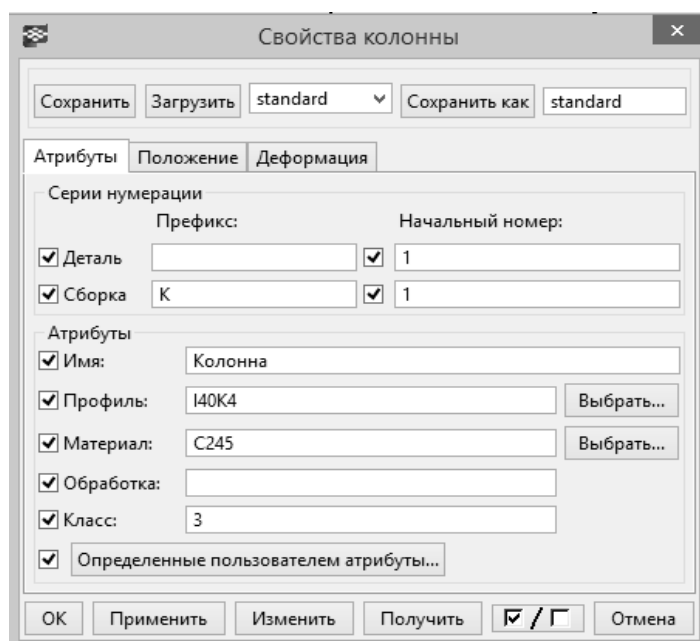


Рисунок 3 – Свойства колонны

Так как применяется сварной профиль, необходимо задать значения параметров сварных швов (тип, длина, катет и пр.) при помощи инструмента «Сварка» (см. рисунок 4).

Также в тех элементах, где это необходимо производится обработка (снятие фаски, обрезка и т.д.). При нажатии же на опорную точку колонны или балки (объектов, состоящих из двух точек) мы увидим окно линейного перемещения для точки (см. рисунок 5). В зависимости от выбранного типа фаски, поля «x» и «y» будут блокироваться или становиться доступными для редактирования.

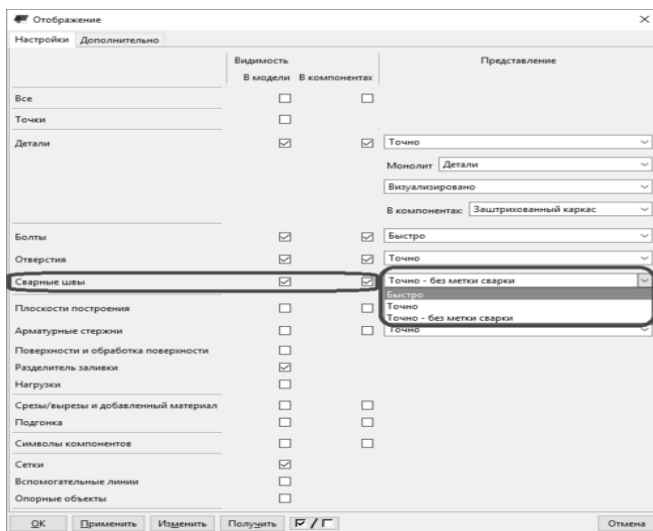


Рисунок 4 – Параметры сварных швов

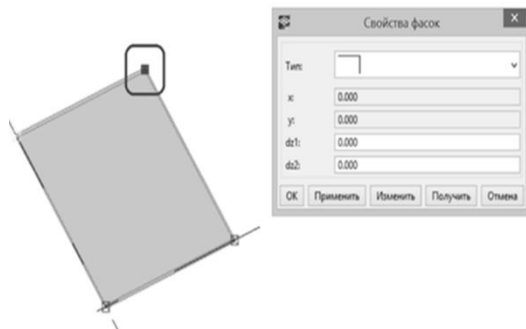


Рисунок 5 – Свойства фасок

На этом создание модели стальной двухветвевой колонны завершено. Итоговый результат модели изображен на рисунке 6. Далее аналогичным методом создаем модель стропильной фермы и подкрановой балки.

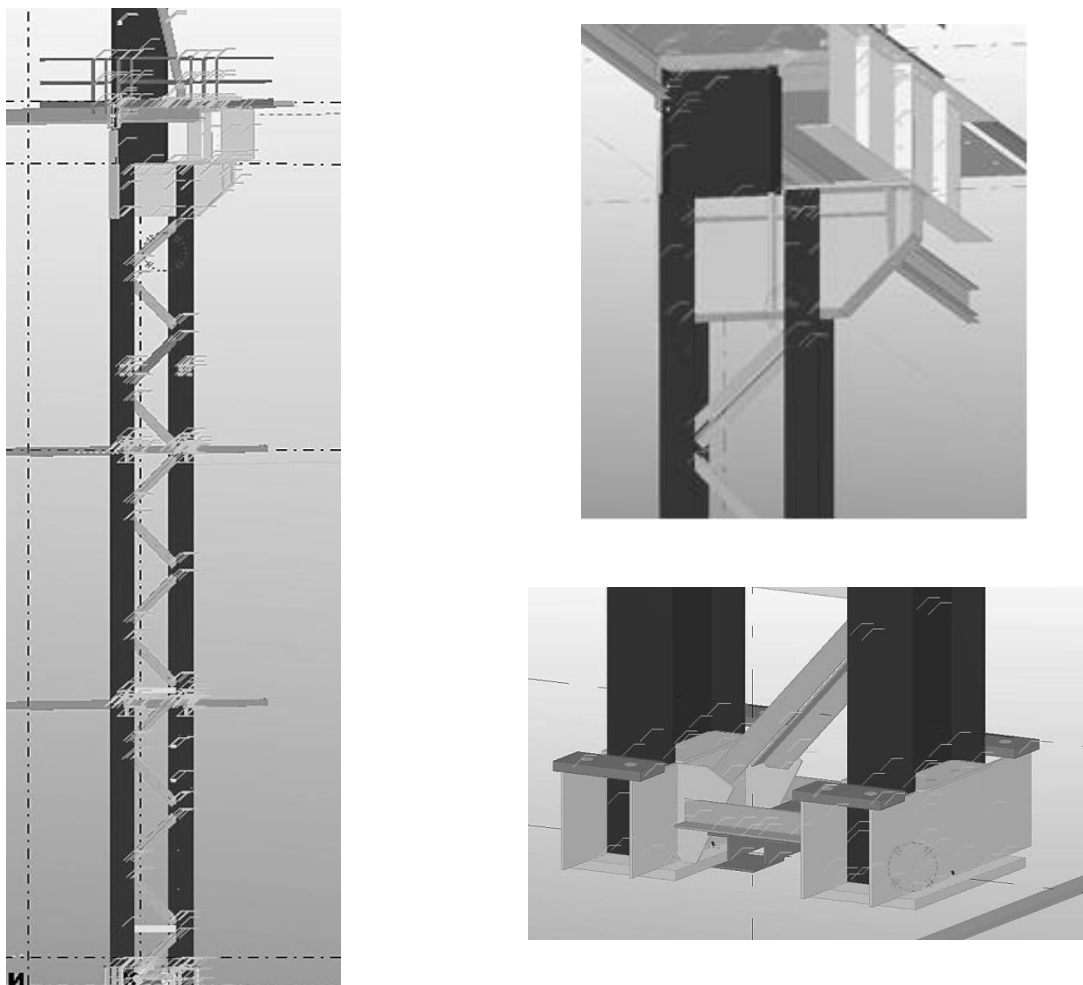


Рисунок 6 – Модель стальной сквозной колонны (фрагменты)

После создания всех конструкций каркаса необходимо проработать узловые соединения. Узлы представляют собой набор элементов (пластины, профили, крепежные элементы), вставляемых в одной команде и связанных между собой параметрами. При изменении одного из элементов узла, например, при смене сортамента скрепляемых профилей, либо их обрезке/удлинении, все зависимые элементы узла соответствующим образом изменяются.

В Tekla Structures в библиотеке «Приложения и компоненты» предоставляется широкий ассортимент готовых узловых соединений, сварных каталогов, болтов и т.п. При этом готовые соединения можно настроить дополнительно.

В модели промышленного здания последовательно создаются все узловые соединения: база колонны, соединение связей и колонны, связей и фермы, прогонов и верхних поясов фермы и т.д.

Результатом проделанной работы является информационная конструктивная модель промышленного здания, изображенная на рисунке 7.

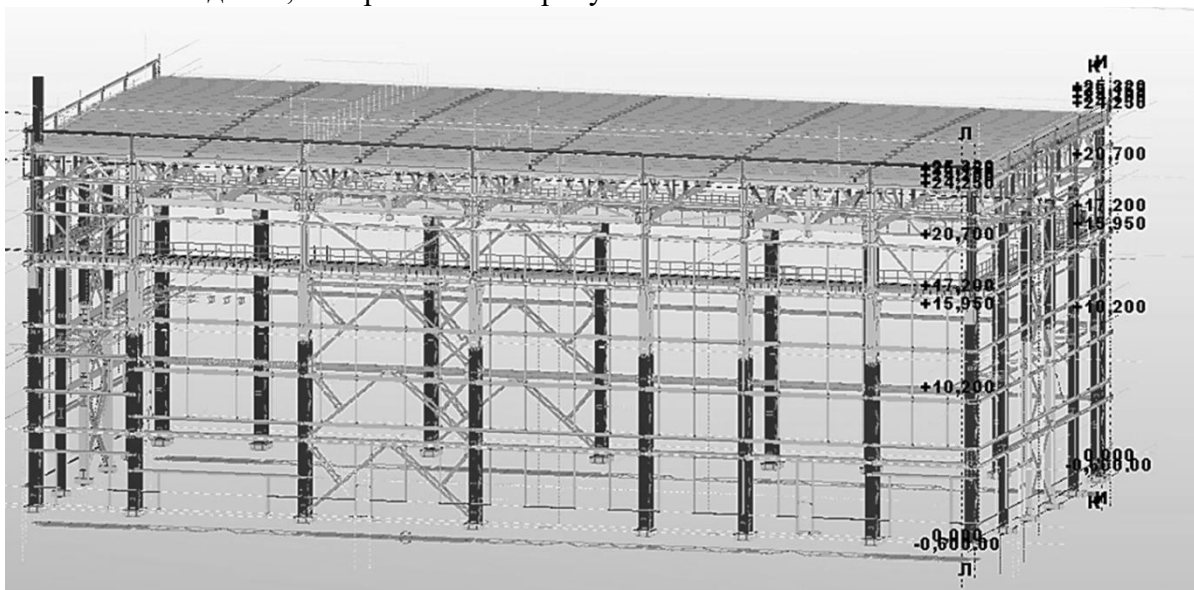


Рисунок 7 – Фрагмент конструктивной модели промышленного здания

Создание чертежей – вне зависимости от способа их создания всегда производится на основе свойств чертежа. Очень важно внимательно подходить к планированию и использованию настроек чертежа, выбирая наиболее подходящие. Создавать чертежи можно по одному, по группам или даже создавать все чертежи автоматически (см. рисунок 8). Чертежи создаются автоматически, однако над ними надо все равно работать, так как не всегда программа делает их качественно.

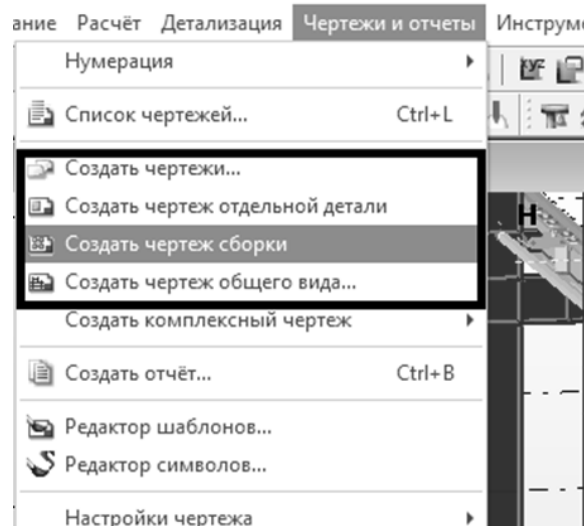


Рисунок 8 – Создание чертежей
На рисунке 9 изображен автоматически

созданный чертеж на основе смоделированного объекта промышленного здания на основе рисунка 7.

