

Научный журнал

ВЕСТНИК

Сибирского
государственного
индустриального
университета

№ 3 (33), 2020

Основан в 2012 году
Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Редакционная коллегия

М.В. Темлянецв
(главный редактор)
А.В. Новичихин
(отв. секретарь)

Е.П. Волынкина
Г.В. Галевский
В.Ф. Горюшкин
В.Е. Громов
Л.Т. Дворников
Жан-Мари Дрезет
Стефан Золотарефф
Пенг Као
С.В. Коновалов
С.М. Кулаков
А.Г. Никитин
Е.Г. Оршанская
Т.В. Петрова
Е.В. Протопопов
В.И. Пантелеев
Арвинд Сингх
А.Ю. Столбоушкин
И.А. Султангузин
А.В. Феокистов
В.Н. Фрянов
В.П. Цымбал
Си Чжан Чен

СОДЕРЖАНИЕ

Алешина Е.А., Матехина О.В. Архитектурно-строительному институту СибГИУ – 60 лет.....3

Матехина О.В., Осипов Ю.К. Кафедра архитектуры в структуре университета.....7

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Назаренко И.К., Матехина О.В., Шевченко В.В. Гипотетическая схема транспортно-пешеходной развязки в «Топольниках» города Новокузнецк10

Благиных Е.А. Проект охраны дома техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» в Новокузнецке.....15

Поправка И.А., Алешин Д.Н., Столбоушкин А.Ю., Алешина Е.А. Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций промышленного объекта с разработкой документации на усиление конструкций.....21

Назаренко И.К., Матехина О.В., Шевченко В.В. Проект реновации благоустройства территории административного центра г. Новокузнецка.....25

Благиных Е.А., Деева А.И. Проблемы сохранения исторической среды Соцгорода Новокузнецка.....31

Акст Д.В., Столбоушкин А.Ю. Разработка метода расчета состава шихты для декоративной керамики каркасно-окрашенной структуры.....34

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Запольская Е.М., Темлянецв М.В., Темлянцева Е.Н. Анализ влияния показателей ритмичности производства на стойкость алюмопериклазовых футеровок сталеразливочных ковшей42

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Баклушина И.В., Корешкова П.С. Применение специализированного программного комплекса для расчета вентиляционных сетей предприятий горнодобывающей промышленности45

ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Панова В.Ф., Спиридонова И.В., Панов С.А., Карпачева А.А.
Использование коэффициента основности силикатных мате-
риалов для оценки техногенных отходов как строительного
сырья52

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА

**Захаров А.О., Алешина Е.А., Ершова Д.В., Алешин Д.Н.,
Захарова Н.В.** Актуализация учебного курса «Строительные
конструкции» для направления подготовки «Архитектура» ...57

К сведению авторов.....64

Журнал зарегистрирован в Феде-
ральной службе по надзору в сфере
связи, информационных техноло-
гий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77872 от 03.03.2020 г.

Адрес редакции:

654007, Кемеровская обл. – Куз-
басс, Центральный район, г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-
ский государственный индустри-
альный университет
каб. 433 М
тел. 8-3843-74-86-28
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)
e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru

Адрес издателя:

654007, Кемеровская обл. – Куз-
басс, Центральный район, г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-
ский государственный индустри-
альный университет
каб. 336 Г
тел. 8-3843-46-35-02
e-mail: rector@sibsiu.ru

Адрес типографии:

654007, Кемеровская обл. – Куз-
басс, Центральный район, г. Ново-
кузнецк, ул. Кирова, зд. 42, Сибир-
ский государственный индустри-
альный университет
каб. 280 Г
тел. 8-3843-46-44-02

Подписные индексы:

Объединенный каталог «Пресса
России» – 41270

Подписано в печать

30.09.2020 г.

Выход в свет

30.09.2020 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.

Бумага писчая.

Печать офсетная.

Усл.печ.л. 3,9.

Уч.-изд.л. 4,2.

Тираж 300 экз.

Заказ № 161.

Цена свободная.

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ ИНСТИТУТУ СИБГИУ – 60 ЛЕТ

Е.А. Алешина, О.В. Матехина

E-mail: el.alesh14@yandex.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Представлены основные этапы образования и направления развития Архитектурно-строительного института Сибирского государственного индустриального университета (АСИ СибГИУ). Используются фотоматериалы кафедры архитектуры АСИ СибГИУ.

Ключевые слова: архитектурно-строительный институт, Сибирский государственный индустриальный университет.

SIBGIU INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION – 60 YEARS OLD

E.A. Aleshina, O.V. Matekhina

E-mail: alesh14@yandex.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. The main stages of establishment and development of the Institute of Architecture and Civil Engineering of the Siberian State Industrial University are presented. Photomaterials are provided by the Department of Architecture of the Institute of Architecture and Civil Engineering.

Keywords: Institute of Architecture and Civil Engineering, Siberian State Industrial University

1 сентября 2020 года Архитектурно-строительный институт Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) отмечает юбилей – 60-летие со дня основания строительного факультета в составе Сибирского металлургического института им. Серго Орджоникидзе – сегодня Архитектурно-строительного института СибГИУ.

В пятидесятые годы прошлого столетия на юге Кузбасса резко увеличилась потребность в инженерах-строителях, что было вызвано интенсивным строительством промышленных объектов и жилья. Особую актуальность вопрос приобрел после утверждения весной 1957 года плана строительства Западно-Сибирского металлургического комбината. Идея создания инженерно-строительного института в центре Кемеровской области – Новокузнецке – «носилась в воздухе». Недаром нынешний главный корпус СибГИУ изначально проектировался как здание нового строительного вуза. От организации отдельного строительного вуза на тот момент отказались, но подготовку инженеров-строителей в уже существующем Сибирском металлургическом институте им. Серго Орджоникидзе (СМИ)

начали в 1957 г. с 50 студентов, принятых на технологический факультет по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

1 сентября 1960 года на основании приказа Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР в СМИ был создан строительный факультет. В это же время началось строительство новых корпусов и общежитий института. Активное участие в строительных работах принимали студенты и преподаватели всего института, но прежде всего, строительного факультета.

В числе первых преподавателей факультета были такие, как Василий Алексеевич Побожий, Марк Семенович Неймарк – известные специалисты, с богатым практическим опытом. Они оказали неоценимую помощь в строительстве [1].

Вновь созданный строительный факультет возглавил Александр Карлович Форманский. Те, кому посчастливилось работать с ним и у него учиться, остались благодарны ему за профессионализм, высокую культуру, талант педагога и замечательные организаторские способности. При А.К. Форманском состоялся первый выпуск инженеров-строителей (рис. 1). В июле 2012 года



Рис. 1. Первый выпуск инженеров-строителей СМИ-СибГИУ, А.К. Форманский – в центре [1, стр.18]

благодарные ученики установили новый гранитный памятник на могиле своего педагога, а в 2017 году благодаря спонсорской поддержке Ассоциации «СРО «Кузбасский проектно-научный центр» («СРО «КПНЦ») и активной поддержке со стороны администрации вуза, в первую очередь – директора Архитектурно-строительного института (в настоящее время – проректора по учебной работе СибГИУ) Ирины Васильевны Зоря в университете установили памятную мемориальную доску А.К. Форманскому.

Развитие факультета отвечало требованиям времени: вначале осуществлялась подготовка строителей по специальности «Промышленное и гражданское строительство», позже к ней добавились специальности «Водоснабжение и водоотведение» и «Теплогазоснабжение и вентиляция». Активное развитие факультет получил в конце 90-х – начале 2000-х годов. В перечень специальностей были добавлены «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Городское строительство и хозяйство», «Экспертиза, оценка и управление недвижимостью». С появлением в 2002 г. в составе факультета специальности «Проектирование зданий» с квалификацией инженер-архитектор строительный факультет был переименован в архитектурно-строительный.

Архитектурно-строительный институт (АСИ) создан в 2011 году на базе архитектурно-

строительного факультета. В настоящее время в составе института три выпускающие кафедры: «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы», «Теплогазоснабжение, водоотведение и вентиляция», «Архитектура». Профессорско-преподавательский состав, занимающийся подготовкой кадров в институте, насчитывает более 40 человек, большинство из них – кандидаты и доктора наук, профессора и доценты, специалисты с богатым опытом проектирования и строительства.

В настоящее время обучение студентов в Архитектурно-строительном институте осуществляется по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»; направления подготовки бакалавриата «Архитектура» и «Строительство»; направления подготовки магистратуры «Архитектура» и «Строительство». На кафедре «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» осуществляется подготовка в аспирантуре по направлению «Техника и технологии строительства», профили «Строительные конструкции, здания и сооружения» и «Строительные материалы и изделия».

Первая и единственная в Кузбассе кафедра архитектуры СибГИУ готовит выпускников-архитекторов. В период с 2002 по 2016 годы на кафедре подготовлено более 160 инженеров-архитекторов по специальности «Проектирование зданий». В 2011 году начата подготовка ба-

калавров по направлению «Архитектура»: на сегодняшний день подготовлено около 60 архитекторов-бакалавров. С 2015 года осуществляется подготовка по направлению «Архитектура» в магистратуре. В феврале 2019 года состоялся первый выпуск архитекторов-магистров.

В 2018 году на базе Университетского колледжа СибГИУ на кафедре «Теплогазоводоснабжение, водоотведение и вентиляция» в рамках федерального проекта «Рабочие кадры для передовых технологий» (ТОП 50) начата подготовка обучающихся среднего профессионального образования по направлению подготовки «Техническое обслуживание и ремонт систем вентиляции и кондиционирования». Таким образом, в АСИ реализуется полный цикл всех уровней подготовки.

Одно из необходимых условий для качественной подготовки выпускников в соответствии с требованиями организаций-работодателей – постоянное совершенствование квалификации преподавателей. Этому вопросу в Архитектурно-строительном институте уделяется большое внимание. С 2012 года на базе СибГИУ кафедрой инженерных конструкций, строительных технологий и материалов совместно с Ассоциацией «СРО «КПНЦ» проводится цикл обучающих семинаров для проектировщиков, руководителей проектных и архитектурных организаций, преподавателей и студентов АСИ. Изначально были запланированы семинары на тему «Проектирование строительных конструкций по Еврокодам». Однако в процессе проведения семинары стали охватывать более широкий круг проблем в архитектуре и строительстве, в том числе проектирование и строительство в условиях сейсмике, обследование и восстановление конструкций зданий и сооружений, актуализация нормативных документов в области проектирования строительных объектов и т.д.

Для возможности дальнейшей подготовки специалистов в сфере информационного моделирования зданий и сооружений в 2019 году группа ведущих преподавателей АСИ прошла обучение в области технологий информационного моделирования в строительстве (BIM-технологии). В том же году ряд преподавателей прошли повышение квалификации по программе «Разработка практико-ориентированных программ непрерывного дополнительного профессионального образования в области современных строительных технологий» в национальном исследовательском Московском государственном строительном университете.

На протяжении многих лет на выпускающих кафедрах института осуществляется научно-исследовательская работа по различным направ-

лениям. В настоящее время осуществляется разработка технологии изготовления строительных материалов и изделий из местного сырья и промышленных отходов; проводятся исследования и решаются региональные проблемы жилищного и гражданского строительства; исследуются и решаются проблемы водоснабжения крупных промышленных центров и очистки сточных вод; проводятся исследования процессов тепло-массо-газообмена, вентиляции; исследуется напряженно-деформированное состояние грунтов; решаются проблемы реконструкции промышленных и гражданских объектов.

Результаты научных работ систематически представляются в публикациях, на научных конференциях, в том числе проводимых в институте.

Ежегодно в рамках Кузбасской ярмарки проводится конференция «Актуальные вопросы строительства». В 2019 – 2020 годах в конкурсах «Лучший экспонат» на специализированных выставках «Строительство. Коттеджи. Недвижимость» и «Образование. Карьера» в рамках Сибирского научно-образовательного форума работы преподавателей АСИ были удостоены золотой, серебряных и бронзовой медалей и дипломов.

В мае 2019 года состоялась научно-практическая конференция «BIM-технологии в архитектуре и строительстве», которая была организована совместно с Ассоциацией «СРО «КПНЦ». В конференции приняли участие представители компаний-разработчиков программного обеспечения для информационного моделирования объектов строительства, представители проектных и архитектурных организаций, преподаватели и студенты Архитектурно-строительного института. В октябре 2019 года на базе СибГИУ преподавателями АСИ была организована и проведена II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России». Конференция была посвящена 90-летию СибГИУ и 60-летию АСИ.

Практически во всех научных исследованиях принимают участие студенты, работы которых отмечаются дипломами и грамотами различных уровней. Ежегодно обучающиеся АСИ принимают участие во Всероссийской конференции «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» с изданием сборника трудов; систематически участвуют в олимпиадах по специальностям и конкурсах выпускных квалификационных работ, где регулярно занимают призовые места. С 2019 года студенты АСИ принимают участие во Всероссийской олимпиаде «Я профессионал» по направлениям «Строительство» и «Дизайн».



Рис. 2. Студенческий сквер СибГИУ

Лучшие из участников стали призерами заключительного этапа олимпиады.

Выпускниками института под руководством ведущих преподавателей выполнено большое количество проектов для города Новокузнецк. Студенты выполняют работы, которые улучшают и облагораживают облик нашего города. Примером могут служить работы по благоустройству жилых дворов города. Студенты принимают активное участие в благотворительных акциях, например таких, как роспись помещений дома пожилых людей в пос. Березово; роспись коридора в доме ребенка. Силами студентов были изготовлены скульптуры для спортивно-оздоровительного лагеря СибГИУ «Тарбаган».



Рис. 3. Макет Кузнецкой крепости

Некоторые идеи преподавателей АСИ воплощены в жизнь. Например, к 85-летию СибГИУ был реконструирован студенческий сквер, установлены скульптуры, выполненные по эскизам и моделям студентов (автор идеи – профессор кафедры архитектуры Юрий Михайлович Журавков). В настоящее время сквер стал одним из украшений нашего города (рис. 2).

Студенты-архитекторы к 400-летию Новокузнецка выполнили макет Кузнецкой крепости (руководитель – доцент кафедры архитектуры Дора Владимировна Ершова) (рис. 3).

Преподавателями АСИ к 300-летию Кузбасса предложено воплотить в жизнь идеи, которые позволят улучшить облик города и создать знаковые для города места: вход в горно-технологический корпус СибГИУ с установкой скульптурной композиции (автор идеи – профессор Юрий Михайлович Журавков); аллея славы сотрудников СибГИУ (автор идеи – профессор Иван Кириллович Назаренко); памятный знак «90 лет СибГИУ» (автор идеи – профессор Иван Кириллович Назаренко).

Время показало, что Архитектурно-строительный институт с честью выполняет поставленную перед ним задачу. Со дня основания в его стенах подготовлено около 12 тысяч инженеров. Выпускники Архитектурно-строительного института работают как в России, так и за рубежом. Многие из выпускников – административные и производственные руководители. И все с гордостью несут звание выпускников строительного факультета СМИ – Архитектурно-строительного института СибГИУ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулагин А.А., Побожая М.В. Страницы истории архитектурно-строительного факультета Сибирского государственного индустриального университета: юбилейное издание. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2010. – 119 с.

2. Алешина Е.А., Матехина О.В. Архитектурно-строительный институт СибГИУ: сохраняя традиции, строим будущее. – В кн.: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2019. С. 5–9.

© 2020 г. Е.А. Алешина, О.В. Матехина
Поступила 16 сентября 2020 г.

УДК 378.12:72

КАФЕДРА АРХИТЕКТУРЫ В СТРУКТУРЕ УНИВЕРСИТЕТА

О.В. Матехина, Ю.К. Осипов

E-mail: aa@sibsiu.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Проведен исторический обзор образования и развития кафедры архитектуры в составе университета, ее влияние на становление, развитие Архитектурно-строительного института Сибирского государственного индустриального университета за прошедшие 60 лет.

Ключевые слова: университет, институт, факультет, кафедра, подготовка бакалавров, магистратура.

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE IN THE UNIVERSITY STRUCTURE

O.V. Matekhina, Yu.K. Osipov

E-mail: aa@sibsiu.ru

Siberian State Industrial University

Abstract. In the article conducts a historical review of the creation and development of the Department of Architecture within the university, its impact on the formation, development of the SibSIU Architectural and Construction Institute over the past 60 years.

Keywords: university, institute, faculty, department, training of bachelor's degree students, master's degree programme.

Подготовка строителей в Сибирском металлургическом институте (СМИ, ныне Сибирский государственный индустриальный университет – СибГИУ) началась в 1957 году. Такое решение было вызвано резким возрастанием объемов строительства в Сибири и, в частности, на юге Кузбасса, где разворачивали создание Западно-Сибирского металлургического комбината и ряда других предприятий металлургического профиля, а вместе с ними и новых жилых районов.

В это же время проводили большую организационную работу по созданию в СМИ (СибГИУ) строительного факультета. Сюда были переведены часть студентов Томского инженерно-строительного института вместе с преподавателями. Была начата подготовку инженеров-строителей по специальности «Промышленное и гражданское строительство». В октябре 1960 года Строительный факультет выделили из Технологического в самостоятельное подразделение института, а в ноябре была организована кафедра «Архитектура и строительное производство» (АиСП). Одновременно шло комплектование кадров преподавателей. На начальной стадии это были авторитетные специалисты с производства и из про-

ектных институтов. Среди них строитель В.А. Побожий, архитектор В.М. Савченко (бывший в то время главным архитектором города Новокузнецк), архитектор Г.Е. Черно и другие.

Постепенно кафедру пополняли собственными кадрами. Так, выпускник первого набора И.К. Назаренко был оставлен на кафедре «Архитектура и строительное производство», и поныне он ведущий преподаватель, профессор кафедры архитектуры. Серьезное пополнение собственными кадрами произошло в конце 60-х годов. Выпускники строительного факультета М.М. Дроздов, А.В. Спиридонов, Ю.К. Осипов, В.А. Валетов по рекомендации Ученого совета были оставлены на кафедре и приступили к работе. Со временем по целевому направлению они закончили аспирантуру в Московском инженерно-строительном институте и после защиты диссертаций составили основу научного кадрового потенциала кафедры архитектуры и строительного производства.

Каждый год набор студентов возрастал, увеличивался объем учебной нагрузки, научной и хозяйственной работы. Секция архитектуры, которая уже «оперилась», стала ощущать неко-

тору тесноту в составе кафедры АиСП, поэтому в 1982 году было принято решение на Ученом совете об организации кафедры «Архитектура гражданских и промышленных зданий» как самостоятельного субъекта университета.

Первым заведующим кафедрой был назначен кандидат технических наук, доцент Иван Кириллович Назаренко. Однако, обстоятельства повернулись так, что руководитель кафедры перенес акцент в своей работе на научное направление, и в 1984 году на должность заведующего был избран кандидат технических наук, доцент Юрий Константинович Осипов, который руководил кафедрой 23 года. За это время кафедра значительно продвинулась вперед как в организации учебного процесса, так и научной работе. Стала активно развиваться издательская деятельность. Именно на кафедре архитектуры впервые в истории факультета было подготовлено к изданию учебное пособие.

Подготовка бакалавров также была опробована на кафедре архитектуры – в 90-е годы было три выпуска бакалавров по специальности «Промышленное и гражданское строительство».

В этот период происходит активное развитие строительного факультета, первым толчком к которому послужило открытие специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» по кафедре «Архитектура и строительные материалы» (в период с 1992 по 2014 годы в составе кафедры присутствовала секция строительных материалов). Появление специальности «Проектирование зданий» с присвоением выпускникам квалификации инженер-архитектор привело к тому, что строительный факультет СибГИУ в 2002 году был переименован в Архитектурно-строительный, получив не только новое название, но и новое качество. Всего на кафедре было подготовлено более 180 инженеров-архитекторов по специальности «Проектирование зданий».

Бурное развитие факультета и кафедры, появление новых специальностей и, соответственно, читаемых преподавателями кафедры дисциплин способствовало развитию учебно-научно-методической базы. Появились новые предметные аудитории (лаборатория строительной физики, студия рисунка, студия живописи). Сотрудники кафедры издавали новые учебные пособия, монографии, развивали и создавали новые учебно-методические комплексы по всем читаемым дисциплинам.

С 2006 году на должность заведующего кафедрой избрана доцент Ольга Владимировна Матехина, которая руководит кафедрой и в настоящее время. Секция строительных материалов «вернулась» в состав кафедры «Строитель-

ные технологии и материалы» в 2014 году, а с 2017 года на кафедре архитектуры была переведена секция начертательной геометрии и графики вместе со всеми дисциплинами, посвященными чертежной подготовке обучающихся университета.

Реорганизация учебного процесса в свете рекомендаций болонского соглашения привела к значительному сокращению направлений подготовки, почти полному прекращению подготовки инженеров, а, следовательно, и к уменьшению учебной нагрузки на преподавателей. Состав кафедры должен был претерпеть значительные изменения, однако этого не произошло благодаря открытию в 2011 году подготовки бакалавров по направлению «Архитектура», а в 2015 году – магистров-архитекторов. За прошедший период было выпущено 78 бакалавров и защищено 8 магистерских выпускных квалификационных работ.

Научный потенциал кафедры реализуется во внедрении в учебный процесс информационных технологий, занятия по предметам сопровождаются высококачественными интерактивными технологиями, сотрудники активно включены в издательскую, конкурсную и выставочную деятельность.