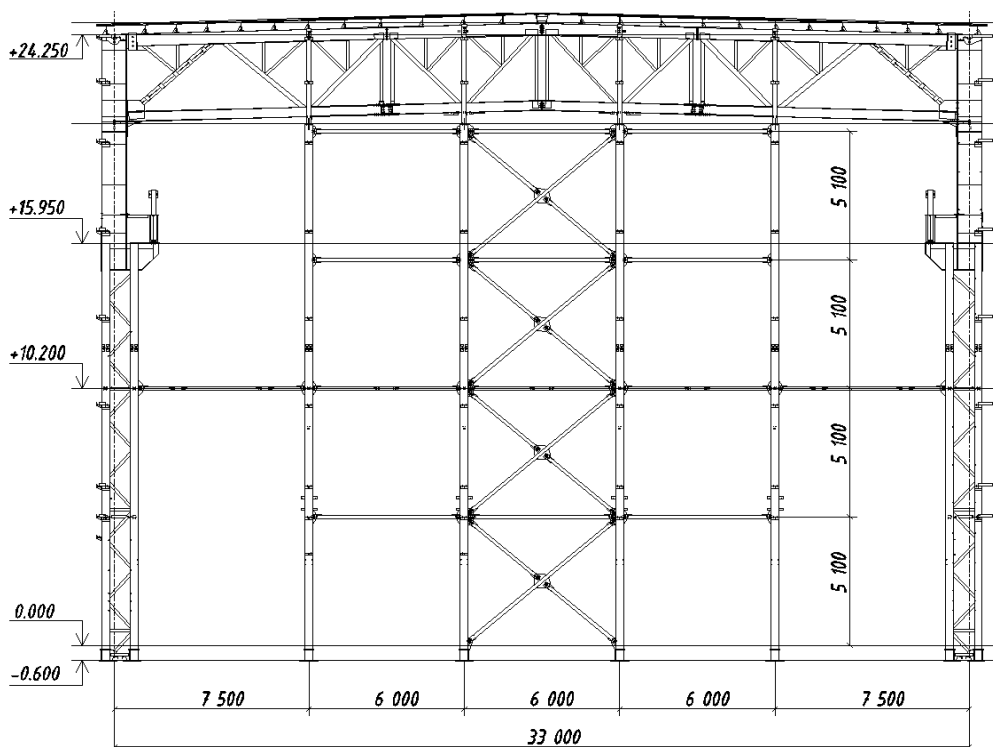


Рисунок 9 – Поперечный разрез здания

В результате работы в программных комплексах Tekla Structures и Autodesk Autocad были выделены достоинства и недостатки, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ двух программных комплексов Tekla Structures и Autodesk Autocad

Достоинства		Недостатки	
Tekla Structures	Autodesk Autocad	Tekla Structures	Autodesk Autocad
Повышение точности проекта. В 3d модели меньше шансов допустить ошибки, чем при работе в 2d программах. Корректируя объект в модели, он автоматически исправляется в чертежах. Различные спецификации и ведомости можно заставить считать машину самостоятельно.	-	Для эффективной работы BIM технологии должны распространяться на все разделы.	Отсутствие единой информационной модели значительно усложняет коллективную работу.
Автоматическое создание чертежей и их автоматическое изменение после внесения поправок в информационную модель.	-	-	Автоматического создания чертежей нет
Автоматическая генерация чертежей отдельных деталей с размерами (КМД).	-	-	Инженер сам разрабатывает чертежи КМД

Достоинства		Недостатки	
Tekla Structures	Autodesk Autocad	Tekla Structures	Autodesk Autocad
Автоматический поиск одинаковых деталей. Автоматическая нумерация деталей и отправочных марок (сборок) КМД.	-	-	Возможное допущение ошибок при повторении нумерации деталей и отправочных марок вручную.
Повышается производительность. Овладев BIM программой в полной мере, инженер может выполнять свои задачи быстрее. Также в модели можно объединить работу всех смежных отделов, участвующих в создании объекта.	Обучение программному комплексу происходит в разы быстрее чем программному комплексу Tekla Structures.	Сложность программных комплексов. Программы становятся мощнее, но одновременно с этим и сложнее в использовании. Требуется много времени на обучение	-

На основе вышеперечисленных данных можно сделать вывод. BIM технологии при широком их использовании могут значительно облегчить процесс проектирования, строительства и помочь при эксплуатации зданий и сооружений, особенно на объектах повышенной ответственности. Применение программы повышает точность проекта, дает возможность производить корректировку объекта, сокращает сроки выполнения проектных работ, а также дает возможность определять автоматически расход материалов, что особенно важно на стадии сравнения вариантов конструктивных решений несущих конструкций зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Талапов, В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов. – М.: ДМК-Пресс, 2015 г. – 410 с.
2. Tekla Corporation. Tekla Structure: Руководство по моделированию: сайт. - URL: https://teklastructures.support.tekla.com/system/files/Modeling_Guide_210_rus.pdf. – Текст: электронный
3. Абрамов Д.А. Бараксанова Д.А., Буцук И.Н., Ибрагимов Р.Р., Музыченко Л.Н. Применение TEKLA STRUKTURES при проектировании объектов с применением металлического каркаса в промышленном строительстве печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 19-21 мая 2020г./под общ. ред. Темлянцев М.В.; СибГИУ – 31 Новокузнецк, 2020. – Вып. 24. Ч. V Технические науки – 329с. - С. 303-305

Сведения об авторах:

Бараксанова Дарья Александровна – обучающийся Архитектурно - строительного института Сибирского государственного индустриального университета.

Буцук Инна Николаевна – старший преподаватель кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Музыченко Людмила Николаевна – доцент, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Новоселов Д.Б.

ООО «ОК «Сибшахтострой» г. Новокузнецк, Россия

В настоящее время при проектировании и строительстве крупных промышленных предприятий внедряются трехмерные BIM-модели зданий и сооружений. Представлен опыт создания облаков точек с применением наземных лазерных сканеров и совмещение с BIM-моделями на стадии проектирования, строительства и эксплуатации. Рассмотрено современное программное обеспечение которое позволяет автоматически классифицировать большие объёмы облаков точек, совмещать BIM-модели с облаками точек и анализировать отклонения с использованием автоматических алгоритмов.

Ключевые слова: наземное лазерное сканирование, BIM-модель, Leica Cyclone, облака точек, контрольные сборки.

Сегодня повсеместно внедряются современные технологии BIM в проектных организациях, выполняющих проектирование крупных промышленных предприятий [1-2]. Все чаще на строительной площадке применяются современные технологии управления строительством и используются проектные модели в трёхмерном виде [3]. Также осуществляется подготовка перевода строительной области на электронный документооборот согласно Постановлению правительства РФ №1431 [4].

Для мониторинга строительства предлагается использовать съёмку с применением наземных лазерных сканеров (НЛС). С помощью лазерной сканирующей системы можно не только осуществлять мониторинг сложных зданий и сооружений, но и фиксировать состояния мест аварий и катастроф с получением реальной картины произошедшего, а также возможность ее привязки к опорной системе координат [5-8].

Результатом сканирования является массив точек с определенными трехмерными координатами, принадлежащими объекту. Каждая точка имеет свой реальный цвет, коэффициент отражения и время съемки. По сравнению с традиционными методами измерений съёмка с помощью НЛС позволяет получать исходные данные с высокой степенью детализации при наименьших затратах времени [9-11].

При помощи наземных лазерных сканеров можно выполнять съемки средних и крупных промышленных предприятий, эта технология позволяет оперативно решать несколько задач:

- создание плоских чертежей со всеми размерами;
- проектирование дополнительных коммуникаций или установка нового оборудования взамен старого;
- определение основных параметров несущих строительных конструкций (крен, осадка) при эксплуатации;
- создание цифрового двойника промышленного объекта;
- сравнения облаков точек с BIM-моделями и выявление коллизий [12-15].

Для привязки облаков точек в строительную систему координат и высот, полученных с наземных лазерных сканеров внутри строящихся и действующих промышленных предприятий, необходимо использовать специализированные марки. Марка представляет собой цель, которая рисуется краской по определенному шаблону на основных несущих конструкциях [16]. Важной составляющей является цвет краски, он должен отличаться от цвета конструк-

ций, чтобы ПО Leica Cyclone определяла автоматически с помощью команды «черно-белая марка» центр марки. Определение координат и высот марок выполняется с использованием классического геодезического инструмента – электронного тахеометра. В действующих цехах прокладываются ходы полигонометрии 1 или 2 разряда.

Основные способы совмещения облаков точек с BIM-моделями:

- при новом строительстве – облако точек является неподвижным, BIM-модель переносится в строительную систему координат;
- при контрольных сборках – облако точек переносится и накладывается на BIM-модель в системе координат проекта;
- при реконструкции – облако точек является неподвижным по высоте, совмещается методом переноса с BIM-модель по общим точкам в плоскости XY;
- при создании BIM-моделей по облакам точек – BIM-модель создается в системе координат облака точек.

При разработке BIM конструкторское бюро задает одно из пересечений главных осей за начало координат (рисунок 1). Необходимо рассчитать приращение координат этого нулевого пересечения в соответствии с актом о закреплении основных осей здания и сооружений. В большинстве случаев BIM-модель строится в относительной системе высот, поэтому облако точек, полученное с НЛС, необходимо перевести в относительную систему высот или использовать исходные марки для НЛС в относительной системе высот.

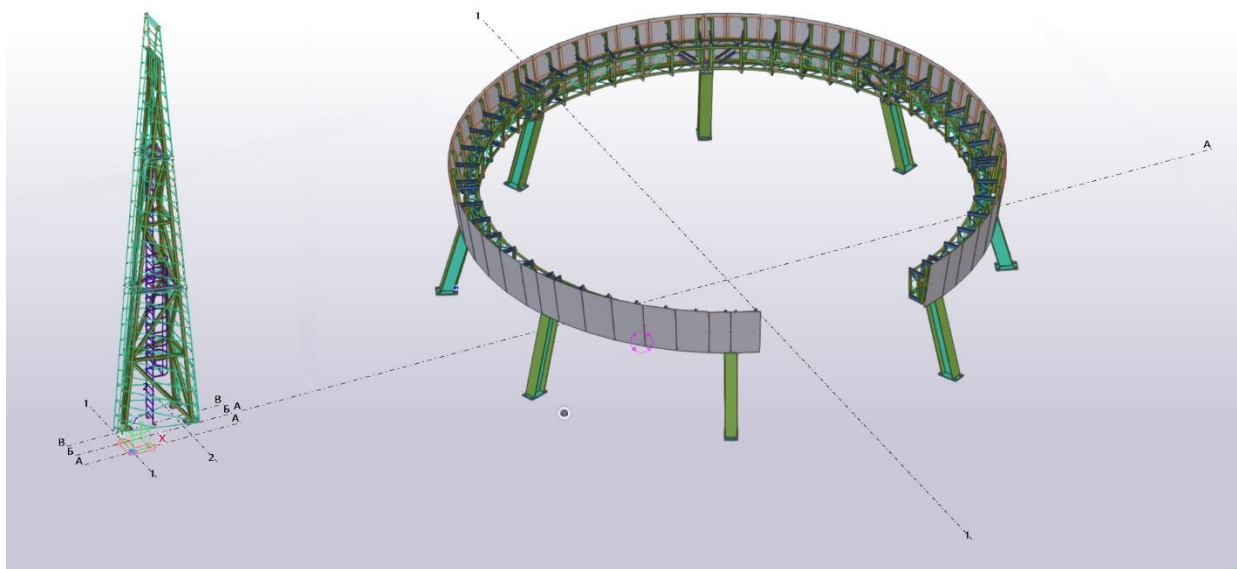


Рисунок 1 – BIM-модель Стеллы трудовой доблести г. Новокузнецк

Дополнительным способом совмещения облаков точек, полученных с НЛС, и BIM-моделей является команда «регистрация наилучшего приближения» в ПО Leica Cyclone. Этот способ применяется для отдельных деталей, например, при контрольных сборках, непосредственно на заводах металлических конструкций, где нет строительной системы координат (рисунок 2). Эта команда анализирует перекрытие выбранных объектов, чтобы вычислить наилучшее соответствие этих объектов. Наилучшее соответствие – преобразование, которое максимально точно совмещает BIM-модель с облаком точек. Первый объект в выделенной области является опорным неподвижным объектом, в нашем случае – это облако точек. Для получения хорошего результата настоятельно рекомендуется, чтобы неподвижный объект покрывал основную часть BIM-модели.

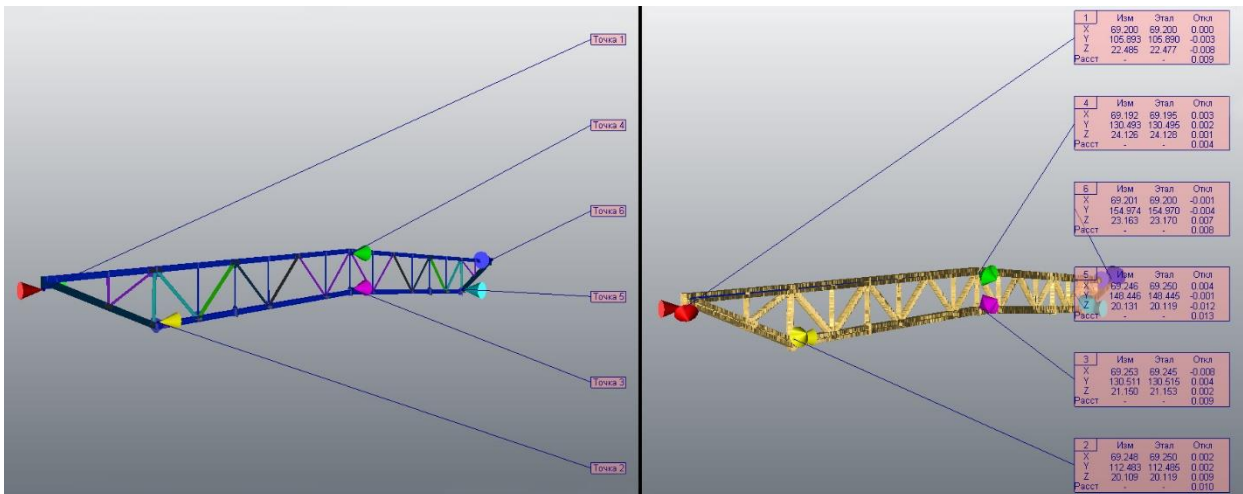


Рисунок 2 – Совмещение облака точек с BIM-модель контрольной сборки фермы

Самое сложно совмещение облака точек с BIM-моделями выполнялся при реконструкции промышленных предприятий. В этом случае привязка осуществляется по существующим колоннам. Вычисляется проектное и фактическое положение центров основных колонн. Затем осуществляется регистрация облака точек в систему координат BIM-модели в плоскости XY (рисунок 3). По высоте облако точек привязывается к существующим реперам. Рекомендуется в зоне реконструкции иметь не меньше трех высотных реперов. Затем, после совмещения, выполняется анализ критичности отклонений смонтированных конструкций и коммуникаций от проекта. Это позволяет выявлять потенциально опасные участки строительства и своевременно принимать решения о дальнейшем ходе работ.