В составе кафедры заслуженный архитектор РСФСР, профессор, член-корреспондент Сибирского отделения Российской академии архитектуры и строительных наук Юрий Михайлович Журавков; заслуженный архитектор РФ, член Союза архитекторов России Виктор Иванович Магель; к.т.н., доцент, член Союза архитекторов России Дора Владимировна Ершова; кандидат архитектуры, доцент, член Правления Новокузнецкого отделения Союза архитекторов Елена Анатольевна Благиных; почетный архитектор РФ, директор Архитектурно-планировочной мастерской АПМ-6, член Союза архитекторов России Александр Николаевич Бричев; аспирант, старший преподаватель, инженер-архитектор Виктория Витальевна Шевченко. Секцию графики представляют преподаватели, много лет проработавшие в университете и составляющие его золотой фонд: кандидаты технических наук, доценты Марина Анатольевна Голодова, Михаил Яковлевич Логачев, Валентина Александровна Петрова, старший преподаватель Людмила Александровна Фролова. Работа невозможна без помощи учебно-вспомогательного персонала: старшего лаборанта Анны Васильевны Осадчей, стаж работы которой более 20 лет, и молодой сотрудницы, ведущего инженера Дарьи Владимировны Шевченко.

Выводы

Время показало, что кафедра архитектуры, являясь составной частью архитектурно-строительного института СибГИУ, достойно выполняет поставленные перед ней задачи. За 60 лет со дня основания Архитектурно-строи-

тельного института (строительного факультета) преподаватели кафедры принимали участие в подготовке более 10 тысяч инженеров-строителей, инженеров-архитекторов, бакалавров и магистров архитектуры и строительства.

© 2020 г. *О.В. Матехина, Ю.К. Осипов*
Поступила 2 сентября 2020 г.

ГИПОТЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА ТРАНСПОРТНО-ПЕШЕХОДНОЙ РАЗВЯЗКИ В «ТОПОЛЬНИКАХ» ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦК

И.К. Назаренко, О.В. Матехина, В.В. Шевченко

E-mail: olgamatekhina@yandex.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Предложена гипотетическая схема транспортно-пешеходной развязки в «Топольниках» города Новокузнецк как компонента неизбежно грядущей реорганизации. Показана функционально безопасная схема развязки пешеходных и транспортных потоков, рассчитанная на сегодняшний и перспективный режимы эксплуатации территории. Гипотетическая схема раскрыта на примере конкретной схемы организации развязки.

Ключевые слова: градостроительство, рекреационная зона, пешеходно-транспортная развязка.

HYPOTHETICAL VEHICLE AND PEDESTRIAN TRAFFIC LAYOUT IN «TOPOLNIKI» OF NOVOKUZNETSK

I.K. Nazarenko, O.V. Matekhina, V.V. Shevchenko

E-mail: olgamatekhina@yandex.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. A vehicle and pedestrian traffic layout in Topolniki in Novokuznetsk as an integral component of their inevitable future reorganization is proposed. A functional safe layout of the flow of pedestrian and vehicle movement, calculated for the current and future modes of operation area is given. The hypothetical diagram is revealed on the example of one particular junction lay-out.

Keywords: town planning, city recreation area, pedestrian and vehicle junction.

Если не принимать во внимание некогда существовавший на территории парка «Топольники» (Топольники) незначительный по градостроительному и функциональному масштабам санаторий-профилакторий «Кузнецкого металлургического комбината» (КМК), то с большой степенью достоверности можно считать, что Топольники в течение нескольких десятилетий были монофункциональной пляжной подзоной в специфичной внутригородской контактной зоне, расположенной на границе двух высокоурбанизированных районов города (Центрального и Кузнецкого). Сегодня стало очевидным, что антропогенный компонент контактной зоны (тополиная роща) (рис. 1, 2) нуждается в безотлагательной реанимации, причем не в виде обособленного градостроительного мероприятия, а в составе комплексной реорганизации всей контактной зоны, предусматривающей сохранение

и приумножение посадок тополей и одновременную санитарную защиту главного компонента зоны (водного бассейна реки Томь).

Натурный анализ томской паводковой агрессии показывает, что антагонизм компонентов можно исключить только с помощью преобразования инфраструктуры: частичное или полное дамбирование территории и реорганизация пешеходно-транспортной системы. Заметим, что функциональная схематика системы в достаточной мере прогнозируема уже сегодня, когда Топольники «работают» исключительно в режиме пляжа. Парадигма схемы при любом изменении режима эксплуатации территории Топольников останется неизменной. Речь идет о транспортно-пешеходной межрайонной магистрали, проходящей через Топольники от Коммунального моста через реку Томь до Кузнецкого виадука под железной дорогой,



Рис. 1. Вид на Топольники зимой

идущей в Заводской район города (рис. 3).

В основе гипотетического представления схемы развязки пешеходных и транспортных потоков на отмеченном участке магистрали лежат следующие условия и требования:

- всезонный круглосуточный временной характер работы развязки;
- максимальная функциональная «чистота» развязки;
- пешеходные потоки вдоль магистрали со



Рис. 2. Топольники летом



Рис. 3. Проект организации парка на территории Топольников

стороны моста через реку Томь и со стороны Кузнецкого виадука равны по величине и могут иметь как маятниковый, так и транзитный характер;

- из-за интенсивного и скоростного характера движения автомобильных потоков наземные пешеходные переходы через автомобильные и трамвайные пути недопустимы;

- пересечение пешеходных и транспортных потоков разноуровневое (надземное или подземное);

- полная изоляция потоков людей на остановках трамвая от автомобильных потоков с помощью специальных ограждений или тоннелей;

- единственность и компактность развязки при оптимальном рассредоточении остановок автомобильного общественного транспорта, легковых такси и трамвая в обоих направлениях движения вдоль магистрали;

- простота и четкость визуального восприятия движения всех потоков;

- адаптивность схемы движения потоков и ее элементов к маломобильным группам населения.

Представленная схема организации развязки (рис. 3) (по интегральному мнению авторов) отвечает выше перечисленным требованиям и условиям. Особо заметим, что в процессе разработки схемы авторы сочли возможным и необходимым внести в реестр условий два дополнительных:

- использование опор бывшего Коммунального моста через реку Томь в качестве элементов несущего остова подвесного или пролетного моста для пешеходного и велосипедного движений;

- организация высотных пропиленов, зрительно воспринимаемых при движении вдоль магистрали в любом направлении.

Идеи отмеченных добавок «пришли» в процессе многократных целевых рекогносцировок в результате анализа функциональной и градостроительной ситуации в районе магистрали.

Организация обособленного пешеходно-велосипедного перехода через реку Томь на опорах бывшего моста (рис. 4) может обеспечить требуемый физический и психологический комфорт плотному многолюдному потоку пешеходов и велосипедистов в выходные дни летних месяцев, особенно в вечерние часы после пляжного или паркового отдыха. Пешеходные полосы существующего моста, расположенные в непосредственной близости и в одной плоскости с его проезжими частями, явно не обеспечивают ни того, ни другого комфорта. Долгое времяпрепровождение рыбаков на пешеходных полосах попросту создает пробки и поэтому недопустимо.



Рис. 4. Мост через реку Томь между Центральным и Кузнецким районами

Обращение к пропилям также не случайно. Можно считать, что архитектурно-градостроительная доминанта на въезде в Центральный район города со стороны Кузнецкого района, на левобережной платформе не состоялась. Высотный жилой комплекс «Изумрудный город», задуманный в виде двухчастной симметричной объемно-пространственной композиции по обе стороны улицы Кирова, реализован только наполовину. Реализация второй проектной половины в настоящее время утратила смысл по той причине, что она попросту не вписывается в сформировавшееся градостроительное пространство. Построенная же часть доминирует в

сложившейся застройке только своей массой. Силуэт ее, изначально недостаточно выразительный, значительно искажен в шпилевой части элементами самостроя.

В сложившейся градостроительной ситуации перенос въездного акцента на реорганизуемую парковую часть межрайонной магистрали является уместным и единственно возможным. Он обуславливает необходимость предпроектного концептуального решения нескольких взаимосвязанных вопросов. Главными из них являются: местоположение пропиляев (знак разделения территорий) на магистрали, их образность и функциональное наполнение (рис. 5).



Рис. 5. Проект организации парка на территории Топольников

Местоположение пропилеев и их образность предстоит определять и отыскивать с помощью фотомакетирования. Заманчивым функциональным назначением пропилеев представляется организация в них современных многоэтажных гаражей, стоянок или парковок для легковых автомобилей с автоматизированной загрузкой-выгрузкой.

В заключение отметим, что психология среды обитания жителей в чрезмерно урбанизированном городе Новокузнецк в настоящее время является неудовлетворительной. На физическом и духовном уровне человек нуждается в отдыхе, поэтому необходимо кардинальное решение вопросов обустройства рекреационных и контактных зон.

Современная территория Топольников является специфической межрайонной рекреационной и одновременно контактной зоной, неорганизованной и непригодной сегодня для полноценного отдыха. Всесезонный научный мониторинг за территорией показал, что Топольники могут быть реанимированы для функционирования в формате парка культуры и отдыха.

Номенклатура потенциально востребованных функциональных парковых элементов на современном этапе довольно значительная. Величина выборки из нее в процессах реального градостроительно-архитектурного проектирования и последующей реализации напрямую зависит от решения технического вопроса – защиты территории от паводковых затоплений с помощью проектирования и строительства дамб.

При положительном принципиальном решении вопроса дамбирования территории ее конкретное функциональное наполнение должно и будет определяться с помощью вариантного проектирования застройки парка, при обязательном учете пешеходно-транспортной магистрали. Оценка вариантов при этом должна осуществляться по научным методикам специалистами высокого уровня в различных смежных областях при учете требований и замечаний, выявленных в процессах профессиональных и общественных обсуждений с привлечением потенциальных застройщиков и инвесторов.

Уровни финансирования санаций проектных, изыскательских и строительных работ непременно должны быть ориентированы не только на ближнюю, но и на среднесрочную и отдаленную перспективы развития в городе Новокузнецк зон отдыха в составе региональных и федеральных программ организации туризма и зимних видов спорта.

Выводы

Концептуальную разработку интегрального функционального наполнения внутриварковой магистрали и ее пионерную проектную проверку следует считать прогностической по отношению к исследованиям, проектным разработкам и натурным реализациям.

© 2020 г. *И.К. Назаренко, О.В. Матехина, В.В. Шевченко*

Поступила 2 марта 2020 г.

УДК 72.025.3

ПРОЕКТ ОХРАНЫ «ДОМА ТЕХНИКИ УГОЛЬЩИКОВ ТРЕСТА «КУЙБЫШЕВУГОЛЬ» В НОВОКУЗНЕЦКЕ

Е.А. Благиных

E-mail: elenablagnyh@mail.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. На основании проведенного исследования выполнен проект охраны вновь выявленного объекта культурного наследия в г. Новокузнецк Кемеровской области – Кузбассе «Дом техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» постройки середины 1940-х годов. Здание представляет интерес с историко-культурной и архитектурно-градостроительной точек зрения. Изложена характеристика объемно-планировочного и архитектурно-композиционного решений исторического здания, определена его стилистика, описано современное состояние, сохранность всех его подлинных элементов, определены границы охраняемой территории с координированием, установлен режим использования территории, выявлен предмет охраны исследуемого объекта культурного наследия.

Ключевые слова: объект культурного наследия, предмет охраны, режим использования исторического здания.

PROJECT OF PROTECTION “OF THE HOUSE TECHNOLOGY OF THE “KUIBYSHEVUGOL” WORKERS IN NOVOKUZNETSK

E.A. Blaginykh

E-mail: elenablagnyh@mail.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. Based on the research, project of protection of a newly identified cultural heritage site in Novokuznetsk, Kemerovo region (Kuzbass) – "House of technology of the "Kuibyshevugol" trust – built in the mid-1940s. The building is interesting in terms of history and cultural interest, as well as architectural and urban planning. The paper describes characteristics of the spatial planning and architectural composition of the historical building, defines the style, describes the current state, level of preservation of all its original elements, boundaries of the protected area with coordination, sets the mode of use of the territory, and identifies the subject of protection of the studied object of cultural heritage.

Keywords: object of cultural heritage, subject of protection, mode of use of the historical building.

Введение

Здания, построенные в период 1930 – 1970-х годов, относят к эпохе модернизма. Такой архитектурный стиль имел яркое начало и прошел полную трансформацию, откликаясь на политические события и идеологическое развитие СССР, увековечив важные исторические события и в городе Новокузнецк [1]. Архитектурные объекты этого периода нуждаются в поддержке и реставрации, приходится решать вопросы сохранения исторического наследия (уникальных зданий). Решение этих вопросов пока бессистемно и со зданиями в большинстве случаев

поступают, так как угодно их владельцам, однако уже сейчас формируются организации архитекторов, выступающие за сохранение исторических зданий в г. Новокузнецк.

Полученные результаты и их обсуждение

Исследуемый объект культурного наследия расположен в Куйбышевском районе г. Новокузнецк на ул. Карла Маркса (одной из центральных в этом районе). Это одно из первых каменных зданий общественного назначения в центральной части микрорайона «дальнее Куйбышево» и единственное здесь учреждение



Рис. 1. «Дом техники угольщиков» (фото 1948 г.)

культуры, построенное по индивидуальному проекту, имеющее неповторимый архитектурный образ. Здание постройки 1947 году представляет собой яркий образец архитектуры своего времени (рис. 1).

Объект формирует фронт застройки ул. Карла Маркса, пластичностью форм и членений архитектурного декора выделяясь на фоне панельных зданий конца XX века и одновременно гармонично вписываясь в ансамблевую застройку 1930 – 1950-х годов.

Важным является его историко-культурное значение. Здание на протяжении нескольких десятилетий являлось «очагом культуры» этой части города, центром технической учебы молодежи и школьников. При «Доме техники» активно работали многочисленные кружки, группы и секции. В 1970-е годы общественная значимость здания несколько упала, но его местоположение в центральной части микрорайона на красной линии его главной магистрали позволяет говорить о его значении в формировании городской среды [2].

Позднее (до 1990-х годов) в здании размещалась контора ЖКУ (жилищно-коммунального управления) объединения «Южкузбассуголь». Далее площади здания использовали как торговые административные помещения. В настоящее время здание не функционирует по своему первоначальному назначению, законсервировано, нуждается в капитальном ремонте и реконструкции.

Объемно-планировочное решение двухэтажного здания с подвалом в целом симметрично. В архитектурно-композиционном и объемном решении здания сохранились конструктивные и

декоративные элементы, характерные для стилистики позднего конструктивизма с элементами раннего советского неоклассицизма.

Формообразование прямоугольного в плане здания представлено сочетанием основного двухэтажного объема с пониженными до одного этажа угловыми объемами по главному фасаду. Центр фасадной композиции отмечен выступающим входным объемом с балконом в верхней части, крыльцом (ныне отсутствующим) и парапетной надстройкой на кровле с круглым окном, перед входом – металлические фонари на бетонном основании (рис. 2).

По дворовому фасаду центр зафиксирован выступающим объемом лестничной клетки, его конструктивистским вертикальным остеклением и парапетной надстройкой (рис. 3). Здание получило в фасадном оформлении элементы сильно упрощенного классического ордера с деталями раннего советского неоклассицизма (рустовка углов здания, сдвоенные угловые пилястры, сандрики, гипсовые балясины ограждения балкона, декоративные элементы карниза и пр.).

Стены кирпичные оштукатуренные, окрашены с выделением первого этажа красно-коричневым цветом. Вышележащая плоскость стен светло-желтая, декоративные элементы – белые. Второй этаж отделен от первого профилированным карнизом. Кровля ограждена парапетными столбиками с металлическим заполнением.

В настоящее время по всем фасадам наблюдаются многочисленные сколы штукатурного слоя, разрушения карниза и декоративных элементов, по дворовому фасаду – очаговые разрушения кирпичной кладки. Изменения архитектурно-декоративной отделки фасадов явля-



Рис. 2. Главный фасад «Дома техники угольщиков» (фото автора 2020 г.)

ются значительными, требуется срочный ремонт и восстановление.

Пространственно-планировочная структура здания в пределах капитальных стен и перекрытий сохранилась первоначальная, она состоит из входной группы, небольшого холла перед лестницей, ряда помещений в правом и левом крыле. В интерьере здания местами сохранилось внутреннее декоративное убранство (лепнина потолочных карнизов). Ограждение лестницы (первоначальное) – резные деревянные балясины с дубовыми перилами – находятся в хорошем состоянии.

Историческая расстекловка оконных заполнений местами сохранена, но общее состояние столярных заполнений можно охарактеризовать как неудовлетворительное, нужна их замена с

сохранением рисунка переплетов. Состояние внутренних деревянных первоначальных филенчатых дверей в целом удовлетворительное, наружные двери требуют ремонта.

Для выявления несущей способности конструктивных элементов стен, деревянных перекрытий, основания и фундамента необходимо проведение инструментального обследования.

Здание своим главным фасадом ориентировано на расположенный напротив трехэтажный многоквартирный жилой дом постройки 1940 года, близкий ему по стилистическому решению. Рядом с «Домом техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» находится монументальное здание Школы искусств, построенное в стиле «советского неоклассицизма» (постройка 1958 года). Таким образом, просматривается органичное



Рис. 3. Дворовый фасад здания (фото автора 2020 г.)

включение «Дома техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» в ансамблевую застройку этой части Новокузнецка (Сталинска).

Исторически «Дом техники угольщиков» доминировал среди окружавшей его деревянной малоэтажной застройки, являясь важным композиционным акцентом в этой части города. Изначально вокруг здания было устроено ограждение с декоративными оштукатуренными кирпичными опорами с металлическим заполнением.

На основе проведенного исследования выявлен предмет охраны объекта культурного наследия, который подлежит обязательному сохранению [3]:

1. Местоположение и градостроительные характеристики здания в застройке:

– здание расположено в Куйбышевском районе г. Новокузнецк, на ул. Карла Маркса (одной из центральных в этом районе);

– объект формирует фронт застройки ул. Карла Маркса, несет на себе черты двух стилистических направлений (позднего конструктивизма и раннего советского неоклассицизма, выделяясь в современной застройке).

2. Объемно-пространственное решение здания:

– объемно-планировочное решение двухэтажного кирпичного здания в целом симметрично; в архитектурно-композиционном и объемном решении здания сохранились конструктивные и декоративные элементы, характерные для стилистики позднего конструктивизма с элементами раннего советского неоклассицизма;

– формообразование прямоугольного в плане здания представлено сочетанием основного двухэтажного объема с пониженными до одного этажа угловыми объемами по главному фасаду;

– первый этаж прямоугольный в плане, габаритные размеры 12 × 22 м;

– отметки, форма карнизов и кровли объемов здания.

3. Композиция и архитектурно-художественное оформление фасадов здания:

– стены кирпичные оштукатуренные, окрашены с выделением первого этажа красно-коричневым цветом; вышележащая плоскость стен светло-желтая, декоративные элементы белые; второй этаж отделен от первого профилированным карнизом; кровля ограждена парапетными столбиками с металлическим заполнением;

– центр фасадной композиции отмечен выступающим входным объемом с балконом в верхней части, крыльцом (ныне отсутствующим)

и парапетной надстройкой на кровле с круглым окном, перед входом расположены металлические фонари на бетонном основании;

– по дворовому фасаду находится конструктивистский выступающий объем лестничной клетки с вертикальным остеклением и парапетной надстройкой над карнизом;

– в художественном оформлении фасадов присутствуют элементы упрощенного классического ордера с деталями раннего советского неоклассицизма (рустовка углов здания, каннелированные пилястры, сандрики, гипсовые балясины ограждения балкона, декоративные элементы карниза, парапетные столбики ограждений кровли);

– местоположение, форма дверных и оконных проемов, исторический рисунок и расстановка оконных заполнений.

4. Пространственно-планировочная структура интерьеров здания в пределах капитальных стен и перекрытий:

– архитектурно-планировочная композиция интерьеров здания в целом симметрична и состоит из входной группы, небольшого холла перед лестницей, ряда помещений в правом и левом крыле;

– перекрытия деревянные.

5. Архитектурно-художественное оформление интерьеров:

– ограждение лестницы – резные деревянные балясины с дубовыми перилами.

6. Историческое функциональное использование памятника:

– общественное здание с административными функциями.

Назначена граница территории объекта культурного наследия (рис. 4).

Ниже представлена система координат границы территории объекта культурного наследия г. Новокузнецк:

| № поворотной точки* | X | Y |
|---------------------|------------|-----------|
| 1 | 2207220,89 | 446091,18 |
| 2 | 2207247,66 | 446088,33 |
| 3 | 2207244,24 | 446058,21 |
| 4 | 2207217,55 | 446061,12 |

Примечание. * – нумерация поворотных точек начинается с верхней северной точки по часовой стрелке. Площадь территории 814 м².

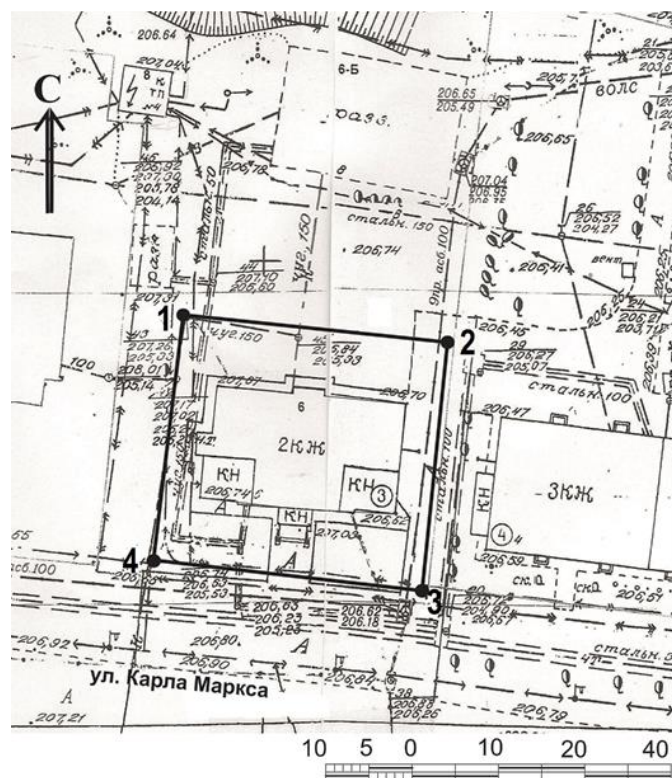


Рис. 4. Границы объекта культурного наследия (схема автора)

Установлен режим использования территории объекта культурного наследия, на которой запрещается следующее:

- изменение предмета охраны объекта культурного наследия;
- размещение рекламы, вывесок на фасадах и территории объекта культурного наследия;
- строительство новых зданий, сооружений, объектов инженерно-транспортных коммуникаций.