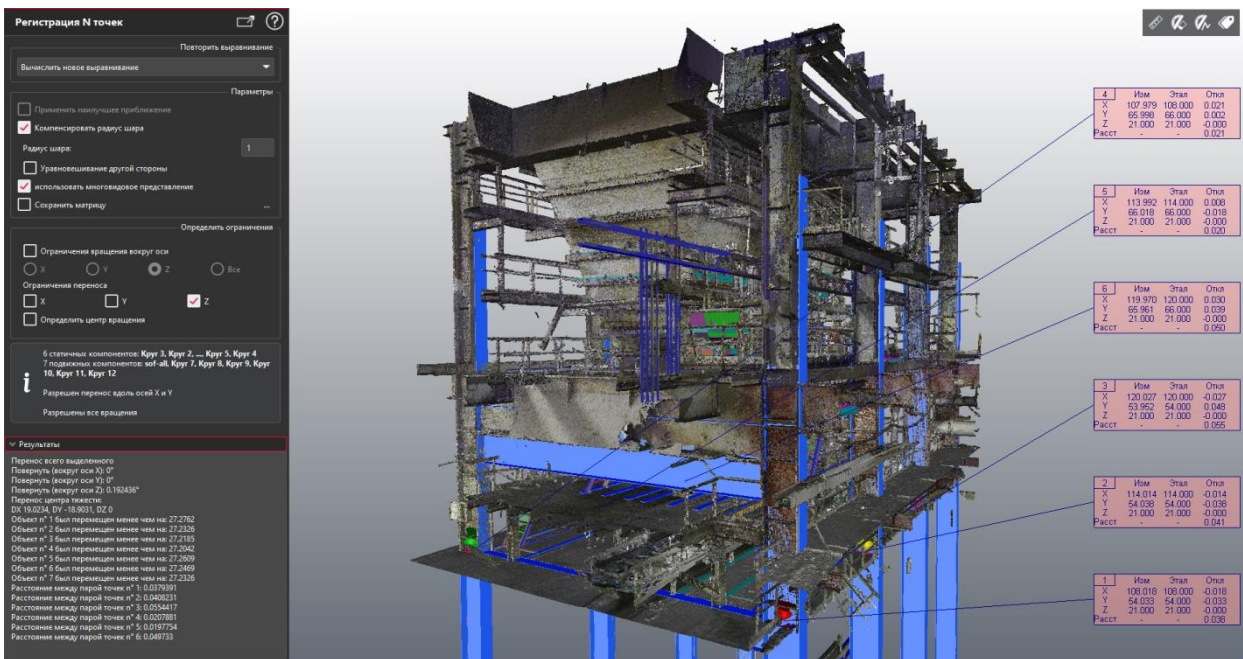


Рисунок 3 – Совмещение облака точек с BIM-моделью при реконструкции

ПО Cyclone позволяет выполнять автоматическую классификацию точек. Процесс классификации основан на алгоритме машинного обучения, который опирается на вычисления с использованием видеокарты.

При запуске автоматической классификации программное обеспечение проверяет, выполнены ли все требования для работы команды. Одним из требований является средняя

плотность облака точек менее 5 мм для классификации внутренних помещений. Внутри промышленных объектов программа выделяет точки, принадлежащие полу, стенам, окнам, проемам, лестницам и др. Автоматическая классификация точек значительно экономит время при обработке больших объемов пространственных данных. ПО корректно классифицирует несложные внутренние помещения. Если есть некачественное распознавание элементов, то при необходимости можно использовать ручную классификацию для улучшения и уточнения автоматической классификации.

По данным наземного лазерного сканера внутри зданий и сооружений можно выполнять контроль и оформление исполнительных съемок на основные конструкции каркаса здания. Данные работы предлагается выполнять в отечественной программе 3D СКАН. На первом этапе из всего облака выделяются точки, которые относятся к несущим конструкциям, в нашем случае – металлические колонны. В верхней и нижней части конструкции выполняются сечения. Затем по полученным сечениям выполняется расчет данных по отклонению колонн от вертикали, и оформляется исполнительная съемка.

Совместное использование наземного лазерного сканера и BIM-технологий при строительстве и эксплуатации промышленных и гражданских сооружений позволяет:

- выявлять на раннем этапе ошибки проектирования при реконструкции промышленных предприятий;
- выявлять ошибки монтажа основных конструкции сложной формы при новом строительстве;
- при контрольных сборках данные с НЛС позволяют выполнять контроль всех геометрических параметров изготовленных конструкций;
- создавать проект дизайна помещений сложной формы и точно рассчитывать объём отделочных материалов.

Благодаря применению наземных лазерных сканеров при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов происходит более полный геодезический контроль и своевременное выявление больших отклонений от проекта с использованием BIM-моделей.

Библиографический список

1. Азаров Б. Ф., Опара В. В. BIM-технологии: проектирование, строительство, эксплуатация // Ползуновский альманах. – 2018. – № 2. – С. 8–11.
2. Рыбин Е. Н., Амбарян С. К., Аносов В. В., Гальцев Д. В., Фахратов М. А. BIM-технологии // Изв.вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2019. – Т. 1, № 1 (28). – С. 98–105.
3. Развитие системы контроля за ходом строительно-монтажных работ на основе комплексного применения программных продуктов Primavera P6 Professional R8.3.2 и ArchiCAD 17.0.0 / В. П. Грахов, Ю. Г. Кислякова, У. Ф. Симакова, Д. А. Мушаков // Наука и техника – 2017. – Т.16, № 6. – С. 466–474.
4. Об утверждении правил «Формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов»: постановление Правительства РФ от 15.09.2020 № 1431 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.- правовой системы «КонсультантПлюс».
5. Комиссаров А. В. Обоснование направлений использования данных цифровой съемки при наземном лазерном сканировании // Вестник СГУГиТ. – 2016. – № 1 (33). – С. 95–100.
6. Наземное лазерное сканирование / А. В. Середович, А. В. Комиссаров, Д. В. Комиссаров, Т. А. Широкова : монография. – Новосибирск : СГГА, 2009. – 261 с.
7. Gordon, S. Measurement of Structural Deformation using Terrestrial Laser Scanners / S. Gordon, D. Lichti, J. Franke, M. Stewart // 1st FIG International Symposium on Engineering Surveys for Construction Works and Structural Engineering. – Nottingham, U. K, 2004. – 16 pp.

8. Алтынцев М. А., Карпик П. А. Методика создания цифровых трехмерных моделей объектов инфраструктуры нефтегазодобывающих комплексов с применением наземного лазерного сканирования // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С. 131–139.
9. Комиссаров А. В., Алтынцев М. А. Метод активного дистанционного зондирования: лазерное сканирование : монография. – Новосибирск : СГУГиТ, 2020. – 254 с.
10. Шарафутдинова А. А., Брынъ М. Я. Требования к точности наземного лазерного сканирования для решения инженерно-геодезических задач с помощью цифрового информационного моделирования // Геодезия и картография. – 2021. – № 8. – С. 2–12. DOI: 10.22389/0016-7126-2021-974-8-2-12.
11. Кузнецова А. А. Применение наземного лазерного сканирования для выявления отклонений конструкций от их проектных значений // Геодезия и картография. – 2018. – № 12. – С. 2–7. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-2-7.
12. Badenko V., Fedotov A., Zotov D., Lytkin S., Volgin D., Garg R.D., Min L. Scan-to-BIM methodology adapted for different application // Int. Arch. Photogramm., Remote Sens. Spatial Inf. Sci. – 2019. – Vol. 42. – P. 49–55.
13. Галахов В. П., Жуков Г. А. Вынос BIM модели на строительную площадку и контроль строительства // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От введения до внедрения : сборник материалов II международной научно-практической конференции. – Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии. – 2017. – С. 216–222.
14. Ochmann S., Vock R., Klein R. (2019) Automatic reconstruction of fully volumetric 3D building models from oriented point clouds. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 151, pp. 251–262. DOI: 10.1016/j. isprsjprs.2019.03.017.
15. Шарафутдинова А. А., Брынъ М. Я. Опыт применения наземного лазерного сканирования и информационного моделирования для управления инженерными данными в течение жизненного цикла промышленного объекта // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26. – № 1. – С. 57–67. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-1-57-67.
16. Неволин А. Г., Новоселов Д. Б. Создание и ведение цифровых дежурных планов при строительстве горнодобывающих предприятий Кемеровской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVII Междунар. науч. конгр., 19–21 мая 2021 г., Новосибирск : сб. материалов в 8 т. Т. 1 : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». – Новосибирск : СГУГиТ, 2021. – С. 25–34. DOI: 10.33764/2618-981X-2021-1-25-34.

Сведения об авторах:

Новоселов Денис Борисович – главный специалист отдела инженерно-геодезических изысканий, ООО «ОК Сибшахтостройпроект»

SUMMERY

Section 1.

ARCHITECTURE AND URBAN PLANNING OF RUSSIA INDUSTRIAL REGIONS

УДК 72.03

WORLD DAY OF ARCHITECTURE

Matekhina O.V.

Since 1996, Architecture Day has been celebrated all over the world. This holiday encourages us to remember the most outstanding architects of previous years and modernity. Their heritage surrounds us, forms the environment of people's life. "Frozen music" determines the quality of life, the mood of people. The article deals with the work of world-class architects, Russian, special attention is paid to the architects and University lecturers of Novokuznetsk.

Key words: architecture, outstanding architects

Information about the authors

Matekhina Olga Vladimirovna – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture of SibSIU

УДК 72.036

THE STORY OF A HOUSE

Matekhina O.V., Kurtukov K.V.

The paper examines the history and architectural features of one of the houses in Novokuznetsk with a semi-enclosed planning structure. The building has constructive and architectural-artistic solutions, which are characteristic of the Soviet architecture of the post-war period and before the introduction of the decision to "eliminate architectural excesses" in the second half of the 50s of the XX century. The semi-enclosed courtyard, which is characteristic of many buildings in the Central District of Novokuznetsk, creates increased comfort of living for residents.

Key words: Soviet architecture, Stalin's architecture, layout of the courtyard territory.

Information about the authors

Matekhina Olga Vladimirovna – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture of SibSIU

Kurtukov Konstantin Vladlenovich – Master's student, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

УДК 711.4 -122

ON THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF RESIDENTIAL BUILDINGS CITIS OF NOVOKUZNETSK

Ershova D.V., Serdyukova E.A.

The article contains promising territories for the placement of residential buildings, taking into account the idle continuity and a promising plan for the development of the city of Novokuznetsk. The focus of the development of the territory of the Abagursky district is proposed, using various types of buildings, including modern Urban-sill.

Key words: residential development, general plan, Abagursky district, Ostrovskaya site, Novokuznetsk, architecture, territorial zoning, urban planning, architectural design, Novokuznetsk, Kuzbass.

Information about the authors

Ershova Dora Vladimirovna – candidate of technical sciences, associate professor, Siberian State Industrial University

Serdyukova Elena Aleksandrovna – student, undergraduate, Siberian state industrial university.

УДК 721.01

DESIGN OF A NEW AIRPORT IN THE CITY OF NOVOKUZNETSK

Author: student Ladutko M.D. Supervisor: Blaginyh E. A.

Abstract: The analysis of the historical development of the operating airport in the city of Novokuznetsk, Kemerovo region - Kuzbass was carried out. Its main problems are identified, the solution of which is relevant at the present time. A project proposal for a new airport has been developed. The decision of the general plan and landscaping of the territory is given, the analysis of the space-planning and constructive solutions of the object is carried out, the architectural and compositional solution of the designed building is proposed.

Keywords: airport architecture, frame, functional areas, space-planning solution.

Information about the authors

Author: Ladutko Mikhail Denisovich – student, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

Supervisor: Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 728.52

THE CONCEPT OF A TOURIST CENTER NEAR NOVOKUZNETSK AND THE PROSPECTS OF THE REGION

Mityugova K.S., Ershova D.V.

Abstract: The issues of the development of domestic tourism of the Kemerovo region, the territorial potential of the formation of a tourist zone near Novokuznetsk, features of the design of a tourist complex, hotels, sports zones and glamping are considered.

Keywords: tourism, concept, project, tourist center, hotel, glam peel, architecture, design, Kuzbass, Novokuznetsk.

Information about the authors

Ershova Dora Vladimirovna - candidate of technical sciences, associate professor, Siberian State Industrial University

Mityugova Ksenia Sergeevna - a student of the magistracy, Siberian state industrial university.

УДК 728.52

GLAMPING AS A DEMANDED FORM OF TOURIST ACCOMMODATION AND THE PROBLEMS OF THE CONSTRUCTION OF HOTELS IN THE TERRITORY OF KUZBASS

Mitrishkina A.A., Ershova D.V.

Abstract: The article discusses the problems of building tourist facilities, hotels, glampings and their complexes in the Kemerovo region.

Keywords: tourist complex, hotel, glamping, architectural pro-classification, Kuzbass.

Information about the authors

Ershova Dora Vladimirovna - candidate of technical sciences, associate professor, Siberian State Industrial University

Mitrishkina Anastasia Andreevna - a student of the magistracy, Siberian State Industrial University.

УДК 728

URBAN VILLAS AS A NEW FORMAT OF URBAN LIFE

Serdyukova E. A., Naumochkina V. S.

Abstract: the article considers the format of a new type of housing "Urban villas" and analyzes the main reasons for the growth of demand for it. The article also presents the main advantages of urban villas and the connection of this format of housing and landscaping of the yard area. Illustrative explanatory material is selected based on the quarter "On Nikitin" in the city of Novosibirsk.