На территории объекта культурного наследия разрешается следующее:

- проектирование и проведение работ по сохранению памятника и его территорий, реставрационное воссоздание утраченных элементов и устранение диссонирующих объектов в соответствии с согласованным в установленном порядке проектом комплексной научной реставрации и приспособления;
- обеспечение пожарной безопасности объекта культурного наследия и его защита от динамических воздействий (вибрация от транспортных сооружений и магистрали городского значения), предусматривающая прогноз ожидаемых и существующих воздействий с комплексом мероприятий по защите объекта культурного наследия от негативного влияния динамических воздействий;
- ограниченная хозяйственная деятельность, необходимая для обеспечения сохранности объекта культурного наследия, в том числе проведение работ по озеленению;
- ремонт и реконструкция объектов инженерно-транспортных коммуникаций, инженер-

ных сетей, при условии исключения их влияния (в том числе динамических воздействий) на сохранность объекта культурного наследия;

- установка информационных надписей и обозначений на объекты культурного наследия.

Выводы

С архитектурной точки зрения здание представляет собой прекрасный образец общественно-культурного здания середины 1940-х годов, несущего в себе отдельные черты позднего конструктивизма и раннего советского неоклассицизма («сталинского ампира»). Это одно из первых каменных зданий общественного назначения в центральной части исторического района г. Новокузнецк (Сталинск) – «дальнее Куйбышево». «Дом техники угольщиков треста «Куйбышевуголь» построен по индивидуальному проекту архитектора Сотцова, является важным объектом в формировании исторического центра «дальнее Куйбышево», имеет несомненную значимость для города с историко-архитектурной и градостроительной точек зрения.

Перечисленные особенности рассматриваемого объекта культурного наследия в совокупности представляют собой проект охраны этого объекта культурного наследия.

Примечание:

1. Предмет охраны зафиксирован на дату проведения обследования (декабрь 2018 г.).
2. Изменение (уточнение) предмета охраны объекта культурного наследия, производимое по

факту завершения реставрационных работ, может касаться включения дополнительно выявленных особенностей, а также обоснованного исключения из предмета охраны поздних дополнений, в том числе реставрационных.

3. Дополнительное включение в предмет охраны (равно как и исключение из предмета охраны) любого элемента объекта культурного наследия может и, при необходимости, должно влечь за собой корректировку ранее принятой атрибуции (название, авторство, датировка, локализация), а также типологии, категории охраны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чередниченко Ж.М. Новокузнецк в 1920 – 1930-е годы в памятниках модернизма. – В кн.: Баландинские чтения. Сб. статей науч. чтений памяти С.Н. Баландина. Т. XIII. – Новосибирск: Новосибирский гос. ун-т архитектуры, дизайна и искусств, 2018. С. 601 – 606.
2. Лизогуб П.П. Формирование территории города Новокузнецка и его районирование (до начала 1940-х гг.). – В кн.: Кузнецкая старина. Вып. 10. – Новокузнецк: Изд-во «Кузнецкая крепость», 2008. С. 131 – 135.
3. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37318/ (дата обращения 19.05.2020).

© 2020 г. *Е.А. Благиных*
Поступила 19 мая 2020 г.

УДК 69.058/.059

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБЪЕКТА С РАЗРАБОТКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

И.А. Поправка, Д.Н. Алешин, А.Ю. Столбоушкин, Е.А. Алешина

E-mail: el.alesh14@yandex.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Приведены результаты обследования и оценки технического состояния строительных конструкций здания участка декомпозиции. Проанализированы причины возникновения дефектов и повреждений. Предложены конструктивные решения по ремонту и частичной замене строительных конструкций.

Ключевые слова: обследование, оценка технического состояния, дефекты и повреждения, строительные конструкции, участок декомпозиции, монолитное железобетонное перекрытие, композитная арматура.

INSPECTION AND ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDING STRUCTURES OF THE INDUSTRIAL OBJECT WITH THE DOCUMENTATION DEVELOPMENT FOR STRUCTURAL STRENGTHENING

I.A. Popravka, D.N. Aleshin, A.Yu. Stolboushkin, E.A. Aleshina

E-mail: el.alesh14@yandex.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. The results of the survey and assessment of the technical condition of the engineer constructions of the building of the decomposition area are presented. The reasons for the occurrence of defects and damages are analyzed. Constructive solutions for the repair and partial replacement of building structures are proposed.

Keywords: inspection, assessment of technical condition, defects and damage, building structures, decomposition area, monolithic reinforced concrete floor, composite reinforcement.

Введение

С целью обеспечения безопасной эксплуатации было проведено визуальное и детальное инструментальное обследование здания участка декомпозиции. Для достижения основной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- изучение технической документации;
- проведение обследования строительных конструкций;
- получение материалов обследования в составе и объеме, достаточном для разработки рабочей документации на ремонт и усиление строительных конструкций;
- определение возможности дальнейшей безопасной эксплуатации объекта с учетом действующих технологических нагрузок, климатических и сейсмических воздействий;

- оценка технического состояния строительных конструкций здания;
- разработка решений по усилению дефектных конструкций здания;
- выбор материалов для ремонта дефектов и повреждений с экономическим обоснованием;
- выполнение проверочного расчета конструкций с учетом подобранных материалов;
- разработка рабочей документации в соответствии с принятыми конструктивными решениями.

Обследование и оценка технического состояния строительных конструкций выполнены в соответствии с ГОСТ 31937 – 2011 [1].

Исходные данные для работы

Здание участка декомпозиции служит для размещения декомпозиционных аппаратов для раз-

ложения растворов алюмината натрия с выделением в твердую фазу гидроксида алюминия.

Здание введено в эксплуатацию в 1951 году и представляет собой строительные конструкции, выполненные по периметру блока декомпозеров. Высота здания 41,4 м, размеры в плане составляют $73,1 \times 117,0$ м.

Общая устойчивость здания в продольном и поперечном направлении обеспечивается жесткостью конструкций декомпозеров.

Фундаменты под стены – ленточные бутобетонные. Фундаменты под колонны декомпозеров – монолитные железобетонные.

Стены до отметки +6,800 м – кирпичные толщиной 640 мм. Стеновое ограждение от отметки +6,800 м до отметки +30,000 м – стальной оцинкованный профлист.

Перекрытие на отметке +6,800 м – монолитное железобетонное по монолитным железобетонным балкам. Перекрытие на отметке +30,000 м – сборные железобетонные плиты по стальным балкам.

Над крышками декомпозеров выше отметки +30,000 м располагаются конструкции надстройки укрытия, представляющие собой стальную пространственную рамно-связевую конструкцию.

Покрытие – мелкоразмерные железобетонные плиты, сборные железобетонные ребристые плиты.

Кровля – мягкая рулонного типа, с уклоном 1:10.

Водосток с кровли – внутренний.

Выявленные дефекты и повреждения

В результате обследования были выявлены дефекты и повреждения, которым были присвоены категории опасности «Б» и «В». В настоящей работе выявлены два типа дефектных конструкций, которые представляют наибольший риск обрушения. Это касается железобетонного перекрытия на отметке +6,800 м [2] и плит покрытия в районе ендовы. В конструкциях перекрытия и покрытия обнаружены общие дефекты: разрушение защитного слоя бетона и коррозия арматурных стержней (рис. 1, 2).

Нарушение правил эксплуатации здания и несвоевременный ремонт дефектов и повреждений [3] (здание обследовалось впервые с момента пуска в эксплуатацию) привели к коррозии бетона и арматурных стержней местами до 90 % сечения, что при действии существующих нагрузок на конструкции повлекло сверхнормативные



Рис. 1. Дефекты перекрытия на отметке +6,800 м



Рис. 2. Дефекты плит покрытия

прогибы плит покрытия и обрушение отдельных участков конструкций перекрытия.

При анализе характера и параметров выявленных дефектов и повреждений установлено, что их наличие снижает общую несущую способность отдельных элементов и влияет на долговечность конструкций всего здания.

Следовательно, строительные конструкции здания участка декомпозиции находятся в ограниченно работоспособном состоянии согласно п. 3.12 ГОСТ 31937 – 2011. Здания и сооружения [1].

Разработка решений по ремонту строительных конструкций

Для исследуемых конструкций разработаны конструктивные решения по ремонту или частичной замене наиболее поврежденных или уже обрушившихся участков.

По результатам проведенных проверочных расчетов [4] установлено, что существующего армирования достаточно для обеспечения несущей способности перекрытия. Следовательно, дальнейшая эксплуатация такого перекрытия возможна при условии его восстановления до первоначального работоспособного состояния путем устранения всех дефектов. Вместе с этим

необходимо предусмотреть ряд дополнительных мер по защите строительных конструкций от коррозии согласно требованиям нормативных документов [5].

Разработанный вариант ремонта для перекрытия на отметке +6,800 м включает замену разрушенных участков перекрытия. Состав перекрытия и армирование приняты по проектной документации.

Для ремонта плит перекрытия предложен экономически целесообразный вариант, требующий наименьшего использования строительных машин и оборудования. Предусмотрена замена дефектных плит на аналогичные, изготовленные в соответствии с проектной документацией.

Заказчику было предложено два варианта армирования заменяемых конструкций: традиционный (стальной арматурой) и альтернативный (композитной арматурой). По сравнению со стальной композитная арматура обладает рядом преимуществ [6]:

- большая прочность;
- устойчивость к коррозии;
- более низкая цена;
- низкая теплопроводность;
- малый собственный вес.

Класс бетона выбран В25 по аналогии с классом бетона существующих железобетонных конструкций (получен на основе приборного определения прочности бетонных и железобетонных конструкций).

Для определения выгод от применения композитной арматуры взамен стальной выполнен сравнительный расчет по I группе предельных состояний [7]. В качестве расчетной конструкции рассмотрена монолитная железобетонная плита перекрытия.

Рабочая документация выполнена в виде чертежей формата А1 в объеме, достаточном для проведения строительных и монтажных работ, а также изготовления изделий на заводах строительной индустрии [8].

Выводы

По итогам сравнительного расчета были получены результаты, что применение композитной арматуры позволяет снизить стоимость и вес конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 31937 – 2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.
2. Поправка И.А., Алешин Д.Н., Алешина Е.А. Обследование и оценка технического состояния монолитного железобетонного перекрытия здания участка декомпозиции. – В кн.: Фундаментальные проблемы основных направлений научно-технических исследований. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции (Волгоград, 17 марта 2018 г.). – Стерлитамак: АМИ, 2018. С. 84 – 88.
3. Поправка И.А., Стакин В.Н., Исаев И.П. Актуальные проблемы обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений. – В кн.: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. Труды научно-практической конференции (Новокузнецк, 2019) / Под общ. ред. А.Ю. Столбоушкина, Е.А. Алешин, О.В. Матехиной, Е.А. Благинных. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2019. С. 293 – 294.
4. Разумов И.Ю., Берг А.М., Поправка И.А., Алешин Д.Н., Алешина Е.А. Анализ целесообразности восстановления монолитного железобетонного перекрытия промышленного здания по результатам обследования. – В сб.: Молодежь и XXI век – 2019. Материалы IX Международной молодежной научной конференции (21 – 22 февраля 2018 г). В 5 т. Т. 4. – Курск: Университетская книга, 2019. С. 175 – 179.
5. ГОСТ 31384 – 2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2018.
6. Гартемова Е.Б. Стекло и стеклопластики. – Волгоград: изд. ВолГГасу, 2006. – 124 с.
7. Разумов И.Ю., Берг А.М., Захаров А.О., Алешин Д.Н., Алешина Е.А. Анализ применения композитной арматуры для армирования бетонных конструкций на примере монолитного перекрытия промышленного здания. – В кн.: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (28 мая 2019 г.) / Отв. ред. Н.В. Бакаева. – Курск: изд. Юго-Зап. гос. ун-та, 2019. С. 102 – 105.
8. Зюзин С.И., Ковшова Г.А., Терентьева Н.В. Рабочая документация для строительства. Вып. 1. – М.: АПП ЦИТЦ, 1992. – 242 с.

© 2020 г. И.А. Поправка, Д.Н. Алешин,
А.Ю. Столбоушкин, Е.А. Алешина
Поступила 02 сентября 2020 г.

УДК 711.551:711.01

ПРОЕКТ РЕНОВАЦИИ БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЦЕНТРА ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦК

И.К. Назаренко, О.В. Матехина, В.В. Шевченко

E-mail: olgamatekhina@yandex.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Изложена суть заявки кафедры архитектуры Сибирского государственного индустриального университета в комитет жилищно-коммунального хозяйства Администрации г. Новокузнецк на отбор территории административного центра города для благоустройства по федеральной программе.

Ключевые слова: заявка, общественная территория, благоустройство.

THE RENOVATION PROJECT OF THE TERRITORY IMPROVEMENT IN THE ADMINISTRATIVE CENTER OF NOVOKUZNETSK CITY

I.K. Nazarenko, O.V. Matekhina, V.V. Shevchenko

E-mail: olgamatekhina@yandex.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. The essence of the application of the Department of Architecture of Siberian State Industrial University to the Committee for Housing and Utilities of Novokuznetsk administration is described. It concerns the selection of the territory of the city administrative center for the urban land improvement financed by the federal program.

Keywords: application, public territory, urban land improvement.

17 января 2020 года городская газета «Кузнецкий рабочий» в рубрике «Служба новостей» под заголовком «Выбираем мы» опубликовала объявление комитета жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) Администрации города Новокузнецк о том, что начат очередной прием заявок на благоустройство общественных территорий Новокузнецкого городского округа в 2021 году. К участию в заявках приглашены жители и организации округа. В качестве территорий предложены следующие объекты: парк, сквер, площадь, набережная и другие места общего пользования.

Сотрудники кафедры архитектуры, под руководством которых не одно десятилетие их ученики и выпускники благоустраивают территории не только в Новокузнецком округе, но и во всем Кузбассе, откликнулись на призыв комитета ЖКХ и выполнили несколько разноуровневых по величине, функциональному формату и дизайну заявок: от зон охраняемого ландшафта в «Топольниках» до восточного сквера Сибирско-

го государственного индустриального университета (СибГИУ). Наибольшей визуальной привлекательностью из заявленных территорий отличается площадка административного центра города Новокузнецк.

В градостроительных проектах нескольких десятилетий три многоэтажных жилых здания на улицах Кирова (дом 75) и Франкфурта (дома 1 и 2), торцовыми частями обращенные в сторону сложного градоформирующего транспортно-пешеходного и жилищно-общественного узлов, неизменно фигурируют как доминанты северо-восточной части его объемно-пространственной композиции.

На дальних подступах к узлу по улицам Тольятти, Кирова и Циолковского благоприятная визуализация доминант обеспечивается значительным масштабом (12 этажей) зданий, а при наблюдении со средних по удалению дистанций из скверов – за счет архитектурно-декоративной детализировки торцовых стен.



Рис. 1. Восточная граница территории Администрации (существующее состояние)

В настоящее время только одна из трех стен проработана в виде стационарного панно на тему «Металлургия». Две другие «работают» в режиме периодической трансформации баннерами, телеэкранами и даже объемными рекламными элементами (рис. 1, 2).

В заявленном проекте предложено архитектурно-художественное оформление этих стен с помощью стационарных панно на темы «Угледобыча и переработка» (рис. 3), «Исторические этапы развития города» (рис. 4).

С помощью создания двух новых настенных тематических панно в месте существующим организуется крупномасштабный архитектурно-художественный триптих, визуально отображающий историю и современное стабильное состояние производственного и социального статуса Новокузнецкого городского округа.

Являясь визуальным пограничным компонентом объемно-пространственной композиции градоформирующего кластера административного центра такой триптих рассчитан на созерцание в процессе отдыха людей в курдонерах сквера и при пешеходных прогулках. Функционально триптих нацелен на воспитание, приращение и утверждение патриотических чувств в сознании новокузнецчан.

Размещение на стенах любых рекламных средств недопустимо в связи с тем, что они противоречат основным принципам существования анализируемой территории: историзм, преемственность, фундаментальность, средовой психологизм.

Уместно заметить, что для исключения возможности самовольного размещения объявлений цокольные части стен предложено облицевать керамогранитными плитами и разместить

на торцы зданий тексты девизов, выполненные из полосовой стали или жесткого пенопласта:

– Шахтеры – гвардия труда. Тепло и свет приносят людям (из песни);

– Город любимый народом и Богом ведомый (отец Марк, Свято-Преображенский собор города Новокузнецк);

– Нет в мире большей красоты, чем красота горячего металла (из гимна города Новокузнецк).

Материально-конструктивное решение панно планируется выполнить в виде навесных фасадов. Наружный декоративный слой панно выполняется мозаичным из цветной керамической плитки, которая наклеивается (на водостойком клее) на асбестоцементные листы модульного размера и расчетной толщины. Модули крепятся к стенам с помощью маячных профилированных реек из оцинкованной тонколистовой стали, которые заанкериваются на поверхностях кирпичных стен. В межреечные кессоны закладывается высокоэффективный утеплитель с целью улучшения теплозащиты стен и экономии затрат на отопление зданий.

Приведенное выше текстовое описание части заявки относится только к мероприятиям по гармонизации территории с помощью основных визуализированных компонентов – настенных панно. В качестве не менее важных мероприятий по эстетизации территории в заявке показаны расчистка от «самостроя» фасада жилого дома 75 по улице Кирова, обращенного в сторону здания Администрации города (рис. 5); обновление покрытий пешеходных дорог в сквере и на уличных тротуарах; облицовка железобетонной щековой стенки южного крыльца стилобатной части здания Администрации (рис. 6); подстрижка деревьев и кустарников и др.

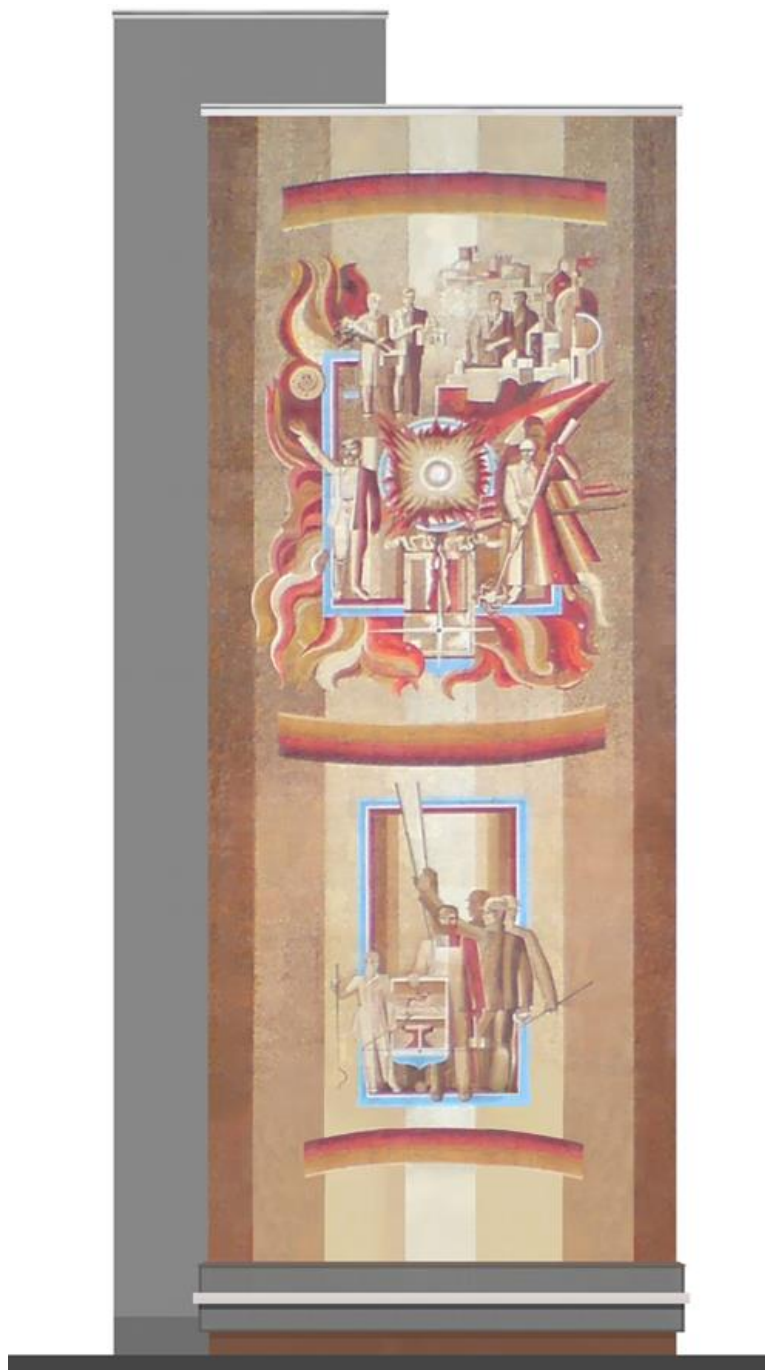


Рис. 2. Существующее художественное решение панно «Металлургия»

«За скобки» заявки вынесено одно из наиболее важных строительных мероприятий – капитальный ремонт двух подземных переходов через улицу Кирова, которые являются неотъемлемыми компонентами анализируемой территории. Необходимо:

- переходы очистить от несвойственной искусственно наведенной функции – торговли;
- отремонтировать лестничные марши, стены и потолки;
- изменить архитектурные и конструктивные решения входных-выходных узлов переходов (покрытия выполнить из «теплых» сэндвич-

панелей расчетной теплотехнической толщины по треугольным металлическим фермам; наружные стены выполнить в виде металлокаркасных витражей, несущих фермы покрытий и вертикальное двухкамерное пластиковое остекление; оборудовать тамбуры переходов в уровнях подводящих путей движения пешеходов; организовать подъемники для маломобильных групп населения);

- решить вопросы отопления, вентиляции, искусственного освещения и охраны переходов;



Рис. 3. Эскиз панно «Угледобыча»

– предусмотреть возможность организации на стенах переходов декоративно-художественных и рекламных элементов, а в пристенных пространствах – вазонов, трельяжей.

© 2020 г. *И.К. Назаренко, О.В. Матехина,
В.В. Шевченко*
Поступила 2 марта 2020 г.

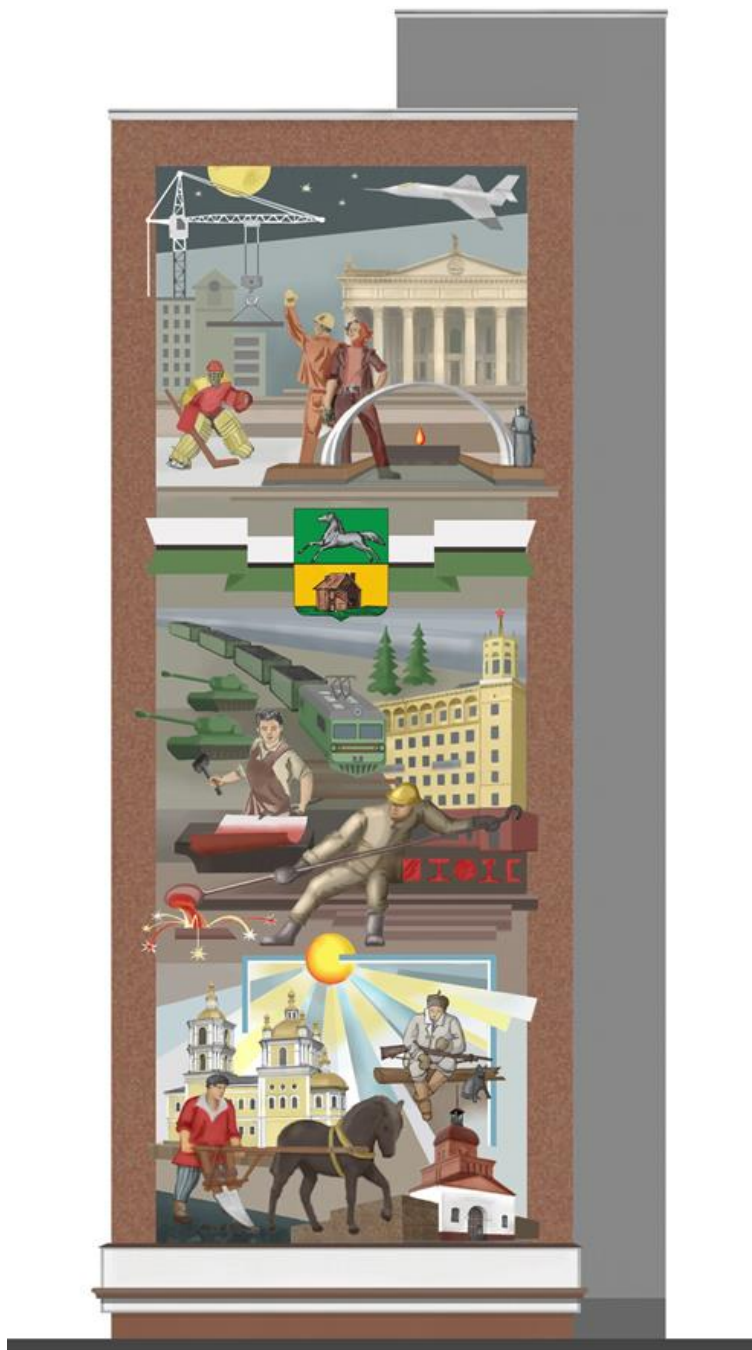


Рис. 4. Эскиз панно «История города»



Рис. 5. Комплексный проект организации территории



Рис. 6. Проект реконструкции щеквой стенки южного крыльца Администрации

УДК 72.025

ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ СОЦГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА

Е.А. Благиных, А.И. Деева

E-mail: elenablagnyh@mail.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Цель исследовательской работы: изучение генезиса планировочной структуры исторического квартала Новокузнецка – соцгорода, выявление проблем в развитии его историко-культурной и архитектурно-пространственной среды. В работе проанализированы данные по истории развития соцгорода (застройки 1930-х годов), выполнена их систематизация, выявлены архитектурно-градостроительные особенности и закономерности формирования исторической и современной среды городского квартала.

Ключевые слова: социалистический город (соцгород), историческая среда, архитектурно-градостроительное наследие.

THE PROBLEMS OF PRESERVING THE HISTORICAL ENVIRONMENT OF SOTSGOROD IN NOVOKUZNETSK

E.A. Blaginykh, A.I. Deeva

E-mail: elenablagnyh@mail.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. The purpose of the research work: to study the Genesis of the planning structure of the historical quarter of Novokuznetsk-sotsgorod, to identify problems in the development of its historical, cultural, architectural and spatial environment. The paper analyzes data on the history of social City development (development of the 1930's), systematizes them, identifies architectural and urban planning features and patterns of formation of the historical and modern environment of the city quarter.

Keywords: socialist city, historical environment, architectural and urban heritage.

Архитектура нашей страны периода первых пятилеток и индустриализации (20 – 30-е годы XX века) представляет собой уникальный образец советского архитектурного эксперимента в области строительства социалистических городов.

В застройке соцгорода Новокузнецка – квартала, расположенного в Центральном районе города, – отразились все сложности и противоречия социально-архитектурных тенденций того времени. Сохранение этого уникального архитектурно-градостроительного наследия является важной и актуальной задачей. Необходимо всестороннее исследование генезиса планировочной структуры соцгорода (периода 1930-х годов), особенностей его застройки, в том числе, для дальнейшего совершенствования функционального наполнения пространственной среды квар-

тала, которое удовлетворяет потребностям жителей и гостей города в современных условиях.

Объект культурного наследия [1] «Ансамбль застройки жилого квартала соцгорода Новокузнецка» включает в себя комплекс зданий (семь жилых и одно административное) и один внутриквартальный участок (сквер) по ул. Энтузиастов и ул. Хитарова, формирующих вместе единый историко-архитектурный ансамбль. В настоящей работе рассмотрены также территориально примыкающие к ансамблю соцгорода и построенные в тот же временной период первые в Новокузнецке ресторан «Москва» и «Детский сад № 1».

Формирующийся с конца 1920-х годов у площадки Кузнецкого металлургического завода жилой поселок в 1931 году получает статус города и название Новокузнецк. Капитальная жи-

лая застройка сосредоточена в районе современных улиц Хитарова, Кирова, проспектов Энтузиастов и Metallургов. Этот район многоэтажной застройки получил название социалистического города – соцгорода.

В соцгороде Новокузнецка можно выделить следующие типы ансамблевой застройки: многоэтажная жилая застройка по проекту архитектора С.Е. Чернышёва (десять четырехэтажных кирпичных зданий, которые в 1990-х годах были капитально перестроены и ныне полностью выпадают из указанного ансамбля); многоэтажная жилая застройка по проекту немецкого архитектора Эрнста Мая, разработанная в 1929 году с использованием широко применяемого им в Германии (г. Франкфурт-на-Майне) планировочного приема.

Тип зданий, изначально трехэтажных (в конце 1950-х годов достроенных до четырех этажей), представляет собой классический образец конструктивистского стиля: здания лишены декора, балконов, имеют глухие торцы, которые выходят на проезжую часть улицы (рис. 1). Эти здания уже в конце 1930-х годов были подвергнуты острой критике архитектурной общественности как не отвечающие представлению о новом, социалистическом городе.

Однако именно эти здания представляют собой «квинтэссенцию» конструктивистского стиля, являются классическим образцом строчной застройки, выступают исключительным по целостности и компактности архитектурным наследием знаменитого немецкого архитектора (не имеющего по масштабности аналогов на всей территории бывшего Советского Союза), но и комплексным архи-

тектурным памятником конструктивистского стиля в городе Новокузнецк [2].

К этому ансамблю из семи жилых зданий по своей архитектурной стилистике органично примыкает здание бывшей государственной швейной фабрики «Березка». Здание расположено на территории ансамбля соцгорода в юго-восточной его части, формирует фронт застройки улицы Энтузиастов [3], к которой обращен своим северным фасадом (рис. 2).

В объемно-пространственном и планировочном решении трехэтажного (до 60-х годов – двухэтажного) П-образного в плане здания с подвалом сохранились принципы формообразования конструктивистской архитектуры с использованием упрощенного псевдоклассического декора.

Первый в Новокузнецке «Детский сад № 1» примыкает к ансамблю застройки жилого квартала соцгорода, градостроительно замыкая его в северной части. Здание заглублено относительно красной линии застройки улицы Хитарова, к которой оно обращено своим торцевым (южным) фасадом. В объемно-пространственном и планировочном решении здания лежат принципы формообразования конструктивистской архитектуры (рис. 3). Здание имеет Г-образную форму в плане, к его основному двухэтажному объему, перекрытому односкатной кровлей, примыкает одноэтажный блок, также под односкатной кровлей.

Существует мнение [4], что этот детский сад проектировала первая австрийская женщина-архитектор Маргарете Шютте-Лихоцки. Она известна тем,



Рис. 1. Жилая застройка соцгорода по проекту Э. Мая (фото из книги архитектора Г. Козеля 1930-х годов)



Рис. 2. Здание бывшей фабрики «Березка» (фото автора 2019 г.)

что разработала в 30-е годы XX века так называемую «Франкфуртскую кухню», послужившую прототипом современных кухонь (встроенная мебель, общие принципы функциональности и экономичности использования пространства). К сожалению, единственное сохранившееся здание на территории России из архитектурного наследия М. Шютте-Лихоцки и первый в Новокузнецке детский сад снесен в 2019 г. В настоящее время на месте бывшего детского сада расположена новая многоквартирная застройка – два панельных пятиэтажных жилых дома.

С западной стороны квартал соцгорода фланкирует другое историческое здание – памятник архитектуры и градостроительства муниципального значения – ресторан «Москва», постройки 1938 года (рис. 4). Это был первый в Кузбассе ресторан первого класса с гастрономом, за образец был взят знаменитый московский «Елисеевский» гастроном.

В архитектурном облике здания виден переход от конструктивизма к неоклассицизму. Архитектурный стиль ресторана – арт-деко. Для декоративной отделки был приглашен немецкий



Рис. 3. Детский сад № 1 на улице Хитарова, 26 а (фото 2017 г.)



Рис. 4. Ресторан «Москва», Энтузиастов, 21 (фото автора 2019 г.)

архитектор и дизайнер Вилли Ламмерт. Кроме лепнины зал ресторана и гастронома украшали декоративные фризы с фруктовыми натюрмортами. После нескольких ремонтов свой первоначальный архитектурный облик здание частично утратило. На месте гастронома в настоящее время находится отделение банка.

«Парк Советской скульптуры» представляет собой открытый незастроенный участок в пределах внутриквартальной зеленой зоны, небольшой сквер, художественно оформленный скульптурными группами. «Парк» был открыт в 2013 году в рамках общественного проекта «Соцгород – город мечты», призванного показать жизнь человека периода советской индустриализации через советскую монументальную улично-парковую скульптуру, сконцентрированную на небольшой площади.

Выводы

Рассмотрены исторические аспекты формирования района соцгорода в Новокузнецке, выявлены актуальные проблемы его исторической и архитектурно-пространственной среды. Реализованный проект соцгорода оставил заметный след на карте и в судьбе города Новокузнецк, позволил за короткое время осуществить жилищное строительство на прилегающей к заводу территории, увязать их в единое целое, тем са-

мым положил начало формированию планировочной структуры нового города. Проведенное исследование позволяет позиционировать соцгород как объект историко-градостроительного туризма, направленного к истокам строительства города Новокузнецк – крупнейшего промышленного центра Кузбасса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».
2. Захарова И.В. Архитектурное наследие Кузбасса 1910 – 1930-х гг. Материалы к своду памятников архитектуры Кемеровской области. – Кемерово: АРФ, 2005. – 104 с.
3. Магель В.И. Новокузнецк. История создания генерального плана города: монография. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2017. – 386 с.
4. Лизогуб П.П. Немцы в городе: «немецкий след» в архитектуре Новокузнецка 1930-х годов // Наш город Новокузнецк. 2017. № 1 (март). С. 46 – 53.

© 2020 г. *Е.А. Благиных, А.И. Деева*
Поступила 2 сентября 2020 г.

УДК 666.74:666.3.016

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РАСЧЕТА СОСТАВА ШИХТЫ ДЛЯ ДЕКОРАТИВНОЙ КЕРАМИКИ КАРКАСНО-ОКРАШЕННОЙ СТРУКТУРЫ

Д.В. Акст, А.Ю. Столбоушкин

E-mail: daniel_axt@mail.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Приведена разработанная модель опудренной гранулы, сформированной из двух сырьевых компонентов. В основу модели положено условное разделение на зоны (зона ядра, переходная зона и зона оболочки). Изложен разработанный метод расчета многокомпонентного состава шихты для формирования керамических матричных композитов с заданными физико-механическими и декоративными свойствами. Приведен пример расчета гранулированной шихты из глинистого сырья и марганецсодержащих техногенных отходов для декоративного керамического кирпича каркасно-окрашенной структуры. Расчетным путем установлено оптимальное количество красящей добавки в количестве 7 % от массы шихты. В лабораторных условиях (по расчетным составам) получена декоративная керамика коричневого цвета с использованием красящих техногенных отходов с пониженным содержанием хромофоров марганца.

Ключевые слова: модель опудренной гранулы, расчет состава гранулированной шихты, керамический матричный композит, декоративная керамика, каркасно-окрашенная структура.

THE DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING THE CHARGE COMPOSITION FOR DECORATIVE CERAMICS WITH A FRAMEWORK-COLORED STRUCTURE

D.V. Akst, A.Yu. Stolboushkin

E-mail: daniel_axt@mail.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. A developed model of a powdered granule formed from two raw materials is presented. The model is based on a conditional segmentation into zones: the core zone, the transition zone and the shell zone. The developed method for calculating the multicomponent charge composition for the formation of ceramic matrix composites with required physical, mechanical and decorative properties is presented. An example of the calculation of a granular charge from clay raw materials and manganese-containing technogenic waste for decorative ceramic brick with framework-colored structure is given. The optimal amount of the coloring additive in the amount of 7 % of the charge weight is calculated. In the laboratory conditions, brown decorative ceramics is obtained from the calculated compositions using technogenic waste with a low content of manganese chromophores.

Keywords: powdered granule model, calculation of a granular charge composition, ceramic matrix composite, decorative ceramics, framework-colored structure.

Введение

Инновационное развитие индустриального комплекса страны и ее отдельных регионов неразрывно связано с эволюцией строительной отрасли [1]. В свою очередь ее устойчивая модернизация неотделима от совершенствования основополагающей науки (строительного материаловедения). Большинство современных исследований в области получения инновацион-

ных изделий и материалов в настоящее время направлено на улучшение их эксплуатационных характеристик за счет изменения вещественного состава, регулирования структуры, использования нетрадиционного сырья и корректирующих добавок [2 – 4]. Одним из таких приоритетных направлений развития отрасли в среднесрочной перспективе является получение новых упорядоченных структур и композиционных материа-

лов с высокими прочностными и декоративными свойствами [5, 6].

В производстве строительной керамики все большую актуальность приобретают научные разработки в области создания керамических матричных композитов. Направленное регулирование и формирование оптимальной структуры керамики позволяет значительно повысить прочность и морозостойкость, а также усилить цветовую окраску декоративных изделий даже при использовании низкосортного сырья и техногенных отходов [7, 8].

Изготовление керамики матричной структуры предполагает использование гранулированных пресс-порошков из двух и более сырьевых составляющих, что, с учетом особенностей внутреннего строения материала и характеристик используемого сырья, значительно усложняет прогнозирование свойств готового изделия. Так, например, в настоящей работе исследования по получению декоративной керамики каркасно-окрашенной структуры показали, что требуемый цвет обожженного черепка во многом обусловлен химико-минералогическим составом вводимого пигмента, поэтому «вычисление» его оптимальной концентрации в шихте играет определяющую роль [9, 10]. Однако на сегодняшний день не существует единой, общепринятой методики проектирования и расчета многокомпонентных шихт для керамических матричных композитов, которая бы учитывала все факторы, влияющие на процесс получения изделия.

Целью настоящей работы является разработка модели формируемой двухкомпонентной гранулы и метода математического расчета состава шихты для получения декоративной керамики каркасно-окрашенной структуры.

Теоретические положения расчета

Так как основным «конструктивным элементом» в технологии керамики с матричной структурой является опудренная гранула, вычисления справедливо начинать с определения количества необходимых для ее изготовления сырьевых компонентов.

Агрегация сырьевых материалов в гранулы является сложным процессом, кинетика которого зависит от множества факторов. Основными факторами являются конструктивные особенности и режимы работы гранулятора; физико-механические и химические характеристики сырьевых материалов; вид, количество и способ введения связующего.

Процесс гранулообразования \bar{R} [11] определяется как отношение среднего диаметра (d_{cp}) формируемых гранул к диаметру (d_q) исходных частиц сырья:

$$\bar{R} = \frac{d_{cp}}{d_q} = \frac{g}{1 - \left[\sum_{i=1}^t \left(1 - \frac{g}{R_i} \right)^3 G_i \right]^{1/3}}, \quad (1)$$

где g – доля поверхностного объема гранулы, не занятая связующим; G_i – доля гранул, имеющих диаметр d_i ; t – количество гранул уникального диаметра.

Поскольку рост гранулы по большей части обеспечивается налипанием сухих частиц исходного материала на смоченное ядро, количество связующего в приповерхностной зоне гранулы должно быть как можно больше. На самом деле в этом процессе участвуют и смоченные частицы меньшего размера по сравнению с накачиваемым ядром. Поэтому для упрощения разрабатываемой модели их участием необходимо сознательно пренебречь. Тогда, исходя из уравнения (1), величина g будет находиться в пределах 0,1 – 0,2 и устанавливаться экспериментально для каждого конкретного вида гранулируемого материала.

В общем виде процесс гранулообразования R_i для гранул диаметром d_i можно охарактеризовать следующим выражением:

$$R_i = \frac{d_i}{d_q}. \quad (2)$$

Тогда средний диаметр формируемых гранул d_{cp} будет определяться по формуле:

$$d_{cp} = \frac{gd_q}{1 - \left[\sum_{i=1}^t \left(1 - \frac{gd_q}{d_i} \right)^3 G_i \right]^{1/3}}. \quad (3)$$

Для дальнейших расчетов и определения количества красящего компонента, необходимого для опудривания одной гранулы величиной d_{cp} , были приняты следующие допущения:

- частицы исходного сырья и сформированные из них гранулы имеют только сферическую форму;
- исходный материал поступает в гранулятор только в виде отдельных частиц (без агрегатов и кластеров);
- исходный материал перемешивается равномерно без образования центров переувлажнения в любой точке чаши гранулятора;
- частицы материала полностью используются на построение гранул и не остаются на стенках гранулятора;

– из гранулятора с одинаковой вероятностью выходят гранулы любого размера вплоть до максимального диаметра D , мм;

– значения диаметра, скорости вращения и угла наклона тарелки гранулятора, плотности и размеров капельного потока связующего постоянны на протяжении всего процесса грануляции, их возможными допусками и отклонениями можно пренебречь.

Для нахождения значения $d_{ср}$ целесообразно использовать данные интегрального распределения исходных частиц по размерам (d_i), полученные по результатам гранулометрического анализа сырья. Данные о соотношении количества гранул по размеру рассчитываются по формуле Фулера с учетом рационального фракционного состава гранулята, обеспечивающего плотную упаковку гранул при прессовании изделий [12]:

$$y_i = 100 \sqrt{\frac{d_i}{D}}, \quad (4)$$

где y_i – содержание фракций с размером гранул меньше величины d_i , %.

Полученные расчетные значения гранулометрического состава проверяются, корректируются экспериментально и принимаются к дальнейшему расчету.

Матричная структура композиционного керамического материала представлена двумя основными элементами (ядром и оболочкой), сформированными в процессе обжига гранул из базового сырья и опудривающего слоя по их поверхности. При этом для формирования каркасно-окрашенной структуры декоративной керамики красящие компоненты концентрируются в оболочке, цвет керамического изделия после обжига во многом зависит от ее толщины.

Если предположить, что матричная структура керамического изделия образована идентичными k гранулами диаметром D_1 и объемом V_1 , то толщина 2δ опудривающего слоя, обеспечивающая идеальную упаковку гранул с постоянным координационным числом, составляет 7,7 % от диаметра D ядер:

$$1,2505V_1 = \frac{\pi D_1^3 k}{6}. \quad (5)$$

Практически формирование монофракционных порошков грануляцией окатыванием по движущей поверхности является труднодостижимым в силу целого комплекса причин даже при использовании высокоскоростных лопастных мешалок. Поэтому для упрощенной оптимальной

гранулометрии пресс-порошка, состоящего из крупной, средней и мелкой фракций в соотношении примерно 25:25:50, обеспечивающей плотную упаковку гранул при прессовании [13], толщину 2δ опудривающего слоя принимают в интервале 5 – 10 % от диаметра целой гранулы D_1 .