Keywords: urban villa, landscaping, courtyard, quarter "On Nikitina", patio, functional zoning.

Information about the authors

Naumochkina Vasilina Sergeevna – Assistant, Department of Architecture, Institute of Architecture and Civil Engineering, Siberian State Industrial University.

Serdyukova Elena Aleksandrovna – student, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering,

УДК 728.2.011.27

**RELEVANCE OF CONSTRUCTION OF LOW-COST HOUSING
FOR YOUNG FAMILIES AT THE PRESENT STAGE**

Stolboushkin A.Yu., Zaitseva V.S.

Abstract: The article provides a comparison of planning solutions for low-cost housing at the present stage. It has been analyzed the general shortcomings of the design solutions for houses of old and modern construction, such as the lack of unique architecture, a small variety of layouts and insufficient area of apartments. The possibilities of improving the comfort of housing in a small area are described: expanding the usable area by transforming underutilized areas, redistributing the area with the allocation of separate functional areas, and using a circular layout. It is proposed in the future to expand the range of unique architectural and planning solutions in modern construction.

Key words: apartment, redevelopment, housing improvement, planning solution, affordable housing

Information about the authors

Andrey Yurievich Stolboushkin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Zaitseva Victoria Stanislavovna – 3rd year undergraduate student of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

УДК 373.315.7 : 727. 1

AUTHOR'S PROJECT OF THE NEW TYPE SCHOOL EDUCATIONAL SPACE

Matekhina O. G., Osipov Yu. K., Matekhina O. V.

Abstract: The possibilities of organizing the school space from the standpoint of educational technologies and architecture are considered.

Key words: modern education, architectural function, new educational space.

Information about the authors

Matekhina Olga Gennadievna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Philology, SibGIU

Osipov Yuri Konstantinovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture, SibGIU

Matekhina Olga Vladimirovna – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture of SibSIU

УДК 727.11

**DESIGNING A COMPREHENSIVE DEVELOPMENT SCHOOL
FOR 1100 PLACES, TAKING INTO ACCOUNT THE TRANSFORMATION
OF THE EDUCATIONAL ENVIRONMENT**

Author: Serdyukova E. A. Supervisor: Blaginyh E. A.

Abstract: Taking into account the identified problems of secondary schools in the Kemerovo region, a concept has been developed and a design solution for a new comprehensive development school in the 45-

46 quarter of the city of Novokuznetsk has been presented. This project was carried out within the framework of the BUILD SCHOOL PROJECT 2022 review competition, the nomination "Best Student Project". The design of the school was carried out taking into account the modernization of the education system and modern requirements for the construction of educational institutions.

Keywords: school architecture, functional zones, spatial planning solution, educational spaces, inclusiveness.

Information about the authors

Author: Serdyukova Elena Aleksandrovna – student, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

Supervisor: Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 725.26(03)

GENESIS AND DEVELOPMENT OF TRADE AND EXHIBITION CENTERS

Naumochkina V. S., Blaginyh E.A.

Annotation. The article presents the results of the analysis of the features of the development of shopping and entertainment centers in Russia and abroad, their volumetric and spatial solution, the concept of a trade and exhibition furniture center in the largest city of Kuzbass - Kemerovo is presented. A functional and planning scheme of the structure has been developed, which meets modern technical, aesthetic and economic requirements.

Keywords: architectural and planning structure, trade and exhibition center, environmental friendliness, multifunctionality.

Information about the authors

Naumochkina Vasilina Sergeevna – Assistant, Department of Architecture, Institute of Architecture and Civil Engineering, Siberian State Industrial University

Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 712

ARCHITECTURAL CONCEPT OF THE NEW GREENHOUSE OF THE COMPLEX AS A PART OF THE BOTANICAL GARDEN OF NOVOKUZNETSK

Anufrieva N.A., Ershova D.V.

The article analyzes the concepts of modern dendrological centers, their technological solutions and architectural images of greenhouse complexes. Based on the results of the study, a project of a modern greenhouse complex was developed on the territory of the existing botanical garden in the area of the city of Novokuznetsk near the village of Atamanovo.

Key words: architecture, ecology, greenhouse complex, botanical garden, dendrological center, Siberia, Novokuznetsk.

Information about the authors

Ershova Dora Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Siberian State Industrial University.

Anufrieva Nadezhda Alexandrovna – graduate student, Siberian State Industrial University.

УДК 712-1

THE CONCEPT OF IMPROVEMENT OF THE EMBANKMENT IN THE VILLAGE OF ABASHEVO, NOVOKUZNETSK

Author: Danilova A.A. Supervisor: Blaginyh E. A.

Abstract: The article discusses the concept of landscaping the embankment in the village of Abashevo. An analysis of the existing situation is carried out, advantages and disadvantages are identified. The town-planning features of the coastal territory are studied.

Keywords: improvement, embankment, comfortable urban environment, development

Information about the authors

Author: Danilova Anastasiya Aleksandrovna – student, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

Supervisor: Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 752.025.5 (94)

FEATURES OF RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BLOCKS 1920-50S

Magel V.I., Andronov D.A., Gerassimova A.V.

Abstract: The article deals with the problems of development and architectural and spatial environment of the historical center of Novokuznetsk. The data on the history of the development of buildings of the 1920s-50s are analyzed, their systematization is carried out, architectural and urban planning features are identified and the features of reconstructive intervention that can improve the quality of residential development are identified.

Keywords: historical environment, historical center, architectural and urban (cultural) heritage, development regulation zones, reconstruction, rehabilitation

Information about the authors

Magel Victor Ivanovich – Honored Architect of the Russian Federation, Professor of the Department of Architecture of SibGIU,

Andronov Dmitry Andreevich – Master's Student, Architectural and Civil Engineering Institute, SibGIU

Gerasimova Anastasia Vyacheslavovna – Master's Student, Architectural and Civil Engineering Institute, SibGIU.

УДК 711. 454

**FEATURES OF ARCHITECTURAL RENOVATION
IN THE INDUSTRIAL CITIES OF KUZBASS**

Author: student Gerasimova A.V. Supervisor: Blaginyh E. A.

Abstract: Within the framework of this work, a scientific and conceptual justification for the implementation of measures for the rehabilitation and architectural renovation of depleted and disturbed territories in the cities of the south of Kuzbass was carried out. Design proposals for the architectural renovation of restored lands have been developed on the example of the Berezovsky, Sibirginsky, Barzassky sections, the industrial territory of NKMK, which is intended to use the most appropriate methods and means for the effective development of the potential of the disturbed urbanized landscape.

Keywords: architectural renovation, urbanized landscape, environmental friendliness, cities of Kuzbass.

Information about the authors

Author: Gerasimova Anastasia Vyacheslavovna – undergraduate, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

Supervisor: Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 711. 454

**THE CONCEPT OF MODERN USE AND IMPROVEMENT OF THE TERRITORY OF
THE METALLURGICAL PLANT IN NOVOKUZNETSK**

Author: student Gerasimova A.V. Supervisor: Blaginyh E. A.

Abstract: The article touches upon the problem of industrial areas within the city limits, which are inefficiently used and do not allow the city to develop evenly and rationally. This study is aimed at identifying the opportunities and potential of such territories, as well as determining the most optimal option for

transforming territories. The article presents the concept of transformation, improvement of a specific territory on the example of the Novokuznetsk Metallurgical Plant.

Keywords: renovation, improvement, Novokuznetsk Metallurgical Plant, stagnation, industrial areas.

Information about the authors

Author: Gerasimova Anastasia Vyacheslavovna – undergraduate, Siberian State Industrial University, Institute of Architecture and Civil Engineering.

Supervisor: Blaginyh Elena Anatolyevna – Candidate of Architecture, Associate Professor.

УДК 691-4; 72.01

EXPERIENCE IN THE USE OF CONCRETE AND CLINKER IN CREATING A MODERN ARCHITECTURAL SPACE

Lapunova K.A., Dymchenko M.E., Morsi S.A.

Abstract: currently, when implementing architectural and design projects, to aestheticize architectural space, builders use concrete paving stones and clinker paving stones for paving sidewalks, primarily focusing on environmental friendliness, aesthetics and the maximum duration of the operational life of building materials. The history of the use of concrete and clinker, technical characteristics of paving slabs and paving stones, color and figure variations are considered.

Keywords: building materials, concrete, clinker, paving stones, coloristics, environmental friendliness, architectural environment, aesthetics of architecture.

Information about the authors

Lapunova Kira Alekseevna - candidate of Technical Sciences, docent, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

Dymchenko Marina Evgenievna - candidate of philosophical Sciences, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

Morsi Svetlana Anatolievna - bachelor of the 4th year, specialty «Technology of artistic processing of materials», profile «Technical aesthetics and materials in architecture, restoration and construction», Don State Technical University

УДК 691-4; 72.01

AESTHETICS OF BRICK FACADES IN MODERN ARCHITECTURE

Lapunova K.A., Dymchenko M.E.

Abstract: modern architectural development requires special attention from the point of view of the aesthetic perception of architecture, where architecture creates a living space for a modern person, and aesthetics gives impetus to the development and understanding of architecture from the point of view of beauty. Kirpich, despite its rich history in architecture and construction, remains a sought-after modern material with great aesthetic possibilities, its high technical characteristics and diversity help architects in creating unique brick facades.

Keywords: architecture, aesthetics, brick, facade, construction. building materials, beauty, architectural environment, aesthetics of architecture

Information about the authors

Lapunova Kira Alekseevna - candidate of Technical Sciences, docent, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

Dymchenko Marina Evgenievna - candidate of philosophical Sciences, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

УДК 692.6 : 74

STAIRS - SO DIFFERENT AND AMAZING
Matekhina O.V.

Abstract: The article gives many examples of the transformation of a utilitarian structure for climbing from one level to another - stairs into works of art, art objects and places of pilgrimage. The main thing is to apply imagination.

Keywords: staircase, art object

Information about the authors

Matekhina Olga Vladimirovna – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Architecture of SibSIU

УДК 691

DESIGN FEATURES OF THE FRONT BRICK
OF THE REGIONS OF WESTERN SIBERIA
Bozhko Yu. A., Ovdun D.A.

Abstract: This article discusses the main trends in the design of the front ceramic brick of Western Siberia, based on the characteristics of the region and its climatic conditions. The peculiarities of the mentality of the inhabitants are necessarily reflected in the architecture of Siberian cities and in the materials produced by local companies. The design of the front brick is considered on the example of brick factories of the Novosibirsk and Tyumen regions.

Keywords: face brick, design, Western Siberia, architecture, modern trends.

Information about the authors

Bozhko Yulia Aleksandrovna – Assistant of the Department of "Building Materials" of DSTU
Ovdun Dmitry Alexandrovich – Master's student of the Department of "Building Materials" of DSTU

УДК 691-4; 72.01

THE ROLE OF STAINED GLASS IN MODERN ARCHITECTURAL SPACE
Svintsitskaya V.S., Asatryan M.A.

Abstract: The technique of stained glass art has developed and currently has innovations – connecting fragments by printing on a 3-D printer. This makes it more possible to use this technology in an architectural environment. Stained glass in a modern architectural space is the brightest and most unusual accent that creates a cozy atmosphere of the interior.

Keywords: stained glass art technique, coloristics, architectural environment, aesthetics of architecture, interior.

Information about the authors

Svintsitskaya Valeria Sergeevna - Assistant of the Department of "Building Materials", Don State Technical University
Asatryan Marina Akobovna - bachelor of the 4th year, specialty "Technology of artistic processing of materials", profile "Technical aesthetics and materials in architecture, restoration and construction", Don State Technical University

УДК 691-4; 72.01

FACING CERAMIC TILES: FROM HISTORICAL TILES TO INNOVATIONS
IN THE MODERN ARCHITECTURAL ENVIRONMENT
Kotlyar V.D., Rive O.A.

Abstract: Today, construction belongs to such a category of human activity, which is constantly developing and improving. One of the leading positions of building materials for many years has been occupied

by ceramic facing tiles. This article substantiates the relevance of volumetric ceramic tiles for the lining of interior space.

Keywords: building materials, ceramic tiles, shaping, interior, coloristics, environmental friendliness, wear resistance, architectural space, aesthetics of architecture.

Information about the authors

Vladimir Dmitrievich Kotlyar - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of "Building Materials", Don state technical University, Department of building materials

Oksana Aleksandrovna Riva - bachelor of the 4th year, specialty "Technology of artistic processing of materials", profile "Technical aesthetics and materials in architecture, restoration and construction", Don State Technical University

УДК 691-4; 72.01

TECHNOLOGY OF APPLICATION OF EPOXY RESIN IN MODERN ARCHITECTURAL ENVIRONMENT

Lapunova K.A., Orlova M.E., Kislenko A.K.

Abstract: Epoxy resin is a relatively new innovative material obtained at the end of the last century, which spread not so long ago and is used in various fields of activity. Epoxy polymers are a universal, self-adhesive material, originally used as an adhesive, which after polymerization did not change its volume. These substances are used exclusively with a hardener. The use of this technology in the aestheticization of architectural space, with the proper skills of the master, can turn into an interesting object of art, decor or interior. Epoxy resin is a relatively new innovative material obtained at the end of the last century, which spread not so long ago and is used in various fields of activity. Epoxy polymers are a universal, self-adhesive material, originally used as an adhesive, which after polymerization did not change its volume. These substances are used exclusively with a hardener. The use of this technology in the aestheticization of architectural space, with the proper skills of the master, can turn into an interesting object of art, decor or interior.

Keywords: building materials, epoxy resin, construction, architectural space, interior, coloristics, aesthetics of architecture.