Таким образом, рассчитав средний диаметр получаемых гранул по формуле (3), можно приближенно установить средние размеры их ядер и оболочки.

При определении количества красящего компонента минимального и достаточного для требуемой окраски изделия представим следующую модель опудренной гранулы (см. рисунок). Все тело гранулы разделим на n концентрических слоев. При этом на ее модели условно можно выделить три зоны: *I* – зона ядра; *II* – переходная зона; *III* – зона оболочки.

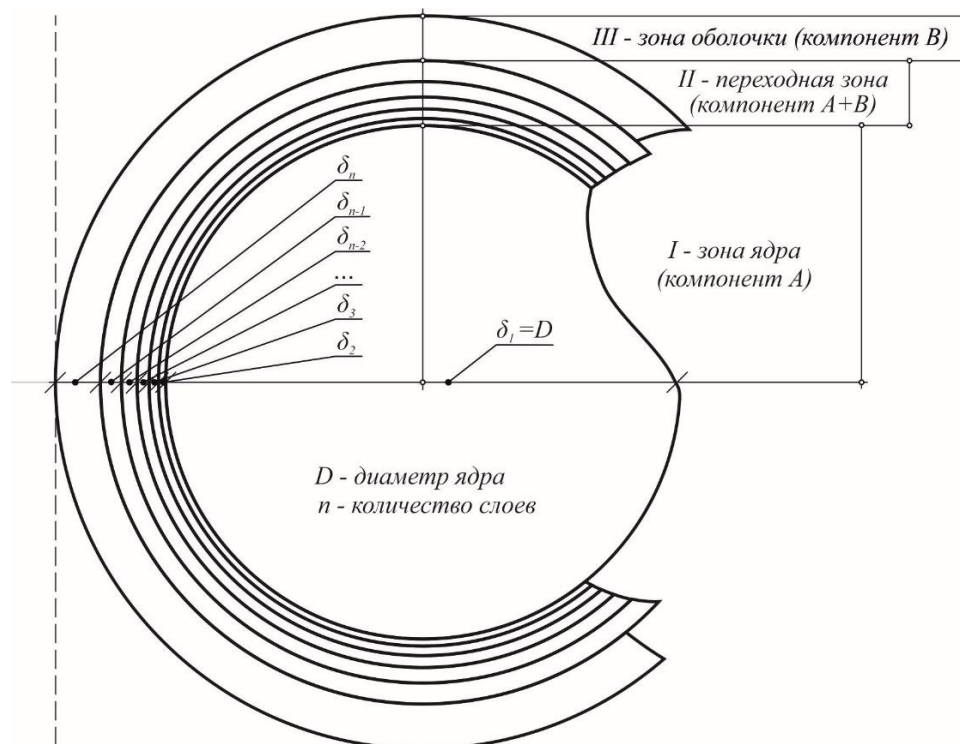
Зона *I* представляет собой ядро (тело) гранулы и состоит из одного слоя ($i = 1$), зона *I* целиком представлена частицами базового сырья (компонент *A*), скрепленными связующим. Зона *II* образована двумя видами частиц: базового (компонент *A*) и красящего (компонент *B*) сырья. Она состоит из множества слоев ($i = n - 2$; здесь n – общее количество слоев). Соотношение между компонентами *A* и *B* во второй зоне не постоянно и интегрально изменяется по мере удаления от центра ядра. С увеличением радиуса и порядкового номера i -ого слоя возрастают количество красящего компонента *B* и толщина слоя δ_i . Зона *III* замыкает окрашивающую оболочку вокруг ядра и формирует поверхность гранулы. При этом она так же, как и зона *I*, состоит из одного слоя ($i = n$) и полностью представлена частицами красящего сырья (компонент *B*).

Для примера рассмотрим случай формирования гранулы при $n = 5$. Согласно разработанной модели, регламентирующей распределение компонентов *A* и *B* по зонам (см. рисунок), было принято их постоянное соотношение в процентах для каждого слоя (табл. 1).

Первый слой ($i = 1$) фактически является ядром гранулы то $\delta_1 = D$. Тогда нумерация слоев окрашивающей оболочки будет изменяться от 2 до 5, а их толщина описываться следующим уравнением:

$$\delta_i = a\delta_{i-1}. \quad (6)$$

При этом эмпирический коэффициент a зависит от характера гранулируемого материала, параметров формируемых гранул и определяется экспериментально.



Модель гранулы из смеси компонентов ядра *A* и окрашивающей оболочки *B*, состоящей из *n* концентрических слоев

В основу зависимости (6) было положено следующее условие: минимальная толщина *i*-ого слоя на границе с ядром гранулы не должна быть меньше диаметра самой крупной частицы исходного материала, который этот слой формирует. Толщина каждого последующего слоя оболочки будет возрастать по сравнению с предыдущим в связи с изменением в его составе процентного соотношения между компонентами *A* и *B*.

С учетом толщины ядра (*D*) и окрашивающего слоя (δ), вычисленных по формуле (5), далее рассчитываются толщины всех входящих в гранулу слоев:

$$\delta = \sum_{i=2}^n \delta_i = 0,0385D_1; \quad (7)$$

$$D = D_1 - \delta = D_1 - 0,0385D_1 = 0,9615D_1. \quad (8)$$

Для принятой модели из пяти слоев уравнение примет вид:

$$0,0385D_1 = \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 = \delta_2 + a\delta_2 + a^2\delta_2 + a^3\delta_2, \quad (9)$$

а объем *i*-ого слоя будет определяться выражением

$$V_i = \frac{4}{3} \pi \left[\left(\sum_{j=1}^i \delta_j \right)^3 - \left(\sum_{j=1}^{i-1} \delta_j \right)^3 \right]. \quad (10)$$

В работе [14] в рамках модели твердых сфер предложена формула для определения плотности (Φ_m) заполнения пространства заданного объема полидисперсными частицами сферической формы с радиусами $r_0 = r_{\max}, r_1, \dots, r_m$:

$$\Phi_m = \Phi_0 \left(1 + \sum_{k=1}^m \frac{r_k^3}{r_0^3} \frac{n_k}{n_0} \right) = \frac{1}{V_i} \sum_{k=0}^m V_k n_k, \quad (11)$$

где Φ_0 – плотность укладки сфер максимального радиуса; n_k – количество сфер *k*-ого радиуса; V_k – объем сферы *k*-ого радиуса, мм³; V_i – объем заполняемого сферами пространства, мм³.

В качестве объема пространства, заполняемого твердыми сферами, принимается объем *i*-ого слоя гранулы, определяемый по формуле (10). Считая, что укладка частиц в объеме происходит неупорядоченно (аморфно), плотность их распределения Φ_m , как показывают натурные и численные эксперименты [15, 16], не превышает 0,64.

Т а б л и ц а 1

| Содержание компонентов по слоям гранулы | | | | | |
|---|----------------------------------|----|----|----|-----|
| Компонент | Содержание, %, компонента в слое | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Базовое сырье (<i>A</i>) | 100 | 75 | 50 | 25 | 0 |
| Красящая добавка (<i>B</i>) | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 |

С учетом средневзвешенных значений диаметров элементарных частиц сырьевых компонентов ядра A и оболочки B , полученных по результатам гранулометрического анализа сырья, для двухкомпонентной системы (см. рисунок), уравнение укладки сферических частиц A и B внутри i -ого слоя гранулы примет вид:

$$\Phi_m = \frac{V_A n_A^i + V_B n_B^i}{V_i}, \quad (12)$$

где V_A и V_B – объем сферических частиц A и B , мм³; n_A^i и n_B^i – количество сферических частиц A и B в i -ом слое гранулы.

Используя принятое ранее процентное распределение сырьевых компонентов по слоям гранулы (табл. 1), для представленной на рисунке модели количество частиц A и B можно найти, подставив уже известные значения и решив следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \Phi_m V_i = V_A n_A^i + V_B n_B^i; \\ V_A n_A^i = z_A^i \Phi_m V_i; \\ V_B n_B^i = z_B^i \Phi_m V_i, \end{cases} \quad (13)$$

где z_A^i и z_B^i – содержание частиц A и B в i -ом слое гранулы.

Общий объем частиц компонентов, содержащихся в грануле, определяется по формулам:

$$V_A^{\text{общ}} = V_A \sum_{i=1}^{m-1} n_i; \quad (14)$$

$$V_B^{\text{общ}} = V_B \sum_{i=2}^m n_i, \quad (15)$$

где m – количество слоев, на которое разделена гранула.

По найденным значениям общего объема частиц базового сырья или красителя вычисляется общая масса компонента, необходимого для формирования ядра и окрашивающей оболочки одной гранулы:

$$m_{\text{комп}} = \frac{V^{\text{общ}}}{1/\rho}, \quad (16)$$

где $1/\rho$ – удельный объем частиц базового сырья или красителя, полученный по данным лазерной гранулометрии, мкм³/г.

Используя вышеизложенный алгоритм, можно рассчитать количество красящей добавки, необходимой как на опудривание одной гранулы среднего размера, так и на получение целого изделия:

$$m_{\Sigma\text{комп}} = m_{\text{комп}} \frac{V_{\text{изд}}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3}, \quad (17)$$

где $V_{\text{изд}}$ – объем засыпаемого гранулами пространства для формовки изделия-сырца, м³.

Повышение точности вычислений возможно путем увеличения количества слоев во второй (переходной) зоне (см. рисунок). Кроме того, более детальный учет размеров гранул и частиц также позволит уйти от использования средневзвешенных значений и повысить достоверность расчетных данных. Однако, как показал итоговый анализ вычислений, увеличение слоев до количества более 8 – 10 значительно усложняет процедуру расчета и не приводит к существенному изменению результатов по сравнению с величиной i , равной 5 – 7.

Пример расчета

Рассмотрим предложенную методику для случая окрашивания глинистого сырья техногенными марганецсодержащими отходами. Согласно разработанной модели из пяти слоев (см. рисунок) в качестве базового сырья для формирования ядер (компонент A) к расчету была принята глина Ленинск-Кузнецкого месторождения (Кемеровская обл. – Кузбасс), а в роли красящего сырья для формирования оболочки (компонент B) – пыль газоочистки от производства ферросиликомарганца. Подробное описание исходных материалов, включая данные гранулометрических исследований, приведено в работе [9]. Средневзвешенный размер исходных частиц сырьевых компонентов A и B , а также их удельный объем соответственно равны $d_q^A = 15,3$ мкм; $d_q^B = 16,2$ мкм; $1/\rho^A = 2,2 \cdot 10^{11}$ мкм³/г; $1/\rho^B = 2,5 \cdot 10^{11}$ мкм³/г.

Эмпирический коэффициент a для используемого сырья и формируемых гранул был принят 1,276. Тогда, задаваясь минимальной толщиной слоя $n = 2$, равной диаметру самой крупной частицы (компонент B), входящей в этот слой, по формуле (6) определяем толщину 2 – 5 слоев:

$$\delta_2 = d_q^B = 16,2 \text{ мкм};$$

$$\delta_3 = a\delta_2 = 1,276 \cdot 16,2 = 20,67 \text{ мкм};$$

$$\delta_4 = a\delta_3 = a^2\delta_2 = 1,276 \cdot 20,67 = 26,38 \text{ мкм};$$

$$\delta_5 = a\delta_4 = a^3\delta_2 = 1,276 \cdot 26,38 = 33,65 \text{ мкм}.$$

Рассчитав толщину всех слоев, составляющих оболочку гранулы, по формулам (9) и (8) вычисляем соответственно ее суммарную толщину и диаметр ядра:

$$\begin{aligned} \delta &= \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 + \delta_5 = 16,2 + 20,67 + \\ &+ 26,38 + 33,65 = 96,9 \text{ мкм}; \\ D &= D_1 - \delta = 2500 - 96,9 = 2403,1 \text{ мкм}. \end{aligned}$$

Определенная толщина 2δ (193,8 мкм) красящей оболочки составляет 7,8 % от диаметра (2500 мкм) целой гранулы, что согласуется с принятым ранее интервалом 5 – 10 %, обеспечивающим плотную упаковку гранул при прессовании.

Зная средневзвешенный диаметр компонентов A ($d_{\text{ч}}^A = 15,3$ мкм) и B ($d_{\text{ч}}^B = 16,2$ мкм), определяем их объем

$$\begin{aligned} V_A &= \frac{4}{3} \pi r_A^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 7,65^3 = 1874,4 \text{ мкм}^3; \\ V_B &= \frac{4}{3} \pi r_B^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 8,1^3 = 2225,0 \text{ мкм}^3. \end{aligned}$$

Для вычисления количества частиц базового и красящего сырья по слоям формируемой гранулы по уравнению (10) предварительно рассчитаем объем каждого из слоев:

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{4}{3} \pi r_1^3 = \frac{4}{3} \pi \cdot 2403,1^3 = \\ &= 7262630146,1 \text{ мкм}^3 = 7,26 \text{ мм}^3; \\ V_2 &= \frac{4}{3} \pi \left[\left(\sum_{j=1}^2 \delta_j \right)^3 - \left(\sum_{j=1}^{2-1} \delta_j \right)^3 \right] = \\ &= \frac{4}{3} \pi [2419,3^3 - 2403,1^3] = \\ &= 147870918,5 \text{ мкм}^3 = 0,15 \text{ мм}^3 \\ V_3 &= \frac{4}{3} \pi \left[\left(\sum_{j=1}^3 \delta_j \right)^3 - \left(\sum_{j=1}^{3-1} \delta_j \right)^3 \right] = \\ &= \frac{4}{3} \pi [2440,0^3 - 2419,3^3] = \\ &= 191568871,6 \text{ мкм}^3 = 0,19 \text{ мм}^3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_4 &= \frac{4}{3} \pi \left[\left(\sum_{j=1}^4 \delta_j \right)^3 - \left(\sum_{j=1}^{4-1} \delta_j \right)^3 \right] = \\ &= \frac{4}{3} \pi [2466,4^3 - 2440,0^3] = \\ &= 249247251,5 \text{ мкм}^3 = 0,25 \text{ мм}^3; \\ V_5 &= \frac{4}{3} \pi \left[\left(\sum_{j=1}^5 \delta_j \right)^3 - \left(\sum_{j=1}^{5-1} \delta_j \right)^3 \right] = \\ &= \frac{4}{3} \pi [2500,0^3 - 2466,4^3] = \\ &= 325766199,6 \text{ мкм}^3 = 0,33 \text{ мм}^3. \end{aligned}$$

Далее, используя данные о процентном содержании компонентов A и B по слоям гранулы (табл. 1) и плотность их распределения $\Phi_m = 0,64$, через уравнения, входящие в систему (13), устанавливаем точное количество частиц для каждого из слоев. Результаты расчета представлены в табл. 2.

Количество частиц A и B в первом слое (ядре) гранулы

$$\begin{aligned} n_A^1 &= \frac{z_A^1 \Phi_m V_1}{V_A} = \frac{1 \cdot 0,64 \cdot 7262630146,1}{1874,4} = \\ &= 2479826 \text{ частиц}; \\ n_B^1 &= \frac{z_B^1 \Phi_m V_1}{V_B} = \frac{0 \cdot 0,64 \cdot 7262630146,1}{2225,0} = 0 \text{ частиц}. \end{aligned}$$

Количество частиц A и B во втором слое гранулы

$$\begin{aligned} n_A^2 &= \frac{z_A^2 \Phi_m V_2}{V_A} = \frac{0,75 \cdot 0,64 \cdot 147870918,5}{1874,4} = \\ &= 37868 \text{ частиц}; \\ n_B^2 &= \frac{z_B^2 \Phi_m V_2}{V_B} = \frac{0,25 \cdot 0,64 \cdot 147870918,5}{2225,0} = \\ &= 10634 \text{ частиц}. \end{aligned}$$

Т а б л и ц а 2

| Распределение частиц по слоям гранулы | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Компонента | Количество частиц в слое | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Базовое сырье (A) | 2479826 | 37868 | 32706 | 21276 | 0 |
| Красящая добавка (B) | 0 | 10634 | 27552 | 53771 | 93705 |

Количество частиц A и B в третьем слое гранулы:

$$n_A^3 = \frac{z_A^3 \Phi_m V_3}{V_A} = \frac{0,5 \cdot 0,64 \cdot 191568817,6}{1874,4} = 32706 \text{ частиц,}$$

$$n_B^3 = \frac{z_B^3 \Phi_m V_3}{V_B} = \frac{0,5 \cdot 0,64 \cdot 191568817,6}{2225,0} = 27552 \text{ частиц.}$$

Количество частиц A и B в четвертом слое гранулы:

$$n_A^4 = \frac{z_A^4 \Phi_m V_4}{V_A} = \frac{0,25 \cdot 0,64 \cdot 249247251,5}{1874,4} = 21276 \text{ частиц,}$$

$$n_B^4 = \frac{z_B^4 \Phi_m V_4}{V_B} = \frac{0,75 \cdot 0,64 \cdot 249247251,5}{2225,0} = 53771 \text{ частиц.}$$

Количество частиц A и B в пятом слое гранулы:

$$n_A^5 = \frac{z_A^5 \Phi_m V_5}{V_A} = \frac{0 \cdot 0,64 \cdot 325766199,6}{1874,4} = 0 \text{ частиц,}$$

$$n_B^5 = \frac{z_B^5 \Phi_m V_5}{V_B} = \frac{1 \cdot 0,64 \cdot 325766199,6}{2225,0} = 93705 \text{ частиц.}$$

Общие объемы частиц базового и красящего компонентов, содержащихся в одной целой грануле определяются по формулам (14) и (15):

$$V_A^{\text{общ}} = V_A \sum_{i=1}^{5-1} n_i = 1874,4 \cdot 2571676 = 4820242916,3 \text{ мкм}^3 = 4,82 \text{ мм}^3;$$

$$V_B^{\text{общ}} = V_B \sum_{i=2}^5 n_i = 2225,0 \cdot 185661 = 413090417,1 \text{ мкм}^3 = 0,41 \text{ мм}^3.$$

Тогда, используя данные об удельных объемах частиц, общая масса компонентов для формирования ядра и окрашивающей оболочки одной гранулы по формуле (16) определится так:

$$m_A = \frac{V_A^{\text{общ}}}{1/\rho^A} = \frac{4820242916,3}{2,2 \cdot 10^{11}} = 0,0219 \text{ г;}$$

$$m_B = \frac{V_B^{\text{общ}}}{1/\rho^B} = \frac{413090417,1}{2,5 \cdot 10^{11}} = 0,0017 \text{ г.}$$

Предположим, что плотность засыпки гранул в пресс-форму для формирования сырцового из-

делия составляет не менее 85 % от заполняемого объема, тогда по формуле (17) можно рассчитать общую массу компонентов, необходимых для изготовления целого изделия. Например, на получение одного полнотелого кирпича формата 1НФ (250 × 120 × 65 мм) должно быть соответственно использовано следующее количество базового (A) и красящего (B) компонентов:

$$m_{\Sigma A}^{\text{полн}} = m_A \frac{0,85V_{\text{изд}}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3} = 0,0219 \cdot \frac{0,85 \cdot 1,95 \cdot 10^{15}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{2500}{2}\right)^3} = 0,0219 \cdot 202701 = 4441,2 \text{ г;}$$

$$m_{\Sigma B}^{\text{полн}} = m_B \frac{0,85V_{\text{изд}}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3} = 0,0017 \cdot \frac{0,85 \cdot 1,95 \cdot 10^{15}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{2500}{2}\right)^3} = 0,0017 \cdot 202701 = 334,9 \text{ г.}$$

В свою очередь, для формирования одного пустотелого кирпича нормального формата с семнадцатью сквозными цилиндрическими отверстиями необходимо:

$$m_{\Sigma A}^{\text{пуст}} = m_A \frac{0,85V_{\text{изд}}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3} = 0,0219 \cdot \frac{0,85 \cdot 1,603 \cdot 10^{15}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{2500}{2}\right)^3} = 0,219 \cdot 166633 = 3651,0 \text{ г;}$$

$$m_{\Sigma B}^{\text{пуст}} = m_B \frac{0,85V_{\text{изд}}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3} = 0,0017 \cdot \frac{0,85 \cdot 1,603 \cdot 10^{15}}{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{2500}{2}\right)^3} = 0,0017 \cdot 166633 = 275,3 \text{ г.}$$

После округления расчетных данных принимаем количество глины (A) и красящего марганецсодержащего компонента (B) соответственно для полнотелого кирпича: $A = 4,44$ кг и $B = 335$ г, для пустотелого кирпича: $A = 3,65$ кг и $B = 275$ г.

Выводы

С использованием разработанного метода расчета на примере двухкомпонентной шихты установлено, что на формирование одной гранулы средневзвешенного размера 2,5 мм необходимо 0,0219 г глинистого сырья и 0,0017 г марганецсодержащих техногенных отходов. Оптимальное количество марганцевой пыли газочистки для получения декоративного керамического кирпича каркасно-окрашенной структуры из глины Ленинск-Кузнецкой месторождения составляет 7 % от массы шихты. Без учета связующего установлен расход этих сырьевых компонентов для изготовления декоративного керамического кирпича формата 1НФ (250 × 120 × 65 мм) с учетом плотной упаковки гранулиро-

ванного пресс-порошка. Для полнотелого кирпича необходимо 4,44 кг глины и 335 г марганцевых отходов, для пустотелого кирпича с семнадцатью сквозными цилиндрическими отверстиями соответственно 3,65 кг и 275 г.

Разработанный математический метод расчета состава шихты позволяет с достаточной точностью вычислять количество сырьевых материалов, необходимых для получения керамики матричной структуры с требуемыми декоративными и физико-механическими свойствами.