Information about the authors

Lapunova Kira Alekseevna - candidate of Technical Sciences, docent, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

Orlova Marina Evgenievna – Postgraduate student of the Department of "Building Materials", Don State Technical University

Kislenko Alina Konstantinovna – bachelor of the 4th year, specialty "Technology of artistic processing of materials", profile "Technical aesthetics and materials in architecture, restoration and construction", Don State Technical University

УДК 691-4; 72.01

THE RELEVANCE OF THE USED CLINKER CERAMIC TILES IN THE ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION MARKET

Orlova M.E., Lapunova K.A.

Abstract: This article discusses the history of the emergence and development of such roofing material as ceramic tiles. The main issues of the relevance and demand for the production of ceramic tiles for the architectural and construction market of Russia are touched upon.

Key words: ceramics, tiles, adobe, roofing, production, market, demand.

Information about the authors

Orlova Marina Evgenievna - postgraduate student of the Department of "Building Materials", Department of building materials

Lapunova Kira Alekseevna - candidate of Technical Sciences, docent, associate Professor. Don state technical University, Department of building materials

Section 2.

NEW MATERIALS, DESIGNS AND INNOVATIVE TECHNOLOGYS IN CONSTRUCTION

УДК 691.1:691.002.8:620

NEW PRINCIPAL APPROACHES TO SOLVING THE EFFECTIVE USE OF PLANT RAW MATERIALS AND PRODUCTION WASTE

¹Pichugin A.P., ¹Khritankov V.F., ²Smirnova O.E., ²Tkachenko S.E.

Abstract. In recent decades, there has been a demand for lightweight thermal insulation materials, mainly from renewable organic raw materials, capable of performing not only structural functions, but also performing heat-protective tasks. Such lightweight concrete allows you to include new materials in low-rise construction and ensure efficiency in many ways. The article presents the results of research on the formation of requirements for obtaining a new heat-insulating lightweight concrete based on woodworking waste and plant production materials that allow previously unused local raw materials to be introduced into the technological process. The first results allow us to positively assess the new possibilities of designing lightweight coarse-porous concrete with variable geometry, ensuring efficiency at significantly low economic costs for their production. The analysis of the properties and technological features of structural and thermal insulation concrete products on various waste of plant origin is presented.

Keywords: materials for building walls, lightweight concrete, coarse-pored concrete with directionally variable granulometry, mathematical modeling and experimental planning

Information about the authors

Pichugin Anatoly Petrovich, Doctor of Engineering.of Sciences, Prof., Novosibirsk State Agrarian University

Khritankov Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences.of Sciences, Prof. Novosibirsk State Agrarian University

Smirnova Olga Evgenyevna, Candidate of Technical Sciencesof Sciences, assoc., Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering

Tkachenko Sergey Evgenyevich, student Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering

УДК 658.567.1:669.1

COMPLEX PROCESSING OF MINERAL WASTE OF THE METALLURGICAL INDUSTRY

Stolboushkin A.Yu., Spiridonova I.V., Fomina O.A.

Abstract. The article outlines the problems that impede the effective disposal of mineral waste from the metallurgical industry in the construction industry. A schematic diagram of the complex processing of dump iron ore waste from concentrating factories is presented, which is based on the method of dry enrichment of waste. A scheme has been developed for the integrated processing of waste from heat and power facilities of metallurgical enterprises. Depending on their variety, the main directions for the rational use of waste are grouped. The scheme of complex processing of metallurgical slags is presented. Three main directions for the processing of aluminosilicate wastes of metallurgy for the production of various building materials and products have been identified.

Key words: complex processing of mineral waste, iron ore enrichment waste, fly ash, metallurgical slag

Information about the authors

Stolboushkin Andrey Yurievich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University.

Spiridonova Irina Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Engineering and Expertise in Construction of the Don State Technical University.

Fomina Oksana Andreevna – Candidate of Technical Sciences, researcher at the Mechanical Engineering Research Institute of the RAS.

УДК 66.088

**STRUCTURAL-PHASE STATE OF THE SURFACE LAYERS
OF THE POWDER MIXTURE ALN AND Si₃N₄ AFTER LASER TREATMENT**

**Vlasov V.A., Klopotov A.A., Bezukhov K.A., Volokitin G.G., Sarkisov Yu.S.,
Syrtanov M.S., Saprykin A.A.**

Abstract. The paper presents the results of the temperature effect of the laser beam on the powder mixtures AlN+Si₃N₄ и Si₃N₄+Al₂O₃. It was found that laser irradiation leads to the formation of a multiphase material: mullites of the composition Al₂O₅Si, β-SiAlON of the composition Si₅AlON₇ and the amorphous phase based on silicon.

Key words: sialon, mullite, laser beam, X-ray diffraction study.

Information about the authors

Vlasov V.A. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

Klopotov A.A. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

Bezukhov K.A. - postgraduate student of the Department of PMM, Tomsk State University of Architecture and Civil

Volokitin G.G. - Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

Sarkisov Yu.S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering

Syrtanov M.S. – Engineer of the Department of General Physics, National Research Tomsk Polytechnic University

Saprykin A.A. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Yurga Technological Institute (Branch) of the National Research Tomsk Polytechnic University

УДК 620.3:666.9

**THE ROLE OF NANOADDITIVES IN IMPROVING QUALITY
POLYMER-CONTAINING PROTECTIVE COMPOSITIONS**

Pichugin A.P., Pchelnikov A.V., Ilyasov A.P.

Abstract. The results of ensuring the quality of protective polymer-containing coatings of building structures and equipment by introducing nanoscale directional additives are presented. Recommendations have been developed on the formulation and technological parameters of protective compositions with various nano-additives, which provides long-term resistance to climatic and operational factors. Carbon nanotubes (CNTs), titanium dioxide, bismuth oxide, cerium oxide, silicon dioxide, etc. were used as directional additives, the formulation of which was determined on the basis of complex physico-chemical studies.

Keywords: paint and varnish materials, nanoscale additives, polymer compounds with nano-additives, metal structures and equipment, adhesive strength, thermomechanical studies

Information about the authors

Pichugin Anatoly Petrovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of NGAU

Pchelnikov Alexander Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, doctoral student NGAU

Ilyasov Alexander Petrovich – PhD student NGAU

УДК 621.9

**THE POSSIBILITY OF INTEGRATED USE OF TPP ASH
IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY OF KUZBASS**

Korneyeva E.V.

Abstract. Disposal of waste from thermal power plants of Kuzbass has been and remains an urgent problem. The possibility of using this type of waste in the production of construction products will

create an industrial raw material base for the construction industry with the improvement of the ecological situation in the region. Solve the problem of utilization and processing of TPP waste is possible only through the joint efforts of the state and business.

Keywords: ash and slag waste, construction industry, disposal, astringent, TPP Kuzbass.

Information about the authors

Korneyeva Elena Victorovna – Ph. D. in Engineering, Assoc. Prof. of Dept. Engineering Structures, Building technologies and materials of Siberian State Industrial University

УДК 666.323

EVALUATION OF DAKHOV ARGILLITES OF THE WESTERN CAUCASUS FOR THE PRODUCTION OF BUILDING CERAMICS

Kotlyar A.V., Stolboushkin A.Yu.

Abstract. The article presents the results of a study of the chemical and mineralogical compositions of Dakhovian mudstones. A strong dependence of their pre-calcination and roasting technological properties on the degree of their grinding in the process of preparation of raw masses has been established. On the example of argillites of the Dakhovsky manifestation, the characteristics of stone-like clayey rocks are presented as a promising raw material for the production of clinker bricks, as well as other types of building ceramics.

Key words: stone-like clay raw materials, argillites, clay shales, ceramic properties, clinker brick

Information about the authors

Kotlyar Anton Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Engineering and Expertise in Construction of the Don State Technical University

Stolboushkin Andrey Yurievich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

УДК 691.33, 624.131.38

PHYSICO-CHEMICAL PROCESSES DURING FIXING SOIL SLOPES OF TRANSPORT STRUCTURES

Pichugin A.P., Bobylskaya V.A., Chesnokov R.A.

Abstract. Strengthening of the ground slopes of transport structures consists in creating a soil-cement base that allows to fasten the soil and create some framework for the perception of operational and atmospheric influences. The durability of a reinforced cement frame is determined by the composition of minerals and oxides capable of hydration hardening contained in the binder–soil system. The article discusses the issues of physico-chemical transformations during the strengthening of loamy soils and suggests principles for improving the quality of such strengthening.

Keywords: reinforced soil, mineral binder, physico-chemical processes. differential thermal analysis, derivatogram

Information about the authors

Pichugin Anatoly Petrovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of NGAU

Bobylskaya Victoria Alexandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, PhD student of NGAU

Chesnokov Roman Alexandrovich – PhD student, NGAU

УДК 658.567.1:620.1

BASICITY COEFFICIENT OF THE ROCK AS AN INDICATOR OF DETERMINING THE DIRECTION OF MAN-MADE WASTE IN THE BUILDING INDUSTRY

Panova V.F., Bubyr M.E.

Abstract: The chemical composition of technogenic wastes is considered. A silicate coefficient of basicity of rocks (Kosn) is proposed for the qualitative and quantitative assessment of technogenic wastes. A diagram of the location of technogenic rocks on a scale of changes in the silicate coefficient of basicity of rocks is shown, which makes it possible to predict their use as a raw material for the production of building materials.

Key words: metallurgy waste, blast-furnace slag, calculation, chemical, mineralogical composition, basicity factor (Kosn), laboratory tests, model, raw materials, products.

Information about the authors

Panova Valentina Feodosievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Engineering Structures, Construction Technologies and Materials" of the Siberian State Industrial University.

Bubyr Maksim Evgenievich – post-graduate student of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials, Siberian State Industrial University.

УДК 691.175:620.193.21

ACTINOMETRIC VARIATION DEPENDING ON THE NATURAL EXPOSURE PERIOD

Nizin D.R., Nizina T.A., Spirin I.P.

Abstract. The change in actinometric parameters (total solar radiation, ultraviolet radiation of the A and B ranges) was analyzed depending on different time periods. The assessment of actinometric indicators was carried out using an automatic control station, which allows recording indicators around the clock with a given step (10 minutes). It was established that depending on the month of natural exposure (temperate continental climate), the intensity of accumulated indicators (up to 56÷1108%) significantly changes. At the same time, the accumulated values of the total solar radiation and ultraviolet radiation of the A and B ranges for one calendar year differ by no more than 15.2, 10.8 and 8.6%, which indicates the possibility of using average values of actinometric indicators only during long-term climatic tests (3-5 years or more).

Keywords: actinometric indicators, solar radiation, ultraviolet radiation of ranges A and B, temperate continental climate, intensity of climatic impact.

Information about the authors

Nizin Dmitry Rudolfovich – candidate of technical sciences, senior leading employee of the research laboratory of environmental and meteorological monitoring, construction technologies and examinations, National Research Ogarev Mordovia State University.

Nizina Tatyana Anatolyevna – doctor of technical sciences, professor, professor of the department of building structures, head of the research laboratory of environmental and meteorological monitoring, construction technologies and examinations, National Research Ogarev Mordovia State University.

Spirin Ilya Petrovich – 1st year master's student of the faculty of architecture and construction, National Research Ogarev Mordovia State University.

УДК 691:699.84

DETERMINATION OF THERMAL CONDUCTIVITY OF BUILDING MATERIALS AND OF WALL STRUCTURES

Panova V.F., Panov S.A., Spiridonova I.V., Ryzhkov P.N.

Abstract. The methods of determining the thermal conductivity of inorganic and organic materials of various structural structures: cellular, granular, fibrous. The mathematical dependences of the calculation of thermal conductivity coefficients, as well as changes in thermal conductivity within the temperature range

from 0 to + 300 ° C and with an increase in the humidity of the tested materials are considered. An example of determining the thermal conductivity coefficient for aerated concrete by calculation and practical methods is considered. Examples of calculating the thermal conductivity of a three-layer wall structure are presented.

Keywords: thermal insulation materials, structure, properties, thermal conductivity, calculation, temperature, humidity, aerated concrete, wall construction.

Information about the authors

Panova Valentina Feodosievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Engineering Structures, Construction Technologies and Materials" of the Siberian State Industrial University.

Panov Sergey Aleksandrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Engineering Structures, Construction Technologies and Materials" of the Siberian State Industrial University.

Spiridonova Irina Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Structures, Construction Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University.

Ryzhkov Philip Nikolaevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Engineering Structures, Construction Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University.

УДК 691.42

SPECIFICS OF DEVELOPMENT OF REGULATORY AND TECHNICAL DOCUMENTATION FOR RAW MATERIALS AND PRODUCTS IN CERAMIC INDUSTRY

Terekhina Yu.V., Kotlyar V.D.

Abstract. The article covers the main issues related to the development of regulatory and technical documentation for clay raw materials and ceramic products. The main sections of technical specifications or standards of enterprises are considered, containing technical requirements and quality characteristics of products, safety requirements, rules for acceptance, transportation, storage, methods of product testing, manufacturer guarantees and instructions for product use.

Keywords: ceramic products, raw materials, quality, requirements, procedure, classification, standard, tests, document.

Information about the authors

Kotlyar Vladimir Dmitrievich – doctor of technical sciences, professor, head of the department of «Construction materials», DSTU.

Terekhina Yulia Viktorovna – senior lecturer at the department of «Construction materials», DSTU.

УДК 691.327

INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FINE-GRAINED CONCRETE MODIFIED WITH A HIGHLY DISPERSED ADDITIVE BASED ON NATURAL CALCIUM SILICATE

Karpikov E.G., Lukuttsova N.P., Romanova E.R., Panfilova A.A.

Abstract. The paper substantiates the possibility of obtaining fine-grained concrete (FGC) with increased physical and mechanical properties by modifying its structure with a highly dispersed additive based on natural calcium silicate – wollastonite. Using the method of the central composite orthogonal plan of the full factor experiment, the rational composition of the modifier was revealed, as well as the characteristics of the FGC obtained on its basis with a bending strength of 3 MPa, compression of 56 MPa and a density of 2345 kg/m³ were established.

Key words: wollastonite, fine-grained concrete, method of the central composite orthogonal plan of the full factor experiment, strength.

Information about the authors

Karpikov Evgeny Gennadievich – senior lecturer of the department "Production of building structures", construction institute, Bryansk state university of engineering and technology.

Lukuttsova Natalia Petrovna – doctor of technical sciences, professor, head of the department "Production of building structures construction institute, Bryansk state university of engineering and technology.

Romanova Evgeniya Ruslanovna – master's student department "Production of building structures", construction institute, Bryansk state university of engineering and technology.

Panfilova Anastasia Aleksandrovna – master's student department "Production of building structures", construction institute, Bryansk state university of engineering and technology.

УДК 691.278:662.613.11:666.974.2

INFLUENCE OF ALUMOSILICATE MICROSPHERES ON THE PROPERTIES OF HEAT-RESISTANT VERMICULITE CONCRETE

Bastrygina S.V.

Abstract: The results of studies of the influence of aluminosilicate microspheres on the main properties of heat-resistant vermiculite concrete are presented. It has been established that the replacement of cement from 20 to 50% with microspheres improves the thermophysical characteristics of concrete, which allows it to be used as a heat-insulating layer in building envelopes. In the technology of heat-resistant concrete, replacing cement with microspheres up to 50% will significantly save cement, contributing to resource and energy saving.

Keywords: expanded vermiculite, aluminosilicate microspheres, heat-resistant vermiculite concrete

Information about the authors

Bastrygina Svetlana Valentinovna – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences, ICT KSC RAS.

УДК 691.32

MODIFICATION OF FINE-GRAINED MULTI-COMPONENT CONCRETE WITH ACTIVATED COMPONENT-BASED ADDITIVE

Kogai A.D., Puzatova A.V., Dmitrieva M.A.

Abstract. In this work, the optimal regime for the preparation of an activated mixture based on special cement and sand of a certain granulometry is determined. The qualities of the nanomodifier were assessed for the persistence of properties by the methods of strength tests and calorimetric analysis. A multi-component concrete with improved physical and mechanical properties was obtained, modified with a finely ground cement-sand composition of optimal content.

Key words: cement, concrete, mechanical activation, additive technologies, nanomodifier, calorimetric analysis.

Information about the authors

Kogai Alina Dmitrievna – post-graduate student of the Institute of High Technologies, Immanuel Kant Baltic Federal University.

Dmitrieva Maria Aleksandrovna – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Institute of High Technologies, Immanuel Kant Baltic Federal University.

Puzatova Anastasia Vyacheslavovna – Senior Lecturer, Institute of High Technologies, Immanuel Kant Baltic Federal University.

УДК 691.32

CONCRETE WITH ASH AND SLAG MIXTURE AND POLYCARBOXYLATE SUPERPLASTICIZER

Lukuttsova N.P., Pykin A.A., Golovin S.N.

Abstract. Mathematical models of the dependence of the strength of fine-grained concrete on the consumption of Portland cement, the percentage of ash and slag mixture and polycarboxylate superplasticizer are constructed using the method of orthogonal central compositional planning. An analysis of the statistical significance and adequacy of mathematical models according to the Student's and Fisher's criteria is presented. The effectiveness of the ash and slag mixture has been evaluated.

Key words: fine-grained concrete, mathematical model, strength, ash and slag mixture, polycarboxylate superplasticizer.

Information about the authors

Lukutsova Natalya Petrovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Production of Building Structures, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University».

Pykin Alexey Alekseevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production of Building Structures, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University».

Golovin Sergey Nikolayevich – Postgraduate student in the direction 08.06.01 «Engineering and technology of construction» (focus «Building materials and products»), Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Bryansk State Engineering Technological University».

УДК 666.973.6

PROPERTIES OF FOAM CONCRETE WITH OPOKA AS A FILLER MATERIAL

Morgun L.V., Gebru B.K., Nemilostivyy A.G.

Abstract. The relevance of resource-saving in construction and the practical requirement of using recycled wastes from mineral industries in the 21st century is reflected. It is shown that insulating gas silicates are used in order to achieve the goals of energy saving, the operational properties of which require protection from atmospheric influences. The effect of mineralogical composition of opoka on the average density and strength of foamed concrete and fibrofoam-concrete were experimentally studied. It has been established that opoka can be an effective raw material for manufacture of structural and heat-insulating products.

Key words: Resource saving; Foam concrete, Opoka, Average density, Compressive strength, Polypropylene fiber.

Information about the authors

Morgun Lubov Vasily – Ph.D. in Engineering Sciences, professor at the department of «Construction Materials», Faculty of Civil Engineering, Don State Technical University

Gebru Berhane Kumenit – 3rd year graduate student at the department of «Construction Materials», Faculty of Civil Engineering, Don State Technical University

Nemilostivyy Aleksandr Grigorevich – 1st year graduate student at the department of «Construction Materials», Faculty of Civil Engineering, Don State Technical University

УДК 620.16

INFLUENCE OF IMPURITIES IN AGGREGATES ON THE PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF REINFORCED CONCRETE SLEEPERS

Dobshits L.M., Nikolaeva A.A.

Abstract. This paper presents the results of a study of premature failure of reinforced concrete sleepers. It is assumed that one of the main factors, which causing the destruction of sleepers on the railway track, is the presence of harmful impurities in concrete materials. The content of impurities does not exceed the permissible values in each material. However, the content of harmful impurities can provoke the corrosion processes in concrete, if harmful impurities are at the limit of permissible values in aggregate materials. The study presents the results of testing concrete for corrosion resistance with a different combination of impurities in the aggregates and proposes recommendations on the permissible safe content of harmful impurities in materials that are used for reinforced concrete sleepers.

Key words: reinforced concrete, sleepers, corrosion, chloride content, soluble silica content.

Information about the authors

Dobshits Lev – DSc in Engineering, Professor, professor of the department “Building materials and technologies” Russian University of Transport (MIIT).

Nikolaeva Alina – senior teacher of the department “Buildings and structures in transport” Russian University of Transport (MIIT).

УДК 666.32/36

INFLUENCE OF SAND ADDITION ON THE STRENGTH CHARACTERISTICS OF ALUMINOSILICATE PROPANT BASED ON DRILL CUTTINGS OF THE MOROZOVSKOYE FIELD

Yatsenko E.A., Chumakov A.A.

Abstract: A method of oil production in the territory of the Southern Federal District of the Russian Federation with the use of hydraulic fracturing and proppants is described. The average chemical composition of the proppant is presented. Physical and chemical tests of drilling cuttings from the Morozovskoye field were carried out. Raw mixtures based on drilling cuttings from the Morozovskoye deposit were compiled. The firing of the samples and their physical and mechanical tests were carried out. Appropriate conclusions are drawn.

Key words: oil production, hydraulic fracturing, proppant, strength, sintering.

Information about the authors

Yatsenko Elena Alfredovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "General Chemistry and Technology of Silicates", Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)

Chumakov Andrey Alekseevich – 4th year postgraduate student of the Department of General Chemistry and Technology of Silicates, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI).

УДК 697.278

SIBERIAN PERICLASE – RAW MATERIAL BASE FOR SPATIALLY DISTRIBUTED HEATERS

Seryukova I.V., Buruchenko A.E., Grigoriev E.V., Zhilin G.P.

Abstract. The results of periclase-carbon studies for the creation of spatially distributed heaters are presented. Periclase has a uniquely high thermal conductivity with a high resistivity, and the resistance of carbon is very small. It was found that a mixture of 85% periclase and 15% carbon is stable over a wide temperature range, has a thermal conductivity of 5.37 W/(m · K) and a resistivity of 5.1 ohms · m, which will allow it to be used to create heaters.

Keywords. Periclase, periclase-carbon, spatially distributed heater, thermal conductivity, resistivity, electrical conductivity.

Information about the authors

Seryukova Irina Vladimirovna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, SFU.

Buruchenko Alexander Egorovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Grigoriev Eduard Vasilyevich – Engineer, SFU

Zhilin Gennady Petrovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor.

УДК 666.1

MORPHOLOGICAL FEATURES OF A CERAMIC MATRIX BASED ON MgAl₂O₃ SYNTHESIZED IN A THERMAL PLASMA MEDIUM

V.V. Shekhovtsov, N.K. Skripnkova, A.B. Ulmasov

Abstract: The paper presents the results of experimental studies on the production of aluminomagnesian spinel MgAl₂O₃ in a thermal plasma medium. The synthesis of samples was carried out from natural materials (magnesite MgCO₃ and boehmite γ -AlO(OH) in the stoichiometric ratio Al₂O₃/MgO = 2.53. It was found that the optimal mode for the synthesis of a ceramic sample is: current strength 100 A, voltage 90 V, plasma gas consumption 1 g/s, melting time 30 s. With these parameters, a hemispherical drop of the melt is formed, which confirms the complete melting of the initial components. The density of the crystallized sample corresponds to 3.5 g/cm³. The morphology of the ceramic matrix is represented by prismatic grains of 30-60 μ m connected by fibers with a diameter of 1-3 μ m.

Keywords: ceramics, alumina-magnesia spinel, thermal plasma, scanning electron microscopy.

Information about the authors

Shekhovtsov Valentin V. – PhD, Assistant Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building

Skripnikova Nelli K. – DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building

Ulmasov Akhrorbek Bokhodirjon – postgraduate student, Tomsk State University of Architecture and Building

УДК 666.3.017

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE USE OVERBURDEN ROCKS FROM COAL MINING THE PRODUCTION OF BUILDING CERAMICS

Stanevich V.T., Stolboushkin A.Yu., Rakhimova G.M., Vyshar O.V., Rakhimov M.A.

Abstract: The relevance of the research is due the need to address issues environmental safety and environmental protection the utilization of overburden coal mining Ekibastuz coal basin. In the work the results of study of specific activities of natural radionuclides, the content of rare earth and precious trace elements, the amount and composition of water-soluble salts by water extraction, the chemical composition of overburden rocks of coal mining are presented.

Key words: overburden rocks, radiation safety, trace elements, chemical composition, ceramic materials.

Information about the authors

Stanevich Viktor Tadeushevich – candidate of technical sciences, associate professor, professor Faculty Engineering, Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan.

Stolboushkin Andrey Yurievich – doctor of technical sciences, professor department «Engineering constructions, building technologies and materials», Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia.

Rakhimova Galiya Mukhamedievna – candidate of technical sciences, associate professor department «Construction materials and technologies» Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

Vyshar Olga Viktorovna – doctoral student department "Construction materials and technologies" Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

Rakhimov Murat Amanzholovich – candidate technical sciences, associate professor, associate professor department "Construction materials and technologies" Karaganda Technical University, Karaganda, Kazakhstan.

УДК 666.3.

FEATURES OF THE CERAMIC MASS BASED ON ARGILLITE OVERBURDEN ROCKS OF COAL MINING IN TUVA

Kara-sal B.K., Saryg-ool S.M., Irgit B.B.

Abstract. The results of studies of chemical, phase compositions and technological properties of ceramic masses based on argillite overburden rocks of the Ust-Elegest coal mine of Tuva are presented. The features of the structure, the destruction of the rock during processing, the formability of the mass and moisture loss during drying, as well as the sinterability of products during firing are revealed.

Keywords: ceramic mass, mudstone overburden, structure, processing, properties, drying, firing.

Information about the authors

Kara-sal Boris Kombuy-oolovich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Construction and Housing and Communal Services Department of Tuvan State University.

Saryg-ool Sailyk Maar-oolovna – Senior lecturer of the General Engineering Disciplines Department of Tuvan State University.

Irgit Baylak Borisovna – lecturer of Construction and Housing and Communal Services Department of Tuvan State University.

УДК 666.3

PRODUCTION OF CERAMIC BRICK WITH SELF-GLAZING EFFECT

Skripnikova N.K., Kunts O.A., Semenovych M.A.

Abstract. The composition of the charge for the production of ceramic bricks with the effect of self-glazing has been developed. For the formation of a vitreous phase and the achievement of self-glazing effects in the composition of the charge, the introduction of broken glass up to 60% at a firing temperature of 1050°C. The conducted research showed that when glass breakage is introduced into the charge, ceramic bricks have high physical and mechanical properties such as compressive strength (R_{comp} from 25,57 to 52,24 MPa), density (ρ from 1984 to 2125 kg / m³), water absorption (W from 10 to 0%).

Key words: Facing ceramics; self-glazing effect; glass break; strength; clay.

Information about the authors

Skripnikova Nelli K. – DSc, Professor, Tomsk State University of Architecture and Building,

Kunts Olesya Anatolievna – postgraduate student, Tomsk State University of Architecture and Building

Semenovych Mark Andreevich – graduate student, Tomsk State University of Architecture and Building

УДК 691.4; 553.61

RAW MATERIAL BASE OF THE REPUBLIC OF INGUSHETIA FOR THE PRODUCTION OF CLINKER BRICK

Uzhakhov K.M., Kotlyar A.V.

Abstract. The characteristics of the raw material base of the Republic of Ingushetia for the production of clinker bricks are presented. It is shown that the most promising raw materials for these purposes are stony clay rocks - mudstones and clay shales of the Cretaceous and Jurassic periods. Large manifestations of these rocks are concentrated in the mountainous regions of the republic along the valley of the Assa River. The composition and technological properties of mudstones and shale of the Republic of Ingushetia make it possible to obtain clinker bricks at firing temperatures up to 1100 °C.