Полученные составы гранулированных шихт были апробированы в лаборатории строительных материалов Сибирского государственного индустриального университета и дали хорошие результаты по окраске. Керамические образцы имели коричневый цвет. В дальнейшем планируется проведение опытно-промышленных испытаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пухаренко Ю.В., Староверов В.Д., Герасименко А.А. Повышение безопасности и качества строительных материалов на основе оценки опыта и деловой репутации предприятия // *Строительные материалы*. 2019. № 5. С. 3 – 8.
2. Яценко Н.Д., Зубехин А.П. Научные основы инновационных технологий керамического кирпича и управление его свойствами в зависимости от химико-минералогического состава сырья // *Строительные материалы*. 2014. № 4. С. 28 – 31.
3. Чумаченко Н.Г., Коренькова Е.А. Промышленные отходы – перспективное сырье для производства строительных материалов // *Промышленное и гражданское строительство*. 2014. № 3. С. 20 – 24.
4. Рассказов В.Ф., Ашмарин Г.Д., Ливада А.Н. Производство строительных материалов с использованием техногенных отходов // *Стекло и керамика*. 2009. № 1. С. 5 – 9.
5. Чернышов Е.М. К проблеме развития исследований и разработок в области материаловедения и высоких строительных технологий: основные акценты. – В кн.: *Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии. Материалы XV Акад. чтен. РААСН – Межд. науч.-техн. конф.* Т. 1. – Казань: КазГАСУ, 2010. С. 8, 9.
6. Федоркин С.И., Макарова Е.С., Братковский Р.В. Утилизация дисперсных отходов производства в строительные материалы матричной структуры. – В кн.: *Строительство и техногенная безопасность. Сб. науч. тр. Вып. 32. – Симферополь: НАПКС, 2010. С. 70 – 74.*
7. Верещагин В.И., Шильцина А.Д., Селиванов Ю.В. Моделирование структуры и оценка прочности строительной керамики из грубозернистых масс // *Строительные материалы*. 2007. № 6. С. 65 – 68.
8. Столбоушкин А.Ю., Акст Д.В., Фомина О.А., Сыромясов В.А. Изменение интенсивности окраски декоративных керамических материалов матричной структуры // *Труды НГАСУ*. 2017. Т. 20. № 2 (65). С. 92 – 102.
9. Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А., Акст Д.В. и др. Получение декоративной стеновой керамики из глинистого сырья и отходов добычи марганцевых руд // *Строительные материалы*. 2016. № 12. С. 38 – 44.
10. Акст Д.В., Столбоушкин А.Ю. Каркасно-окрашенная структура декоративного керамического кирпича с марганецсодержащими отходами. – В кн.: *Качество. Технологии. Инновации. Мат-лы Всероссийской научно-практ. конф с междунар. участием.* – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2019. С. 109 – 114.
11. Butensky M., Human D. Rotary drum granulation: an experimental study of the factors affecting granule size // *Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals*. 1971. Vol. 10. No. 2. P. 212 – 219.
12. Наумов М.М., Нохратян К.А. Справочник по производству строительной керамики. Т. 3. Стеновая и кровельная керамика. – М.: Госстройиздат, 1962. – 699 с.
13. Юшкевич М.О., Роговой М.И. Технология керамики. – М.: Книга по Требованию, 2012. – 348 с.
14. Королев Л.В., Лупанов А.П., Придатко Ю.М. Плотная упаковка полидисперсных частиц в композитных строительных материалах // *Современные проблемы науки и образования*. 2007. № 6. С. 109 – 114.
15. Aste T., Saadstfar M., Sakellariou A., Senden T. Investigating the geometrical structure of disordered sphere packaging // *Physica A*. 2004. Vol. 339. P. 16 – 23.
16. Torquato S., Stillinger F.H. Multiplicity of generation, selection, and classification procedure for jammed hard particle // *Physical Review Letters*. 2000. Vol. 84. P. 2064 – 2067.

© 2020 г. Д.В. Акст, А.Ю. Столбоушкин
Поступила в редакцию 7 сентября 2020 г.

УДК 669.045

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИТМИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА СТОЙКОСТЬ АЛЮМОПЕРИКЛАЗОВЫХ ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Е.М. Запольская, М.В. Темлянцева, Е.Н. Темлянцева

E-mail: beloglazova-ekat@mail.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Представлены результаты исследования стойкости алюмопериклазоуглеродистых ковшевых футеровок. Показана зависимость стойкости футеровки от времени кампании, приходящегося на одну плавку.

Ключевые слова: алюмопериклазоуглеродистые огнеупоры, тепловая обработка.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RHYTHMIC PRODUCTION INDICATORS ON THE RESISTANCE OF ALUMINUM-PERICLASE LINING OF STEEL LADLES

E.M. Zapol'skaya, M.V. Temlyantsev, E.N. Temlyantseva

E-mail: beloglazova-ekat@mail.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. The results of the study of the resistance of aluminum-periclase-carbon-bearing ladle linings are presented. The dependence of the lining durability on the campaign time per one melt is shown.

Keywords: aluminum-periclase-carbon-bearing refractories, heat treatment.

Тенденции развития отечественной и зарубежной ковшевой металлургии показывают, что спектр технологических операций внепечной обработки стали, проводимых в сталеразливочных ковшах, ежегодно расширяется. Это приводит к необходимости использования для выполнения футеровки ковшей огнеупоров, которые обладают более высокой стойкостью против агрессивного воздействия расплавов металла и шлака [1].

Опыт работы металлургических предприятий свидетельствует о том, что в наибольшей степени современным требованиям к стойкости футеровки удовлетворяют периклазоуглеродистые и алюмопериклазоуглеродистые безобжиговые огнеупоры, содержащие в своем составе чешуйчатый графит. Традиционно к достоинствам огнеупоров рассматриваемого типа относят низкую смачиваемость расплавами стали и шлака, высокую термостойкость. В то же время эти ог-

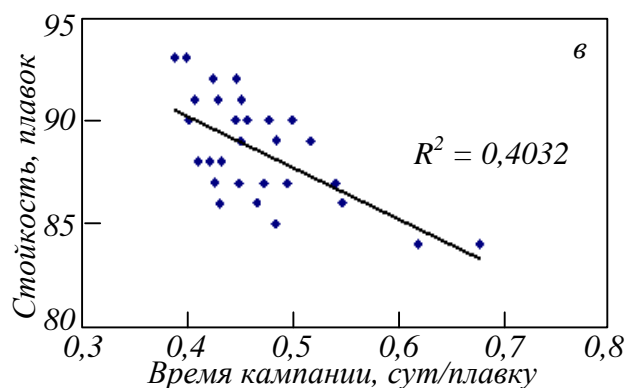
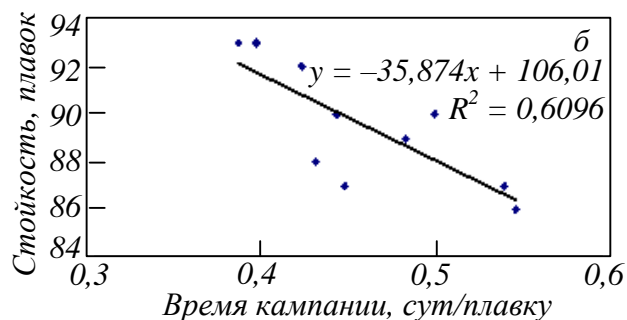
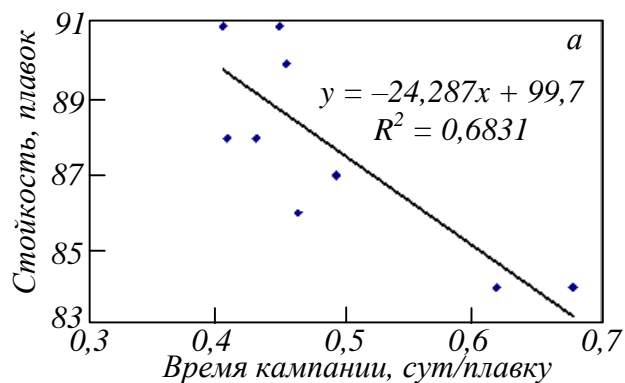
неупоры имеют существенный недостаток, который заключается в окислении углерода (выгорании или обезуглероживании) при взаимодействии с воздушной атмосферой. Характерно, что это явление наблюдается уже при разогреве футеровок на стендах перед приемом расплава стали. Причем наиболее интенсивно обезуглероживание происходит при первом разогреве (обжиге) новой футеровки, когда поверхность футеровки не ошлакована.

Долгое время борьбе с этим явлением не уделяли должного внимания, поскольку в ряде случаев подвергали сомнению сам факт его существования, а величину обезуглероженного слоя огнеупора считали гораздо меньшей, чем она есть на практике. Однако расширение области применения углеродсодержащих огнеупоров, накопление практического опыта их эксплуатации показали, что явление обезуглероживания огнеупоров однозначно отрицательно сказывает-

ся на стойкости футеровки, а глубина обезуглероженного слоя, образовавшегося после первого разогрева, достигает значительных величин. В частности, при ориентировочной стойкости периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых футеровок на уровне 80 – 100 плавков износ футеровки за плавку составляет порядка 1,0 – 1,5 мм. Обезуглероженный слой футеровки смачивается расплавом и вступает в реакцию с металлом и шлаком или пропитывается и размывается последними. Таким образом, обезуглероживание является причиной запуска механизма износа. Ранее проведенные исследования [2 – 4], включающие промышленные эксперименты, показали, что при первом разогреве глубина обезуглероженного слоя в зависимости от температурного режима может достигать 8 – 10 мм. Соответственно, обезуглероживание огнеупора на 10 мм примерно эквивалентно снижению стойкости футеровки на 10 плавков (10 %).

Анализ результатов [1] исследования влияния температурно-временного фактора на обезуглероживание огнеупора в атмосфере воздуха показывает, что увеличение температуры от 800 до 1200 °С и времени выдержки от 60 до 180 мин приводит к росту глубины обезуглероженного слоя с 2 до 5 мм. Время выдержки оказывает большее влияние на нарастание обезуглероженного слоя по сравнению с температурой. В таких условиях особую актуальность приобретает сокращение времени контакта раскаленной футеровки с окислительной воздушной атмосферой не только при разогреве новой футеровки, но и при промежуточных подогревах перед приемом расплава, простоях горячего ковша при подготовке к выпуску плавки, охлаждении футеровки при транспортировании ковша без расплава.

В настоящей работе проведен анализ стойкости алюмопериклазоуглеродистых футеровок 350-т сталеразливочных ковшей кислородно-конвертерного цеха одного из металлургических предприятий России. Рассматриваемые огнеупоры различных поставщиков (Dufenco S.A., ООО «ВПО сталь», Dalmond, ООО «Группа «Магнезит», ООО «ТД БКО») характеризуются различными показателями стойкости (см. рисунок). Всего был обработан массив из 50 кампаний различных ковшей, при этом выбирали ковши, промежуточные ремонты («холодные» простои) которых продолжались одинаковое время. В результате статистической обработки данных установлено, что при средней стойкости футеровки на уровне 89 плавков средняя продолжительность кампании ковша составляет 42 сут. Если оценивать удельную величину время кампании τ (сут./плавку), приходящееся на одну плавку (продолжительность одной плавки),



Зависимость стойкости футеровки от времени кампании, приходящегося на одну плавку:

а и б – огнеупоры от поставщиков 1 и 2; в – сводные данные по стойкости огнеупоров различных поставщиков

определяемую как отношение стойкости футеровки к продолжительности кампании, то наблюдается явная зависимость между этой величиной и стойкостью футеровки (см. рисунок). По полученным данным сокращение времени кампании, приходящееся на одну плавку, с 0,7 до 0,35 сут/плавку (в два раза) повышает стойкость футеровки примерно с 83 до 91 плавков (в 1,1 раза). Следовательно, сокращение времени «горячего» резервирования ковшей перед приемом расплава, времени разогрева футеровки (в допустимых пределах), простоев (с охлаждением) ковша после разливки является мощным фактором по повышению стойкости футеровки. Для этого требуется повышение уровня организации и ритмичности производства.

Выводы

Сокращение времени «горячего» резервирования ковшей перед приемом расплава и продолжительности разогрева футеровки, простоев (с охлаждением) ковша после разливки способствует повышению стойкости футеровки. Сокращение времени кампании, приходящееся на одну плавку, с 0,7 до 0,35 сут/плавку (в два раза) повышает стойкость футеровки примерно с 83 до 91 плавков (в 1,1 раза). В связи с этим при разработке ресурсосберегающих мероприятий необходимо особое внимание уделять соблюдению ритмичности производства и сокращению времени «горячих» простоев ковша.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Темлянец М.В., Запольская Е.М., Костюченко К.Е. Обезуглероживание алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров при первом разогреве ковшевых футеровок. – В кн.: Международная научно-практическая конференция «Творческое наследие В.Е. Грум-Гржимайло: история, современное состояние, будущее» (27 – 29 марта 2014). – Екатеринбург: УрФУ, 2014. С. 435 – 440.
2. Темлянец М.В., Матвеев М.В. Обезуглероживание периклазоуглеродистых огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей // *Металлург*. 2010. № 8. С. 60 – 62.
3. Темлянец М.В., Матвеев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 2010. № 10. С. 38 – 40.
4. Темлянец М.В., Матвеев М.В., Темлянцева Е.Н. Исследование влияния различных факторов на обезуглероживание периклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 2011. № 10. С. 32 – 36.

© 2020 г. *Е.М. Запольская,
М.В. Темлянец, Е.Н. Темлянцева*
Поступила 2 сентября 2020 г.

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СЕТЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

И.В. Баклушина¹, П.С. Корешкова¹, Г.А. Колегов²

E-mail: emko100500@mail.ru

¹Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

²Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия

Аннотация. Рассмотрен интерфейс и функционал программного комплекса для математического моделирования вентиляционных сетей, активно используемого на предприятиях горнодобывающей промышленности на территории России и стран СНГ. Математическое моделирование в программном комплексе основывается на уравнениях воздухораспределения и законах сетей. Благодаря использованию подхода, основанного на реальной топологии шахты, программное обеспечение «Вентиляция» позволяет решать не только задачу воздухораспределения, но и рассчитывать скорости движения людей по выработкам шахты, где важны угол наклона ветви, ее длина и высота.

Ключевые слова: безопасность, вентиляционный режим, вентиляционная сеть, вентиляционная модель, вентиляция шахт.

APPLICATION OF A SPECIALIZED SOFTWARE PACKAGE FOR CALCULATION OF VENTILATION NETWORKS AT MINING ENTERPRISES

I.V. Baklushina¹, P.S. Koreshkova¹, G.A. Kolegov²

E-mail: emko100500@mail.ru

¹Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

²National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Abstract. The interface and functionality of a software package for mathematical modeling of ventilation networks are considered. This interface is actively used in the mining industry in Russia and the CIS countries. Mathematical modeling in the software package is based on the air distribution equations and the laws of networks. Using an approach based on a real mine topology, the “Ventilation” software allows not only the air distribution problem to be solved, but also the speed of people moving along the mine workings to be calculated, where the angle of inclination of the drift, its length and height are important.

Keywords: safety, ventilation mode, ventilation network, ventilation model, ventilation of mines.

Проектирование вентиляции шахт и рудников – весьма важная, сложная и ответственная часть в проекте добычи полезных ископаемых подземным способом. Неправильный вентиляционный режим может привести не только к отравлению сотрудников шахт бескислородными смесями воздуха, но и к накоплению взрывоопасной смеси газов, что несет за собой воз-

можность пожаров и взрывов в подземных выработках.

Шахты являются очень масштабными объектами, расчет всех устьев вручную является долгим процессом. На помощь приходят различные по своему функционалу программные обеспечения (ПО). Примером является ПО «Вентиляция».

Программное обеспечение «Вентиляция» – многоцелевой программный комплекс, выпущенный компанией «ШАХТЭКСПЕРТ-Системы», с широкими вычислительными, аналитическими и сервисными возможностями. Основным назначением этой программы является решение вентиляционных и смежных задач. Рассматриваемый программный комплекс используют более 95 % угольных шахт России, более 30 проектных организаций и шести рудников России. Особенностью ПО «Вентиляция» является использование общей пространственной сети горных выработок в качестве информационной базы [1].

Работа программного комплекса заключается в создании и функционировании математической модели вентиляционных каналов, которая строится на основе законов сети [2].

Первый закон сетей. Сумма объемных расходов воздуха, подходящего к узлу в единицу времени, должна быть равна сумме объемных расходов воздуха, уходящего от узла в единицу времени:

$$\sum_{i=1}^I Q_i = 0, \quad (1)$$

где I – количество ветвей, исходящих из рассматриваемого узла; Q_i – объемный расход воздуха в i -ой ветви.

Второй закон сетей. Алгебраическая сумма депрессий всех ветвей замкнутого контура, не содержащего источника дополнительной энергии, равна нулю [3]:

$$\sum_{i=1}^K h_i = 0, \quad (2)$$

где K – количество ветвей, входящих в замкнутый контур; h – перепад давления (депрессия) воздуха в i -ой ветви.

Система уравнений, описывающая воздухо-распределение в вентиляционной сети, записывается в следующем виде:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^I Q_i = 0; \\ \sum_{i=1}^K h_i = \sum_{i=1}^K R_i Q_i^2 = \sum_{j=1}^M h_{и,j}, \end{cases} \quad (3)$$

где R_i – аэродинамическое сопротивление i -ой ветви; $h_{и,j}$ – депрессия, создаваемая в ветви источником энергии.

Аэродинамическое сопротивление R_i при отсутствии данных депрессионной съемки определяется расчетным путем (используются проектные параметры сети):

$$R_i = \alpha_i \frac{P_i L_i}{S_i^3}, \quad (4)$$

где α_i – коэффициент аэродинамического сопротивления в i -ой ветви; L_i , P_i и S_i – длина, периметр и площадь поперечного сечения i -ой ветви.

Вентиляторы в математической модели сети учитываются в системе уравнений. Характеристика вентиляционной установки в модели вентиляционной сети задается уравнением вида

$$h_{и,j} = A_j - b_j Q_j^2, \quad (5)$$

где Q_j – расход воздуха, создаваемый вентилятором; A_j , b_j – расчетные коэффициенты, индивидуальные для каждого вентилятора.

В качестве исходных данных выступает сеть вентиляционных каналов и объектов проветривания. Сеть состоит из узлов, мест сопряжения нескольких ветвей или изменения конфигурации выработки и ветвей прямолинейного участка горной выработки. Источники тяги моделируются вентиляторами (главного и местного проветриваний), дополнительной депрессией (обобщенные значения) и граничными условиями в тупиковых ветвях.

Горная выработка (представляющая собой ломаную линию), формируется из ряда ветвей, последовательно соединенных между собой (рис. 1). Чтобы приступить к работе в программе, необходимо иметь уже готовую модель вентиляции объекта или создать новую модель, имея на руках топологию шахты. Основными элементами топологии шахты являются узлы и ветви. Ветви соответствуют прямолинейным участкам горных выработок с одинаковыми характеристиками (площадь сечения, форма крепи). Большинство остальных параметров, характеризующих ветви (именно они наиболее важны для любых расчетов), явно или неявно зависят от топологии.

Работа по вводу информации о топологии шахты начинается с создания нового файла данных. При создании файла в рабочей области главного окна появляется новое окно. По умолчанию в таблицах узлов и ветвей будут включены не все колонки, но их набор можно изменить с помощью окна «Свойства шахты» (набор параметров, общих для всей шахты в целом).

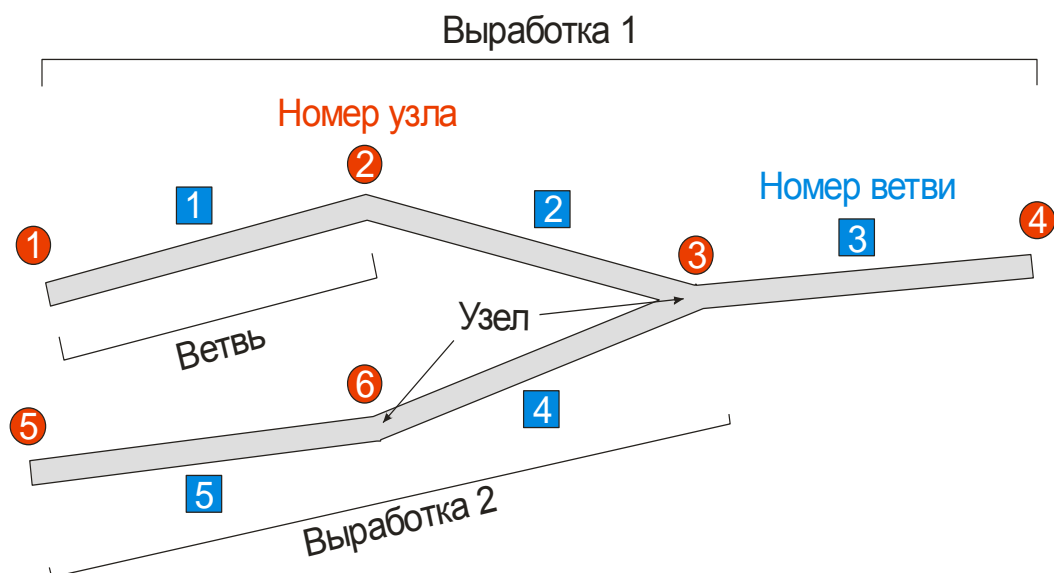


Рис. 1. Условное обозначение шахтовых выработок

Главное окно программы представлено на рис. 2. Оно включает главное меню, панели инструментов, дополнительных параметров и строку состояния. В рабочей области главного окна располагаются окна документов.

Программа имеет многодокументный интерфейс, то есть одновременно может быть открыто несколько файлов данных. Для переключения на

другое окно документа нужно щелкнуть мышью внутри этого окна или выбрать его в меню «Окно».

Вывод графической информации происходит в окне «Технологическая схема». Программа позволяет выводить следующие виды индикаторов: длина ветви, аэродинамическое сопротивление, площадь поперечного сечения, координаты узлов, избыточное давление в узлах, направление

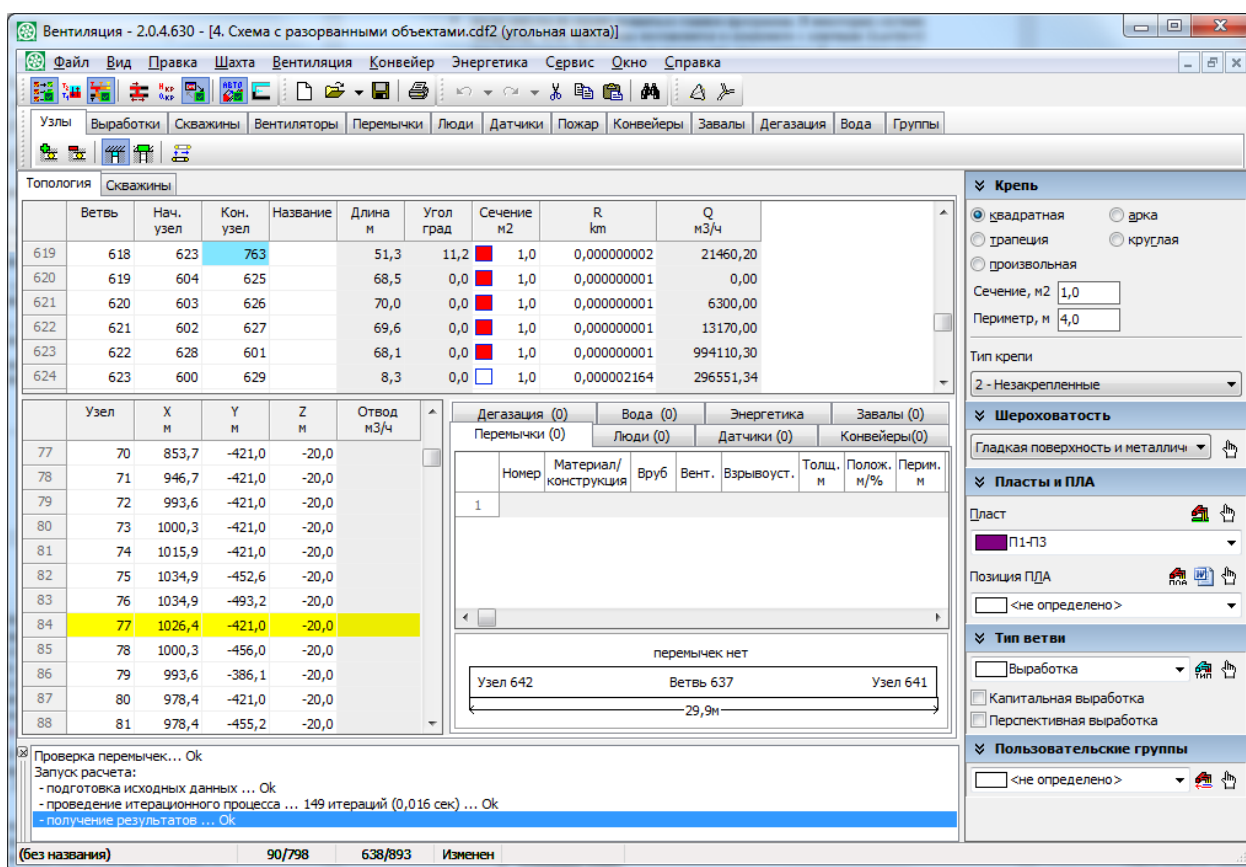


Рис. 2. Интерфейс главного окна программы

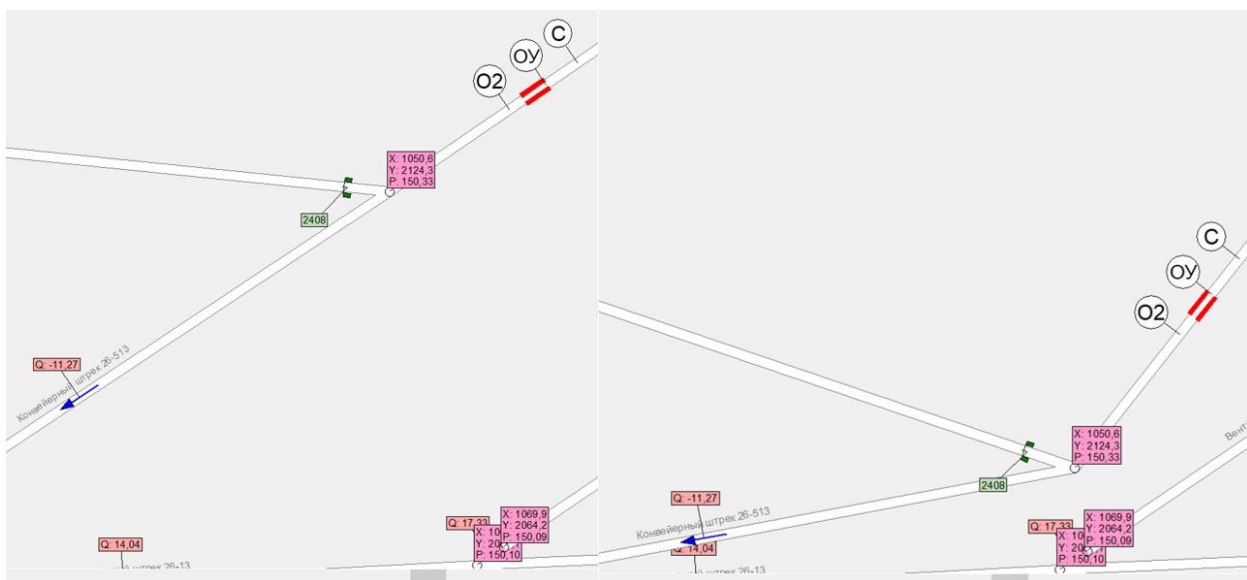


Рис. 3. Перемещение узла на схеме вентиляции без изменения координат узла

потоков воздуха и многое другое.

Кроме стандартных функций просмотра на схеме можно изменять местоположение узлов, при этом координаты узлов не меняются. При наложении многих ветвей друг на друга эта функция позволяет располагать ветви в удобочитаемом формате (рис. 3).

Заложенный в программный комплекс «Вентиляция» подход, основанный на реальной топологии шахты (или максимально приближенной к ней), оправдывает себя тем, что позволяет решать не только задачу воздухораспределения, но и многие другие. Например, позволяет рассчитывать скорости движения людей по выработкам шахты, где важны угол наклона ветви, ее длина и высота. При решении задач этого класса гарантируется, что угол наклона, длина ветви будут всегда согласованы с координатами начального и конечного узлов, так как оба этих параметра вы-

считываются на основе соответствующих трехмерных координат.

Ввод и редактирование информации о топологии можно осуществлять двумя способами: используя таблицы в главном окне (рис. 4) и с помощью плавающего окна «Свойства ветви/Свойства узла». Последнее позволяет полноценно работать с топологической информацией в графических схемах.

Навигация по таблицам осуществляется с помощью клавиатуры и мыши. Активная (текущая) ячейка таблицы, выделенная по умолчанию темно-синим цветом, показывает, в какой ячейке будет происходить редактирование.

Не все параметры в таблицах могут быть изменены. Например, длина и угол наклона каждой ветви вычисляются автоматически при вводе номеров начального и конечного узлов. Ячейки

Выделенный диапазон строк

Нередактируемые параметры

| Ветвь | Начал. узел | Конеч. узел | Длина [м] | Угол [град] |
|-------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| 719 | 626 | 627 | 53,8 | 90,0 |
| 720 | 627 | 2 | 136,7 | 90,0 |
| 2 | 2 | 486 | 5,6 | 0,0 |
| 3 | 3 | 481 | 24,6 | 0,0 |
| 4 | 4 | 5 | 32,0 | 0,0 |
| 5 | 5 | 6 | 45,0 | 0,0 |
| 6 | 6 | 7 | 340,0 | 0,0 |
| 7 | 7 | 8 | 3,0 | 0,0 |

Активная ячейка

Две выделенные несмежные строки

Рис. 4. Таблица главного окна

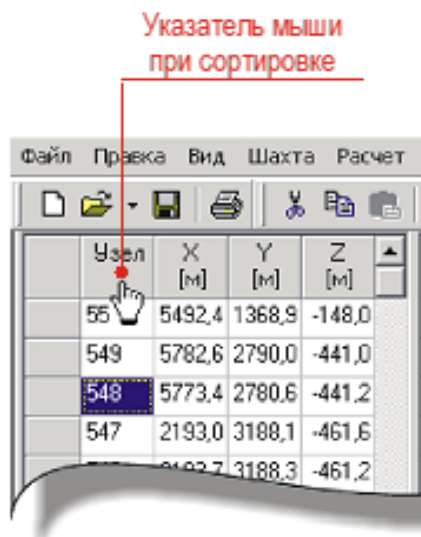


Рис. 5. Сортировка данных в таблице

с редактируемыми параметрами выделяются в таблицах более темным цветом.

Данные, отображаемые в таблицах узлов и ветвей и удовлетворяющие заданным условиям, можно выводить с применением фильтров. Кроме фильтра данных в таблицах узлов и ветвей можно производить сортировку по выбранному параметру в порядке возрастания или в порядке убывания (рис. 5). Для сортировки данных необходимо нажать левой кнопкой мыши по заголовку соответствующей колонки. Повторный щелчок по заголовку приведет к обратной. Отсортировать данные можно в меню «Вид».

Таким образом, для упрощения расчета и проектирования вентиляции шахт и рудников вполне оправдано применение программного комплекса «Вентиляция», разработанного компанией «ШАХТЭКСПЕРТ-Системы».

Использование специализированного ПО минимизирует риск образования неправильного вентиляционного режима, который, в свою очередь, может привести к опасным и чрезвычайным ситуациям на производстве.

Несомненно, расширение функционала программного комплекса возможностями изменения материала (коэффициента шероховатости) воздуховодов, расчетов по дегазации [4, 5] значительно увеличило бы его привлекательность. Основная сложность состоит в том, что в расчетах дегазации шахт применяются коэффициенты трения λ , определяемые в зависимости от режима движения потока (ламинарный, турбулентный гладкостенный, турбулентный). Это накладывает ограничения на использование программного комплекса для расчетов по дегазации в виде необходимости задавать режим движения смеси.

Предлагается следующее решение. В программном комплексе «Вентиляция» реализован расчет аэродинамического сопротивления при турбулентном режиме. Согласно работе [6] удельная депрессия газопровода составляет:

$$H_{уд} = \frac{\lambda V_{см}^2 \gamma_n}{d 2g}, \quad (6)$$

где λ – коэффициент сопротивления газопровода; $V_{см}$ – скорость движения смеси, м/с; d – внутренний диаметр трубопровода, м; γ_n – плотность (объемный вес) смеси, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

Удельная депрессия зависит от количества смеси, проходящей через сечение. Переход к аэродинамическому сопротивлению, используемому в ПО «Вентиляция» можно осуществить по формуле:

$$R_{уд} = \frac{H_{уд}}{Q_{см}^2}, \quad (7)$$

где $Q_{см}$ – поток газовой смеси, м³/с.

Удельное сопротивление – функция поперечного сечения воздухопровода и шероховатости стенок, которое не зависит от режима движения смеси, поэтому его возможно использовать для расчетов по дегазации.

Проиллюстрируем влияние изменения диаметра трубопровода на суммарную депрессию ветвей, пересчитывая по уравнению (7) удельное сопротивление для каждого из значений диаметра, и, применяя это значение к моделируемым ветвям газопровода в ПО «Вентиляция». Принципиальная моделируемая схема представлена на рис. 6. Предполагается, что любая дегазационная сеть может быть представлена ориентированным деревом. Для моделирования была принята следующая сеть: три пласта; семь типов ветвей; 18 узлов (пять поверхностных); 18 ветвей (из них 18 горизонтальных; ноль наклонных; ноль с восходящим проветриванием; ноль с нисходящим проветриванием; ноль с углом наклона более 5°; ноль вертикальных); пять тупиков; суммарная длина 832,5 м; выработка 816,8 м; лава 0,0 м; подготовительная выработка 15,7 м; два вентилятора.

При моделировании использовали функцию программного комплекса «копирование свойств ветви», позволяющую распространять удельное сопротивление одной ветви на всю сеть (рис. 7).

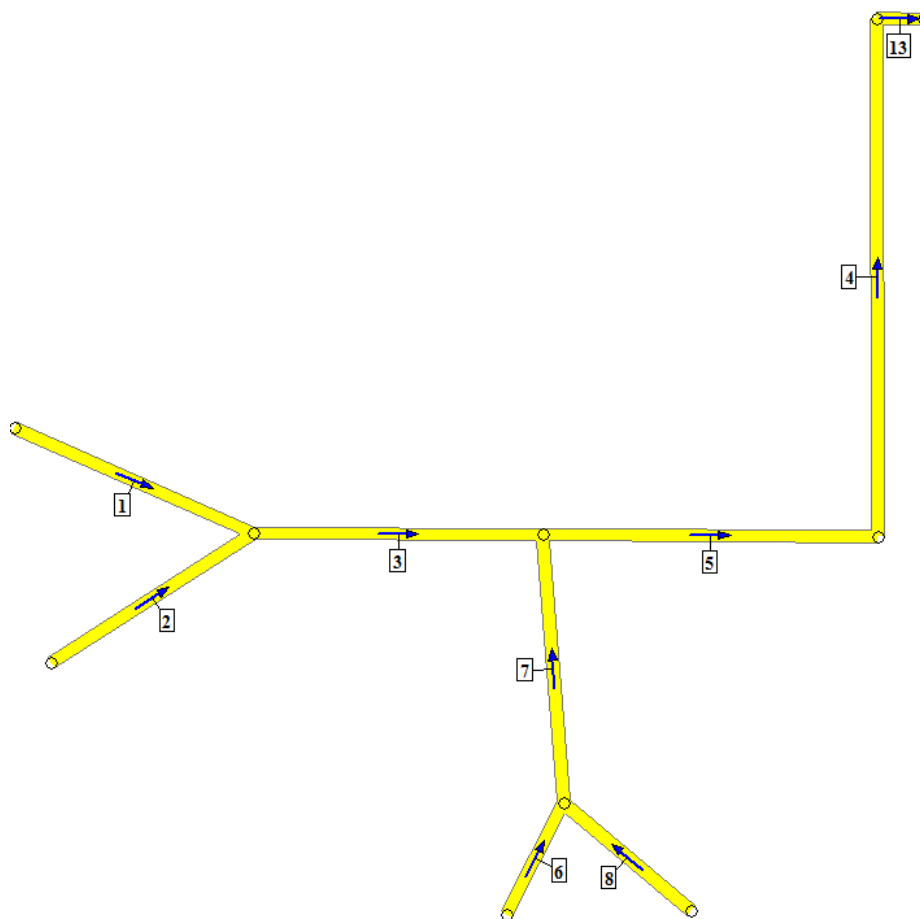


Рис. 6. Моделируемый дегазационный трубопровод

Результаты расчетов при изменении внутреннего диам. с 207 до 259 мм приведены в таблице.

Как видно из результатов расчетов, увеличение внутреннего диаметра трубопровода с 207 до

259 мм приводит к снижению суммарного сопротивления сети на 1095,3 кПа, при этом снижение суммарной депрессии трубопровода составляет 105,3 мм.рт.ст.

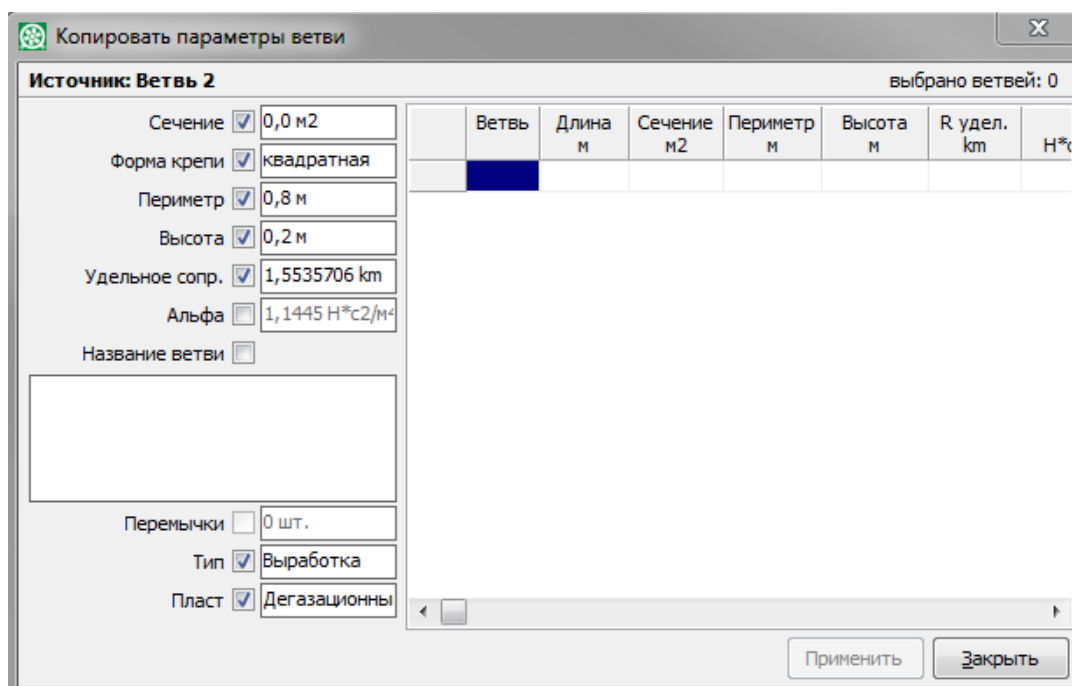


Рис. 7. Функция копирования свойств ветвей

Результаты расчета депрессии сети трубопроводов

| Ветвь | Длина ветви, м | Сопротивление, кц | Депрессия, мм. рт. ст. | Суммарное сопротивление, кц | Суммарная депрессия, мм. рт. ст. |
|-------------------|----------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| <i>d</i> = 207 мм | | | | | |
| 1 | 81,3 | 363,019 | 3,2 | 3146,69 | 222,1 |
| 2 | 74,9 | 334,511 | 3,0 | | |
| 3 | 90,2 | 402,383 | 14,3 | | |
| 5 | 104,6 | 466,790 | 67,8 | | |
| 4 | 164,0 | 732,144 | 106,4 | | |
| 6 | 38,9 | 173,608 | 1,6 | | |
| 7 | 83,9 | 374,511 | 13,9 | | |
| 8 | 52,1 | 232,479 | 2,1 | | |
| 13 | 15,1 | 67,242 | 9,8 | | |
| <i>d</i> = 259 мм | | | | | |
| 1 | 81,3 | 126,359 | 1,7 | 1095,29 | 116,8 |
| 2 | 74,9 | 116,436 | 1,6 | | |
| 3 | 90,2 | 140,061 | 7,6 | | |
| 5 | 104,6 | 162,480 | 35,7 | | |
| 4 | 164,0 | 254,844 | 56,0 | | |
| 6 | 38,9 | 60,429 | 0,8 | | |
| 7 | 83,9 | 130,359 | 7,2 | | |
| 8 | 52,1 | 80,921 | 1,1 | | |
| 13 | 15,1 | 23,406 | 5,1 | | |

Выводы

В настоящей работе предполагается возможность использования программного комплекса «Вентиляция» для выполнения дополнительных расчетов, например, по дегазации шахт.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сайт ООО «ШАХТЭКСПЕРТ-системы» [Электронный ресурс]. – URL: <https://minesoft.ru/>. (Дата обращения: 20.05.2020).
2. Ушаков К.З., Бурчаков А.С., Медведев И.И. Рудничная аэрология. – М.: Недра, 1978. – 440 с.
3. Палеев Д.Ю. Сетевая задача проветривания горных выработок и выработанного пространства шахты // Вестник КузГТУ. 2006. № 5. С. 58 – 62.
4. Башкова М.Н., Зоря И.В. Сравнительный анализ эффективности работы металлических и стеклопластиковых труб дегазационных газопроводов // Научные технологии раз-
5. Башкова М.Н., Зоря И.В. Сравнительный анализ пропускной способности металлических и стеклопластиковых труб при строительстве дегазационных газопроводов. – В кн.: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. Труды Всероссийской науч.-практ. конференции с международным участием. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2016. С. 195 – 197.
6. Инструкция по дегазации угольных шахт (с изм. на 8 августа 2017 г.). – М.: ЗАО «Научно-технический центр по безопасности в промышленности», 2012. – 250 с.

© 2020 г. *И.В. Баклушина, П.С. Корешкова, Г.А. Колегов*

Поступила 28 мая 2020 г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ОСНОВНОСТИ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ КАК СТРОИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

В.Ф. Панова, И.В. Спиридонова, С.А. Панов, А.А. Карпачева

E-mail: panova_vf@rambler.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Рассмотрены способы оценки отходов черной металлургии как сырья для получения заполнителя и бесклинкерного шлакового цемента. В качестве альтернативы известным способам предложен коэффициент основности силикатных материалов ($K_{осн}$) для качественной и количественной оценки минерального состава техногенных отходов. Показана схема области изменения коэффициента основности пород и расположения в ней изученных производственных отходов Кузбасса и соответственно области их применения для получения строительных материалов. Приведен его количественный и качественный минералогический состав и показан расчет компонентов шлакового цемента с применением коэффициентов основности металлургического шлака.