Keywords: mudstone, shale, clinker brick, mineral composition, technological properties.

Information about the authors

Uzhakhov Karhan Mochkievich – Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department «Construction disciplines» of the Ingush State University.

Kotlyar Anton Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technological Engineering and Expertise in Construction of the Don State Technical University.

УДК 624.12

SELECTION OF THE OPTIMAL DESIGN OF THE COATING OF THE AUTOTECHCENTER IN KRASNOYARSK

Butsuk I.N., Makovkina E.B., Muzychenko L.N.

Abstract. This article considers a comparison of two options for coating designs: 1) welded crossbar; 2) truss with bracket. Based on the results of the calculation of models in the SCAD software package and technical and economic designs, the most optimal variant of the pavement design was chosen.

Key words: auto technical center, public building, constructive solution, steel structures, coating.

Information about the authors

Butsuk Inna Nikolaevna – senior lecturer of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Makovkina Ekaterina Borisovna – student of the Institute of Architecture and Construction of the Siberian State Industrial University

Muzychenko Lyudmila Nikolaevna – docent, docent of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

УДК 69.059

**SURVEY OF THE RAILWAY OVERHEAD OF THE METALLURGICAL WORKS
IN NOVOKUZNETSK**

Butsuk I.N., Kurtukov K.V., Muzychenko L.N.

Abstract. The article describes the constructive solution of the railway overpass for transporting molds with steel ingots from the electric arc furnace shop to the rolling shops of the metallurgical plant in Novokuznetsk, as a result of the survey, structural defects are identified, and measures are given to eliminate them.

Keywords: overpass, spans, ingots, tracks, defects

Information about the authors

Butsuk Inna Nikolaevna – senior lecturer of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Kurtukov Konstantin Vladlenovich – student of the Institute of Architecture and Construction of the Siberian State Industrial University

Muzychenko Lyudmila Nikolaevna – docent, docent of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Section No. 3

NEW CONCEPTUAL SEMEDIAS IN DESIGN AND RECONSTRUCTION OF THE LIFE SYSTEMS

УДК 697.34 (075.8)

RELEVANCE OF ENERGY SAVING AT THE PRESENT STAGE

Zorya I.V.

Abstract: The organization of energy conservation on a national scale is an extremely difficult task. Such a large-scale problem can be effectively solved in each municipality, region and in Russia as a whole only by program methods with a clear allocation of tasks for each level. The article considers these issues systematically.

Key words: energy saving, energy efficiency, district heating, high-quality regulation of heat load

Information about the authors

Zorya Irina Vasilyevna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Department of Heat and Gas Supply, Water Disposal and Ventilation, Siberian State Industrial University

УДК 696/697(07)

OPTIMIZATION OF INDUSTRIAL PIPELINE SYSTEM

Levanov D.V., Bashkova M.N.

Abstract: In terms of saving fuel and energy resources, an important role is played by the reduction of consumption of natural gas and the rational use of secondary energy resources. The paper proposes solutions to improve the efficiency of the use of blast-furnace gas pipelines in relation to screen-type boiler units.

Key words: secondary energy resources, blast-furnace gas, industrial pipelines

Information about the authors

Levanov Dmitriy Vladimirovich — engineer-designer RPKC AO EVRAZ ZSMK

Bashkova Marina Nikolayevna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of heat and gas supply, sanitation and ventilation SibSIU

УДК 697.34

HYDRAULIC STABILITY AS AN INDICATOR OF THE RELIABILITY OF THE HEAT NETWORK

Zorya I.V.

Abstract: Water heating systems are complex hydraulic systems in which the work of individual links is mutually dependent. Water systems are in constant dynamic change: water flow rates and pressures change due to a change in the water intake for hot water supply, turning on and off heating installations and switching to the network. For proper management of heat supply systems and their regulation, it is necessary to constantly improve the reliability indicators of heat networks.

Key words: hydraulic stability, thermal networks, reliability of the thermal network

Information about the authors

Zorya Irina Vasilyevna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department, Department of Heat and Gas Supply, Water Disposal and Ventilation, Siberian State Industrial University

УДК 696/697(07)

INCREASING THE EFFICIENCY OF GAS SUPPLY OF A BOILER ROOM OF A MANUFACTURING ENTERPRISE

Novikova K.Yu., Bashkova M.N.

Abstract: One of the ways to increase the efficiency of a gaseous fuel boiler is to use a relatively simple and reliable fuel-burning device.

Key words: Boiler room, gas supply, gas burner.

Information about the authors

Novikova Kira Yurievna — assistant department of heat and gas supply, sanitation and ventilation SibSIU

Bashkova Marina Nikolayevna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of heat and gas supply, sanitation and ventilation SibSIU

УДК 621.644.06

QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS OF THE GAS PIPELINE NETWORK: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Krinitsyn R.A., Efimova K.A.

Abstract: The development of gas infrastructure is the guiding link of the energy complex, as it ensures the availability of natural gas and improvement of the environmental situation.

Including pipeline transport is no less important than, for example, rail transport. Water, heat, gas is supplied through the pipes, everything that determines the living conditions of modern man, of course, with the modern standard of life.

Key words: Ecology, quality control of construction and installation works, control methods.

Information about the authors

Krinitsyn Roman Alexandrovich – a student of the S-Mv-20 group of the Architectural and Civil Engineering Institute of the SibSIU

Efimova Ksenia Alexandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of heat and gas supply, sanitation and ventilation SibSIU

УДК 628.16

TO THE QUESTION OF CONTROL OF WATER DISINFECTION AT WATER TREATMENT STATIONS

Lange L.R.

Abstract. The analysis of the control parameters of the disinfection process in the preparation of drinking water was carried out. It is shown that it is impossible to meet the requirements of the standards for the content of residual free and combined chlorine at the same time in the concentrations approved in the sanitary rules and standards in water before being supplied to the distribution network.

Key words: disinfection, drinking water, chlorination, residual free chlorine, residual combined chlorine, ammonization, bactericidal

Information about the authors

Lange Lili – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heatwatergas supply, sewerage and ventilation; Siberian State Industrial University.

УДК 628.16

TREATMENT AND USE OF WASH AND SLUDGE WATER AT WATER TREATMENT FACILITIES

Lange L.R.

Abstract. The article presents the results of studies on the treatment of rinsing and sludge waters of water treatment plants, proposed schemes for reuse at the facilities of the city of Novokuznetsk, excluding discharge into a surface reservoir.

Key words: reservoirs, discharges, filter wash water, sludge water, reuse.

Information about the authors

Lange Lili – Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heatwatergas supply, sewerage and ventilation; Siberian State Industrial University.

УДК 628.161.1

COMPARISON OF DRINKING WATER QUALITY CONTROL METHODS: AD- VANTAGES AND DISADVANTAGES

Khudyntseva S.V., Efimova K.A.

Abstract: Over the past 20-25 years, the approach to water analysis has changed significantly. First of all, this is due to the fact that water analysis was included in the scope of state metrological supervision and control. The requirements for water quality have become more stringent. At the same time, chemical analysis has become the main method of technical control, and the requirements for its accuracy have increased. There are many different methods for monitoring water quality indicators. One of the problems of analytical laboratories performing water research is the choice of an appropriate method of analysis.

Key words: Water quality, water quality control, analysis methods

Information about the authors

Khudyntseva Svetlana Viktorovna – a student of the S-Mv-20 group of the Architectural and Civil Engineering Institute of the SibSIU

Efimova Ksenia Alexandrovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of heat and gas supply, sanitation and ventilation SibSIU

УДК 697.6

DEVELOPMENT OF AIR ASPIRATION SYSTEM FOR CRUSHING AND SCREENING COMPLEX

Kutsenko A.A., Yaroshov I.A.

Abstract: The article discusses: the concept of an aspiration system, the principle of operation of the aspiration system, types of aspiration system, the difference between the aspiration system and ventilation, the main nuances of the design of aspiration systems of the crushing and screening complex of the coal mining industry.

Keywords: aspiration system, aspiration system, air intake, dust extraction, air mass, crushing and sorting complex.

Information about the authors

Kutsenko Andrey Andreevich – Candidate of Technical Sciences, Director of the Center for Collective Use "Prototyping and Additive Technologies", Associate Professor of the Department of Heat and Gas Supply, Drainage and Ventilation, Siberian State Industrial University.

Yaroshov Ilya Andreevich – is a student of the S-M-21 group of the Architectural and Construction Institute, Siberian State Industrial University.

УДК 697.6

RESEARCH OF CRIMPING AND VACUUMING PROCESSES IN AIR CONDITIONING SYSTEMS

Tochiev T.T. Smirnova E.V.

Abstract: The method of crimping in air conditioning systems due to the use of nitrogen is described, the process of vacuuming and refrigeration cycle is defined. The regulations for the maintenance of engineer-

ing equipment are provided. Checking all potentially weak points of the system: split and soldered connections, plugs, rollers, etc.

Keywords: crimping, testing, conditioning, refrigerant, safety, nitrogen.

Information about the authors

Tochiev Tamerlan Timurovich – student of group K-SVK-20, Siberian State Industrial University.

Smirnova Elena Vladimirovna – Senior lecturer of the Department of Heat and Gas Supply, Drainage and Ventilation, Siberian State Industrial University.

УДК 696/697

FEATURES OF DIAGNOSTICS AND TROUBLESHOOTING IN REFRIGERATING MACHINES

Fomin A.V., Smirnova E.

Abstract: Due to the freezing of water and the formation of ice jams, there is a blockage of regulating devices in which gas or steam pressure is throttled when flowing through the narrowing of the pipeline passage channel. After eliminating all malfunctions, it is necessary to turn on the installation and monitor the operation of the compressor, monitor the oil level in the crankcase, the nature of noise, and after entering the mode, monitor the filling of the evaporator and the load on the condenser.

Keywords: refrigerant, crankcase, compressor, valve, evaporator, freon, condenser, throttling

Information about the authors

Fomin Alexander Vladimirovich – student of group K-SVK-20, Siberian State Industrial University.

Smirnova Elena Vladimirovna – Senior lecturer of the Department of Heat and Gas Supply, Drainage and Ventilation, Siberian State Industrial University.

УДК 697

FEATURES OF THE VENTILATION SYSTEM OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Selezneva D. D., Islamova O. V., Baklushina I. V.

Abstract. The features of supply and exhaust ventilation systems for industrial buildings are considered.

Key words: industry, ventilation, pollution, comfortable atmosphere, workers, air conditioning, aspiration.

Information about the authors

Selezneva Darya Dmitrievna – student of the STV-19 group of the Architectural and Construction Institute, SibGIU

Islamova Olga Valerievna - student of the STV-19 group of the Architectural and Construction Institute, SibGIU

Baklushina Irina Viktorovna - senior prep. Department of Heat and Gas Supply, Water Disposal and Ventilation, SibGIU

УДК 697

MODERN MANUFACTURERS OF HEATING APPLIANCES

Andreychenko A. E., Zhunusova A. V., Baklushina I. V.

Abstract: The features of supply and exhaust ventilation systems for industrial buildings are considered.

Key words: industry, ventilation, pollution, comfortable atmosphere, workers, air conditioning, aspiration.

Information about the authors

Andreychenko Anastasia Evgenievna – a student of the STV-20 group of the Architectural and Construction Institute, SibGIU

Zhunusova Alexandra Valdemardovna – a student of the STV-20 group of the Architectural and Civil Engineering Institute, SibGIU

Baklushina Irina Viktorovna – senior prep. Department of Heat and Gas Supply, Water Disposal and Ventilation, SibGIU

Section No 4

BIM-TECHNOLOGIES IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION

УДК 004.09

NEW APPROACHES IN AUTOMATION OF ARCHITECTURAL AND CONSTRUCTION DESIGN

Pavelko N.A.

Supervisor: Stolboushkin A.Yu., Alyoshina E.A.

Abstract. The article provides a comparative analysis and definition of the advantages and disadvantages of CAD computer-aided design and BIM building information modeling systems. The most well-known programmable environments for the development of architectural and construction projects are considered, such as COMPASS-3D, T-FLEX CAD, ArchiCAD, AutoCAD, Revit, Renga and AutoCAD Architecture.

Key words: architectural and construction design, computer-aided design system, building information modeling.

Information about the authors

Pavelko Natalia Alexandrovna – Student of the Siberian State Industrial University.

Stolboushkin Andrey Yurievich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Engineering Structures, Construction Technologies and Materials of SibGIU

Aleshina Elena Anatolievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Architectural and Construction Institute of SibGIU

УДК 624.014:004.942

INTERACTION OF CONSTRUCTION SOFTWARE AND COMPUTING COMPLEXES WITH INTEGRATED BIM TECHNOLOGIES

Stolboushkin A.Yu., Titov A.M.

Abstract. The article assesses the impact of BIM technologies on the development of the design of construction objects in the conditions of the information and digital revolution of the modern era. The issues of integrating BIM technologies into construction software and computing complexes and the synergetic effect of their interaction are considered.

Key words: designing, software and computing complexes, BIM technologies, computer-aided design systems.

Information about the authors

Andrey Yurievich Stolboushkin – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Titov Andrey Mikhailovich – 3rd year undergraduate student of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

BIM TECHNOLOGIES ARE A NEW STAGE IN THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF PROJECT DOCUMENTATION FOR KUZBASS COAL INDUSTRY ENTERPRISES

Baraksanova D.A., Butsuk I.N., Muzychenko L.N.

Abstract. The article discusses the issues of three-dimensional modeling of objects using the Tekla Structures software package, as well as the ability to support interactive modeling and design of structures. A step-by-step process of creating a metal column is outlined, a three-dimensional model of the object is presented, as well as an automatically created drawing converted to Autodesk AutoCAD. A comparative analysis of Tekla Structures and Autodesk AutoCAD was performed.

Keywords: Tekla Structures, modeling, detailing, wireframe, design.

Information about the authors

Baraksanova Daria Aleksandrovna – student of the Institute of Architecture and Construction of the Siberian State Industrial University

Butsuk Inna Nikolaevna – senior lecturer of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

Muzychenko Lyudmila Nikolaevna – docent, docent of the Department of Engineering Structures, Building Technologies and Materials of the Siberian State Industrial University

JOINT USE OF GROUND LASER SCANNER AND BIM-TECHNOLOGIES IN THE CONSTRUCTION AND OPERATION OF INDUSTRIAL AND CIVIL STRUCTURES

Novoselov D.B.

Abstract. Currently, in the design and construction of large industrial enterprises, three-dimensional BIM-models of buildings and structures are being introduced. The experience of creating point clouds using ground laser scanners and combining with BIM-models at the stage of design, construction and operation is presented. Modern software is considered that allows you to automatically classify large volumes of point clouds, combine BIM-models with point clouds and analyze deviations using automatic algorithms.

Keywords: ground laser scanning, BIM-model, Leica Cyclone, point clouds, control assemblies.

Information about the authors:

Novoselov Denis Borisovich – Chief Specialist of the Department of Engineering and Geodetic Surveys, LLC «OK Sibshakhtostroyproekt»

АВТОРСКИЙ АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Алёшина Е.А.	288	Илясов А.П.	139
Андрейченко А.Е.	286	Иргит Б.Б.	217
Андронов Д.А.	68	Исламова О. В.	283
Ануфриева Н.А.	58	Кара-сал Б.К.	217
Асатрян М.А.	106	Карпиков Е.Г.	179
Баклушина И. В.	283, 286	Кисленко А.К.	116
Бараксанова Д.А.	296	Клопотов А.А.	135
Бастрыгина С.В.	183	Когай А.Д.	187
Башкова М.Н.	254, 260	Корнеева Е.В.	145
Безухов К.А.	135	Котляр А.В.	147, 225
Благиных Е. А.	20, 47, 51, 64, 72, 81	Котляр В.Д.	111, 175
Бобыльская В.А.	152	Креницын Р.А.	263
Божко Ю. А.	102	Кунц О.А.	222
Бубырь М.Е.	158	Куртуков К.В.	11, 240
Бурученко А.Е.	206	Куценко А.А.	275
Буцук И.Н.	229, 240, 296	Ладутько М. Д.	20
Власов В.А.	135	Ланге Л.Р.	266, 269
Волокитин Г.Г.	135	Лапунова К. А.	85, 91, 116, 120
Вышарь О.В.	212	Леванов Д.В.	254
Гебру Б.К.	196	Лукутцова Н.П.	179, 192
Герасимова А.В.	68, 72, 81	Магель В.И.	68
Головин С.Н.	192	Маковкина Е.Б.	229
Григорьев Э.В.	206	Матехина О.В.	6, 11, 42, 95
Данилова А.А.	64	Матехина О.Г.	42
Дмитриева М.А.	187	Митришкина А.А.	28
Добшиц Л.М.	199	Митюгова К.С.	24
Дымченко М.Е.	85, 91	Моргун Л.В.	196
Ершова Д.В.	15, 24, 28, 58	Морси С.А.	85
Ефимова К.А.	263, 272	Музыченко Л.Н.	229, 240, 296
Жилин Г.П.	206	Наумочкина В. С.	31, 51
Жунусова А.В.	286	Немилостивый А.Г.	196
Зайцева В.С.	35	Низин Д.Р.	162
Зоря И.В.	249, 257	Низина Т.А.	162

Николаева А.А.	199	Сердюкова Е.А.	15, 31, 47
Новикова К.Ю.	260	Серюкова И.В.	206
Новоселов Д.Б.	302	Скрипникова Н.К.	209, 222
Овдун Д. А.	102	Смирнова Е.В.	277, 279
Орлова М.Е.	116, 120	Смирнова О.Е.	123
Осипов Ю.К.	42	Спиридонова И.В.	129, 168
Павелко Н.А.	288	Спирин И.П.	162
Панов С.А.	168	Станевич В.Т.	212
Панова В.Ф.	158, 168	Столбоушкин А.Ю. 35,129,147,212,288,292	
Панфилова А.А.	179	Сыртанов М.С.	135
Пичугин А.П.	123, 139, 152	Терехина Ю.В.	175
Пузатова А.В.	187	Титов А.М.	292
Пчельников А.В.	139	Ткаченко С.Е.	123
Пыкин А.А.	192	Точиев Т.Т.	277
Рахимов М.А.	212	Ужахов К.М.	225
Рахимова Г.М.	212	Улмасов А.Б.	209
Риве О.А.	111	Фомин А.В.	279
Романова Е.Р.	179	Фомина О.А.	129
Рыжков Ф.Н.	168	Хританков В.Ф.	123
Сапрыкина А.А.	135	Худынцева С.В.	272
Саркисов Ю.С.	135	Чесноков Р.А.	152
Сарыг-оол С.М.	217	Чумаков А.А.	202
Свинцицкая В.С.	106	Шеховцов В.В.	209
Селезнева Д. Д.	283	Ярошов И.А.	275
Семеновых М.А.	222	Яценко Е.А.	202

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Секция 1 АРХИТЕКТУРА И ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ	6
Матехина О.В. ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ АРХИТЕКТУРЫ	6
Матехина О.В., Куртуков К.В. ИСТОРИЯ ОДНОГО ДОМА	11
Ершова Д.В., Сердюкова Е.А. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА	15
Ладутько М. Д. Благиных Е. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОГО АЭРОПОРТА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ	20
Ершова Д.В., Митюгова К.С. КОНЦЕПЦИЯ ТУРИСТКОГО ЦЕНТРА ВБЛИЗИ Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РЗВИТИЯ РЕГИОНА	24
Ершова Д.В., Митришкина А.А. ГЛЭМПИНГ КАК ВОСТРЕБОВАННАЯ ФОРМА РАЗМЕЩЕНИЯ ТУРИСТОВ И ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСВА ГОСТИНИЦ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА	28
Наумочкина В. С., Сердюкова Е. А. УРБАН-ВИЛЛЫ КАК НОВЫЙ ФОРМАТ ГОРОДСКОЙ ЖИЗНИ	31
Столбоушкин А.Ю., Зайцева В.С. АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОБЮДЖЕТНОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	35
Матехина О.Г., Осипов Ю.К., Матехина О.В. АВТОРСКИЙ ПРОЕКТ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НОВОГО ТИПА	42
Сердюкова Е. А. Благиных Е. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ВСЕСТОРОННЕГО РАЗВИТИЯ НА 1100 МЕСТ С УЧЕТОМ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	47
Наумочкина В.С. Благиных Е. А. ГЕНЕЗИС И РАЗВИТИЕ ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНЫХ ЦЕНТРОВ	51
Ершова Д.В., Ануфриева Н.А. АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. НОВОКУЗНЕЦКА	58
Данилова А.А. Благиных Е. А. КОНЦЕПЦИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА НАБЕРЕЖНОЙ В ПОСЕЛКЕ АБАШЕВО Г. НОВОКУЗНЕЦК	64
Магель В.И., Андронов Д.А., Герасимова А.В. ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ КВАРТАЛОВ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НОВОКУЗНЕЦКА 1920-50Х ГОДОВ	68
Герасимова А.В. Благиных Е. А. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕНОВАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ КУЗБАССА	72
Герасимова А.В. Благиных Е. А. КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НОВОКУЗНЕЦКА	81
Лапунова К. А., Дымченко М.Е., Морси С.А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНА И КЛИНКЕРА В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА	85

Лапунова К. А., Дымченко М. Е. ЭСТЕТИКА КИРПИЧНЫХ ФАСАДОВ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ	91
Матехина О.В. ЛЕСТНИЦЫ – ТАКИЕ РАЗНЫЕ И УДИВИТЕЛЬНЫЕ.....	95
Божко Ю. А., Овдун Д. А. ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	102
Свинцицкая В.С., Асатрян М.А. РОЛЬ ВИТРАЖА В СОВРЕМЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	106
Котляр В.Д., Риве О.А. ОБЛИЦОВОЧНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА: ОТ ИСТОРИЧЕСКОГО ИЗРАЗЦА ДО ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ.....	111
Лапунова К.А., Орлова М.Е., Кисленко А.К. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ	116
Орлова М.Е., Лапунова К.А. АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ НА АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ.....	120
Секция 2. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	123
Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Смирнова О.Е., Ткаченко С.Е. НОВЫЕ ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА....	123
Столбоушкин А.Ю., Спиридонова И.В., Фомина О.А. КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ..	129
Власов В.А., Клопотов А.А., Безухов К.А., Волокитин Г.Г., Саркисов Ю.С., Сыртанов М.С., Сапрыкин А.А. СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ AlN И Si3N4 ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ	135
Пичугин А.П., Пчельников А.В., Илясов А.П. РОЛЬ НАНОДОБАВОК В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕР-СОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	139
Корнеева Е.В. ВОЗМОЖНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛ ТЭС В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ КУЗБАССА	145
Котляр А.В., Столбоушкин А.Ю. ОЦЕНКА ДАХОВСКИХ АРГИЛЛИТОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ.....	147
Пичугин А.П., Бобыльская В.А., Чесноков Р.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	152
Бубырь М.Е., Панова В.Ф. КОЭФИЦИЕНТ ОСНОВНОСТИ ПОРОДЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОЙИНДУСТРИИ.....	158
Низин Д.Р., Низина Т.А., Спирин И.П. ВАРЬИРОВАНИЕ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА НАТУРНОГО ЭКСПОНИРОВАНИЯ.....	162
Панова В.Ф., Панов С.А., Спиридонова И.В., Рыжков Ф.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	168

Терехина Ю.В., Котляр В.Д. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СЫРЬЁ И ИЗДЕЛИЯ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	175
Карпиков Е.Г., Лукутцова Н.П., Романова Е.Р., Панфилова А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ.....	179
Бастрыгина С.В. ВЛИЯНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР НА СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА.....	183
Когай А.Д., Дмитриева М.А., Пузатова А.В. МОДИФИКАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БЕТОНОВ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО КОМПОНЕНТА	187
Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Головин С.Н. БЕТОН С ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСЬЮ И ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ.....	192
Моргун Л.В., Гебру Б.К., Немилостивый А.Г. СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ОПОКИ	196
Добшиц Л.М., Николаева А.А. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ	199
Яценко Е.А., Чумаков А.А. ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПЕСКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ПРОПАНТА НА ОСНОВЕ БУРОВОГО ШЛАМА МОРОЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	202
Серюкова И.В., Бурученко А.Е., Григорьев Э.В., Жилин Г.П. СИБИРСКИЙ ПЕРИКЛАЗ – СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ.....	206
Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ НА ОСНОВЕ $MgAl_2O_3$ СИНТЕЗИРУЕМОЙ В СРЕДЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ	209
Станевич В.Т., Столбоушкин А.Ю., Рахимова Г.М., Вышарь О.В., Рахимов М.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ	212
Кара-сал Б.К., Сарыг-оол С.М., Иргит Б.Б. ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ ТУВЫ.....	217
Скрипникова Н.К., Кунц О.А., Семеновых М.А. ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ЭФФЕКТОМ САМОГЛАЗУРОВАНИЯ	222
Ужахов К.М., Котляр А.В. СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА.....	225
Буцук И.Н., Маковкина Е.Б., Музыченко Л.Н. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ АВТОТЕХЦЕНТРА В Г. КРАСНОЯРСКЕ	229
Буцук И.Н., Куртуков К.В., Музыченко Л.Н. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЭСТАКАДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ.....	240

Секция № 3 НОВЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ249

Зоря И.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	249
--	------------

Леванов Д.В., Башкова М.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	254
Зоря И.В. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЕЖНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ.....	257
Новикова К.Ю., Башкова М.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	260
Криницын Р.А., Ефимова К.А. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ ГАЗОПРОВОДНОЙ СЕТИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	263
Ланге Л.Р. К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ	266
Ланге Л.Р. ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ И ШЛАМОВЫХ ВОД НА ВОДОПРОВОДНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ.....	269
Худынцева С.В., Ефимова К.А. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	272
Куценко А.А., Ярошов И.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА.....	275
Точиев Т.Т., Смирнова Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕССОВКИ И ВАКУУМИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ	277
Фомин А.В., Смирнова Е.В. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ	279
Селезнева Д. Д., Исламова О. В., Баклушина И. В. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	283
Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.....	286
Секция № 4 BIM-технологии в архитектуре и строительстве	288
Павелко Н.А., Столбоушкин А.Ю., Алёшина Е.А. НОВЫЕ ПОДХОДЫ В АВТОМАТИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....	288
Столбоушкин А.Ю., Титов А.М. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ BIM-ТЕХНОЛОГИЯМИ	292
Бараксанова Д.А., Буцук И.Н., Музыченко Л.Н. BIM-ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЙ ЭТАП В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА.....	296
Новоселов Д.Б. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	302
SUMMARY	307
АВТОРСКИЙ АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	332

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

4 – 6 октября 2022 г.

Под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина
Техническое редактирование и компьютерная верстка О.В.Матехиной

Напечатано в авторской редакции в соответствии с представленным оригиналом

Подписано в печать 11.11.2022 г.

Формат бумаги 60 x 84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 20,06 Уч.-изд. л. 21,30 Тираж 300 экз. Заказ 289

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, зд. 42
Издательский центр СибГИУ