Ключевые слова: отходы металлургии, доменный шлак, расчет, химический состав, минералогический состав, коэффициент основности, лабораторные испытания, модель, сырье, изделия.

USE OF BASICITY COEFFICIENT OF SILICATE MATERIALS FOR ASSESSMENT OF TECHNOGENIC WASTE IN THE CONSTRUCTION MATERIALS PRODUCTION

V.F. Panova, I.V. Spiridonova, S.A. Panov, A.A. Karpacheva

E-mail: panova_vf@rambler.ru

Siberian State Industrial University

Abstract. Methods for evaluating ferrous metallurgy wastes as raw materials for producing filler and clinker-free slag cement are considered. As an alternative to the known methods, the basicity coefficient of silicate materials (K_{bas}) is proposed for qualitative and quantitative assessment of the mineral composition of industrial waste. A diagram of the area of change in the basicity coefficient of rocks and the location of the studied industrial waste of Kuzbass in it and, accordingly, the area of their application for obtaining construction materials is shown. Its quantitative and qualitative mineralogical composition is presented, and the calculation of slag cement components using metallurgical slag basicity coefficients is shown.

Keywords: metallurgical waste, blast furnace slag, calculation, chemical, mineralogical composition, basicity coefficient, laboratory tests, model, raw materials, products.

Сегодня техногенные отходы являются объектами исследования как основного сырья, так и корректирующих добавок в производстве строительных материалов [1 – 3]. Природное качественное сырье становится дефицитом, на смену ему должны прийти вторичные минеральные ресурсы. Это позволит сохранить экологию городов, где сосредоточены техногенные отходы [4, 5].

Для характеристики сырья необходимо знать его вещественный, химический и минералогиче-

ский составы. Наиболее важным и определяющим 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

Химический состав техногенных отходов Кузбасса

| 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 – доменный шлак и отходы дополнительных цехов | | | | | | | | | | |
| Отвальный | 37,56 | 12,01 | 37,69 | 9,55 | 0,63 | 0,43 | 0,99 | 0,57 | 0,57 | 1,10 |
| Гранулированный | 38,07 | 10,36 | 42,04 | 6,55 | 0,37 | 0,49 | 0,94 | 0,62 | 0,56 | 1,19 |
| Пыль газоочистки производства извести | 5,54 | 1,50 | 85,34 | 1,68 | 5,23 | 0,44 | 0,07 | 0,04 | 0,16 | 16,30 |
| Отходы металлургии – сталеплавильный шлак после магнитной сепарации | | | | | | | | | | |
| Цех №1 | 24,08 | 9,29 | 33,67 | 19,87 | 3,82 | 0,49 | – | 8,27 | 0,51 | 1,90 |
| Цех №2 | 23,07 | 15,60 | 30,80 | 17,94 | 4,35 | 0,38 | – | 7,46 | 0,40 | 1,70 |
| Отходы угольной промышленности – горелая порода | | | | | | | | | | |
| Шахта «Байдаевская» | 67,69 | 9,26 | 7,56 | 0,41 | 6,39 | 4,23 | – | – | 4,46 | 0,11 |
| Отходы энергетики – зола от сжигания каменного угля | | | | | | | | | | |
| Зола ТЭЦ | 58,40 | 25,34 | 6,01 | 1,87 | 5,58 | 1,54 | – | – | 1,25 | 0,13 |
| Отходы рудной промышленности – рудные «хвосты» | | | | | | | | | | |
| Абагурская ЦОФ | 48,70 | 12,52 | 14,50 | 6,30 | 12,58 | 2,5 | 0,28 | 0,45 | 2,17 | 0,20 |

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 настоящей работы – применяя коэффициент основности силикатных пород, дать качественную и количественную оценки техногенных пород Кузбасса и применения их как сырья в производстве строительных материалов.

В настоящей работе представлен анализ техногенных отходов Кузбасса (г. Новокузнецк) как ВМР с применением силикатного коэффициента основности пород (см. таблицу).

В работах [4 – 6] показаны разные способы оценки качества, свойств отходов как сырья. Ниже представлен пример комплексной оценки промышленных хвостов с применением коэффициента ($K_{осн}$) основности силикатных пород. Он аналогичен коэффициенту насыщения (КН) Кинда [1, 7]. По Кинду КН представляет собой отношение количества оксида кальция, фактически связанного кремнекислотой, к его количеству, теоретически необходимому для полного связывания кремнекислоты в трехкальциевый силикат. Для определения КН пользуются упрощенной формулой:

$$КН = \frac{CaO - (1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3)}{(2,8SiO_2)}, \quad (1)$$

где CaO, Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂ – общее содержание оксидов, %.

Недостаток коэффициента насыщения в том, что он учитывает только содержание оксида CaO, исключает содержание оксидов MgO, R₂O и других оксидов и не дает визуального представления о составе силикатов кальция. Для исключения этих недостатков предложено ввести коэффициент основности ($K_{осн}$). Этот коэффициент можно использовать для характеристики различных промышленных отходов, которые целенаправленно рекомендовать использовать для производства различных строительных материалов и изделий (см. рисунок). Центральная ось (шкала величины $K_{осн}$) показывает область изменения коэффициента основности. Ниже оси приведены изученные минеральные техногенные породы, соответствующие по химическому составу ($K_{осн}$) определенной зоне. Выше оси отмечено основное направление использования отходов как сырья для производства строительных материалов и изделий, которое подтверждено экспериментально.

Уравнение для определения величины $K_{осн}$ позволяет без сложных экспериментов, только по валовому химическому анализу путем вычислений определить путь исследования и дальнейшего использования техногенного продукта.

В общем виде величина $K_{осн}$ определяется по формуле

$$K_{осн} = \frac{a-b}{c}.$$

В формуле (2) в числителе $a = (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)$ показывает общее (валовое) содержание, %, «условной CaO». Чем оно больше, тем активнее материал. Вычитаемое $b = (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)$ определяет количество, %,

Направление использования

| | | | | | |
|---|--|--|-----------------------------------|---|-----------|
| Стекло Ситаллы Заполнитель, в т.ч. для силикатных материалов | Керамика Заполнитель, в т.ч. для силикатных материалов | Безобжиговые материалы Заполнитель, в т.ч. для силикатных материалов | Минеральная вата | Вязущие вещества, в т.ч. для силикатных материалов | |
| Ультракислые | Кислые | Нейтральные | Основные | Ультраосновные | |
| $-\infty$ | 0 | 0,8 | 1,2 | 1,6 | $+\infty$ |
| | Отходы углеобогащения Золы каменноуголь- ные (Кузбасские) Доменные шлаки | Золы каменноугольные (Кузбасские) Хвосты обогащения железной руды Доменные шлаки | Сталеплавильные шлаки Шламы | Золы буроугольные (Красноярский край) Газоочистная пыль известкового хозяйства | $K_{осн}$ |

Сырьевые материалы (техногенные отходы)

Схема области изменения коэффициента основности и расположения изученных техногенных отходов по зонам с подачей области направления их применения в производстве строительных материалов и изделий

оксида CaO, связываемой 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 (CaO). Знаменатель $c = 0,93SiO_2 - yR_nO_m$ показывает, сколько оксида CaO необходимо для образования моносиликата кальция. Если величина $K_{осн} = 1$, образуется CS, при $K_{осн} = 2$ образуется C_2S , при $K_{осн} = 1,5$ – CS и C_2S . Количественное значение $K_{осн}$ характеризует основность сырья, теоретически может изменяться от $+\infty$ до $-\infty$.

Определено, что для керамики автоклавных материалов, стекла минеральной ваты и других характерно значение $K_{осн} < 1,2$ до ультракислого включительно, для заполнителей и наполнителей композиционных материалов величина $K_{осн}$ соответствует кислым и ультракислым породам [8].

Установлено, что вязущие вещества (цементы, гипсы, жидкое стекло) отличаются высоким содержанием оксидов первой и второй групп периодической системы элементов и имеют величину $K_{осн}$ от 1,2 до 1,6 и более (известь). Полиминеральные попутные продукты со значением $K_{осн} > 1,2$ (шлаки, шламы, золы), прошедшие соответствующую тепловую обработку, обладают вязущими свойствами, которые увеличиваются с ростом коэффициента основности, то есть его можно регулировать. Вязущие свойства шлаков проявляются уже при значении $K_{осн} = 1$ и усиливаются по мере его роста.

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 ис-

ходное сырье 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.

Далее приведена методика расчета количественного состава основных минералов цемента на основе гранулированного шлака (см. таблицу, $K_{осн} = 1,19$).

Содержание моноалюминатов кальция определяется следующим расчетом:

$$CA = 0,55Al_2O_3 + Al_2O_3 = 0,55 \cdot 10,36 + 10,36 = 16,058 \%$$

Моноферрита кальция определяется по формуле:

$$CF = 0,35Fe_2O_3 + Fe_2O_3 = 0,35 \cdot 0,37 + 0,37 = 0,5095 \%$$

На образование алюмината и феррита будет израсходовано извести:

$$0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 = 0,55 \cdot 10,36 + 0,35 \cdot 0,37 = 5,698 + 0,1295 = 5,83 \%$$

Останется извести для образования силикатов

$$(CaO + 0,93MgO) - 5,83 = (42,01 + 0,93 \cdot 6,55) - 5,83 = 42,274 \%$$

Содержание силикатов (при условии отсутствия свободной извести) определяется

$$CaO + SiO_2 = 42,01 + 38,07 = 80,08 \%$$

из которых на долю соединения C_2S придется 12,74 %, на долю CS – 67,29 %, которые определяются по формулам:

$$CS = 80,08/1,19 = 67,29 \%;$$

$$C_2S = 80,08 - 67,29 = 12,74 \%$$

Из расчета следует, что доменный гранулированный шлак состоит главным образом, из низкоосновных силикатов кальция: $C_2S = 12,74$ %; $CS = 67,29$ %; а также $CA = 16,06$ %; $CF = 0,51$ %.

Доказано, что тонкомолотый доменный шлак обладает некоторыми вяжущими свойствами, но достаточно долго твердеет и имеет небольшую прочность для применения. Обогащение шлака, например, щелочными, сульфатными и другими добавками значительно повышает его активность. В качестве щелочного активизатора предложена пыль газоочистки известкового цеха (см. таблицу). Гипсовый камень использован как сульфатный активизатор.

Расчет состава активизированного шлакового цемента можно произвести, исходя из значения коэффициента основности. Необходимо рассчитать какое количество известкового компонента нужно добавить в шлак для повышения величины $K_{осн}$ до 1,6 (в расчете обозначен n). Решается уравнение, которое приравнивается единице.

Сырье с величиной [$K_{осн} > 1$ /Сырье с $K_{осн} < 1$] = 1

$$\begin{aligned} & [(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - \\ & - (n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + \\ & + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)]x / \\ & / [(n \cdot 0,93 SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + \\ & + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) - \\ & - (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)] = 1; \\ & [(85,34 + 0,93 \cdot 1,68) - (1,6 \cdot 0,93 \cdot 5,54 + \\ & + 0,55 \cdot 1,5 + 0,35 \cdot 5,23)]x / \\ & / [(1,6 \cdot 0,93 \cdot 38,07 + 0,55 \cdot 10,36 + 0,35 \cdot 0,37) - \\ & - (42,01 + 0,93 \cdot 6,55)] = 1. \end{aligned}$$

Результат расчета $x = 0,2$.

Установлено, что на одну часть доменного гранулированного шлака необходимо добавить 0,2 части известкового компонента, то есть на 1 кг шлака – 200 г известкового компонента или 20 %. Эти результаты согласуются с данными А.В. Волженского, который рекомендует для активизации вводить количество извести от 10 до 30 %, подбирают опытным путем [7].

Количество сульфатного активизатора (гипсовый камень), который активизирует алюми-

натную составляющую, можно определить по следующей формуле:

$$ГК = \frac{0,478 \sum Al_2O_3}{\alpha_r} = \frac{0,478 \cdot 11,86}{0,75} = 7,5 \%, (3)$$

где $\alpha_r = 0,75$ % – доля чистого гипса в гипсовой породе.

Допустимое содержание гипса рекомендуется примерно 5 % [7]. Учитывая, что по расчету получено $ГК = 7,5$ %, необходима проверка на содержание оксида SO_3 в шихте цемента. Содержание этого вещества в цементе за счет добавки гипсового камня определяется по уравнению:

$$SO_3^{ГК} = \frac{ГК}{\frac{M_{CSO_4} \cdot 2H_2O}{M_{SO_3}}} = \frac{7,5}{2,15} = 3,5 \%, (4)$$

где M – молекулярная масса.

Суммарное содержание соединения SO_3 в цементной шихте составит

$$\sum SO_3 = SO_3^{ГК} + SO_3^{1к} \frac{b_1}{100} + SO_3^{2к} \frac{b_2}{100} = 3,6 \%,$$

где $SO_3^{1к}$ и $SO_3^{2к}$ – содержание алюминатов в первом и втором компонентах; b_1, b_2 – процентное содержание компонентов цементной шихты.

Установлен, что общее содержание оксида SO_3 в шихте 3,6 %, что не превышает 5 %, то есть расчетное количество $ГК = 7,5$ % достоверно.

Итак, состав сырьевой смеси для шлакового цемента в пересчете на 100 % составит 78,43 % шлака; 15,69 % известковой пыли; 5,88 % гипса.

В лабораторных условиях методом математического планирования трехфакторного эксперимента получен оптимальный состав шлакового цемента: 71 – 79 % шлака, 15 – 20 % известковой пыли, 3 – 6 % гипса. Подробно эксперимент описан в работе [9]. Разработанный цемент имеет марку 250 на его состав получен патент № 2232139 «Декоративный шлаковый цемент». Составлен проект и построена технологическая линия на площадке цеха переработки доменного шлака.

Выводы

Новизной настоящей работы можно считать определение области расположения техногенных пород Кузбасса по шкале изменения силикатного коэффициента основности пород, который позволяет прогнозировать их применение как сырье для производства строительных материалов. Также коэффициент основности дает возмож-

ность рассчитать минералогический состав отхода и компоненты бесклинкерного цемента.

Для оценки пород как сырья применяются модули основности, кислотности, активности, силикатный модуль, коэффициент качества, которые дают предварительную оценку расчетных показателей шихты по данным их химического состава. Наиболее показательным из них можно считать коэффициент основности сырья для производства силикатных строительных материалов. Породы кислые и ультракислые рекомендованы к использованию как заполнитель и наполнитель композиционных материалов, а также для производства керамики, силикатных изделий, минеральной ваты и др. Породы основные и ультраосновные рекомендованы для получения вяжущих.

Осуществлен расчет коэффициента основности для силикатных минеральных отходов Кузбасса и определено их место на шкале его изменения.

Разработана схема, на которой показано возможное применение техногенных отходов как вторичных минеральных ресурсов для производства строительных материалов в зависимости от коэффициента основности. На основе применения этой величины показан пример расчета количества основных минералов, например металлургического шлака для получения вяжущего. Показатели позволяют оценить какой вид цемента можно получить на его основе (алитовый, белитовый и целитовый). Зная коэффициент основности техногенных пород можно составить шихту соответствующего величине $K_{осн}$ для цементов, полученных из природного сырья ($K_{осн} = 1,2 - 1,6$). Представлен пример расчета трехкомпонентного цемента на основе вторичных минеральных ресурсов. Несомненно, необходимо лабораторное подтверждение состава, который был проверен по полученным расчетным параметрам: 78,43 % шлака; 15,69 % известковой пыли газоочистки; 5,88 % сульфатный активизатор. Расчетный состав согласуется с лабораторным, в рассматриваемом случае получен цемент марки 250, состав и способ производства запатентован.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. – М.: изд. АСВ, 1994. – 266 с.
2. Столбоушкин А.Ю., Карпачева А.А., Иванов А.И. Стеновые керамические изделия на основе отходов углеобогащения и железосодержащих добавок. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2011. – 153 с.
3. Буравчук Н.И. Ресурсосбережение в технологии строительных материалов. – Ростов-на-Дону: изд. ЮФУ, 2009. – 224 с.
4. Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья // Строительные материалы. 2009. № 12. С. 38 – 41.
5. Основы инженерной экологии: учеб. пособие / Под ред. В.В. Денисова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 623 с.
6. Панова В.Ф. Техногенные продукты, как сырье для стройиндустрии. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2009. – 289 с.
7. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
8. Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Бердов Г.И., Сыромясов В.А., Дружинин О.С. Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива на формирование ячеистой структуры газобетона // Строительные материалы. 2014. № 12. С. 42 – 45.
9. Панова В.Ф., Панов С.А. Разработка технологических регламентов на производство строительных материалов и изделий из вторичных минеральных ресурсов (ВМР). – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2015. – 201 с.
10. Панов С.А., Панова В.Ф. Декоративные строительные материалы из отбеленного и активизированного шлака. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2010. – 216 с.

© 2020 г. В.Ф. Панова, И.В. Спиридонова,
С.А. Панов, А.А. Карпачева
Поступила в редакцию 9 сентября 2020 г.

УДК 624.07

АКТУАЛИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО КУРСА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ» ДЛЯ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «АРХИТЕКТУРА»

А.О. Захаров, Е.А. Алешина, Д.В. Ершова, Д.Н. Алешин, Н.В. Захарова

E-mail: el.alesh14@yandex.ru

Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Представлены алгоритмы расчета изгибаемых железобетонных элементов по прочности сечений, нормальных и наклонных к продольной оси элемента. Приведены результаты сравнительного анализа по применению полимеркомпозитной арматуры в изгибаемых бетонных элементах.

Ключевые слова: строительные конструкции, железобетонные конструкции, алгоритмы расчета, полимеркомпозитная арматура.

UPDATE OF THE TRAINING COURSE “BUILDING CONSTRUCTIONS” FOR THE DIRECTION OF TRAINING “ARCHITECTURE”

A.O. Zakharov, E.A. Aleshina, D.V. Ershova, D.N. Aleshin, N.V. Zakharova

E-mail: el.alesh14@yandex.ru

Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

Abstract. Algorithms for calculating bending reinforced concrete elements based on the strength of sections normal and inclined to the longitudinal axis of the element are presented. The results of a comparative analysis on the use of polymer-composite reinforcement in bent concrete elements are given.

Keywords: building structures, reinforced concrete structures, calculation algorithms, polymer composite reinforcement.

Необходимость актуализации учебного курса «Строительные конструкции» для направления подготовки «Архитектура» обусловлена обновлением российских строительных норм и правил и интеграцией отечественных норм проектирования строительных конструкций с европейскими [1 – 3]. Новизна учебного курса связана с разработкой алгоритмов расчета железобетонных конструкций в соответствии с актуализированными сводами правил, а также с анализом целесообразности применения новых видов арматуры для железобетонных конструкций. Композитная арматура из стеклянных, базальтовых, арамидных и углеродных волокон и стальная арматура класса А500с серповидного профиля вызывают повышенный интерес к их применению и требуют внедрения новых подходов к расчетам железобетонных конструкций.

Одно из направлений работы для более успешного и правильного усвоения информации в процессе дистанционного обучения – это создание новых, а также актуализация и дополнение существующих учебно-методических материалов графическими приложениями в виде алгоритмов и схем.

Структура учебного курса «Строительные конструкции» (раздел «Железобетонные конструкции») представлена в таблице.

На данном этапе работы актуализированы составленные ранее [4 – 6] алгоритмы расчета изгибаемых железобетонных элементов по I группе предельных состояний – по несущей способности.

Задача расчета прочности по сечениям, нормальным к продольной оси элемента, заключается в определении площади сечения растянутой продольной арматуры в изгибаемых элементах

Структура учебного курса

| Элементы курса | Материалы |
|-------------------------|--|
| Лекции | Конспект лекций |
| | Презентации |
| Практические занятия | Расчет изгибаемых железобетонных элементов (по I группе предельных состояний) |
| | Расчет изгибаемых железобетонных элементов (по II группе предельных состояний) |
| | Расчет сжатых железобетонных элементов |
| Курсовое проектирование | Расчет круглопустотной плиты перекрытия |
| | Статический расчет железобетонного ригеля |
| | Конструктивный расчет железобетонного ригеля |
| | Расчет железобетонной колонны многоэтажного здания |
| Самостоятельная работа | Методические указания к самостоятельной работе |

прямоугольного (рис. 1) и таврового (рис. 2) сечений (где l – высота поперечного сечения балки (h); 2 – рабочая высота сечения (h_0); 3 – расстояние от центра тяжести продольной рабочей до наиболее растянутой границы сечения (a); 4 – высота сжатой зоны бетона (x); 5 – суммарная площадь поперечного сечения рабочей продольной арматуры (A_s); 6 – диаметр арматуры (d); 7 – толщина защитного слоя бетона (δ); 8 – ширина сечения балки (b)).

При разработке и актуализации алгоритмов расчета по нормальным сечениям было учтено ограничение, вводимое для изгибаемых железобетонных элементов в третьей стадии напряженно-деформированного состояния (п.п. 8.1.12) [1]:

$$\xi \leq \xi_R,$$

где ξ – относительная высота сжатой зоны бетона; ξ_R – предельное значение относительной высоты сжатой зоны бетона (п.п. 8.1.5, 8.1.6) [1], (п.п. 3.17) [7].

В алгоритмах расчета приняты обозначения: M – изгибающий момент; R_b – расчетное сопротивление бетона осевому сжатию; R_s – расчетное сопротивление арматуры растяжению; n – количество стержней в поперечном сечении элемента; μ – коэффициент армирования сечения; μ_{\min} – минимально допустимый коэффициент армирования сечения.

В алгоритмах расчета (рис. 3, 4) аналогом указанного ограничения является условие (п.п. 3.2) [7]:

$$\alpha_m \leq \alpha_R,$$

где $\alpha_m = f(\xi)$ и $\alpha_R = f(\xi_R)$ – безразмерные величины (п.п. 3.18) [7].

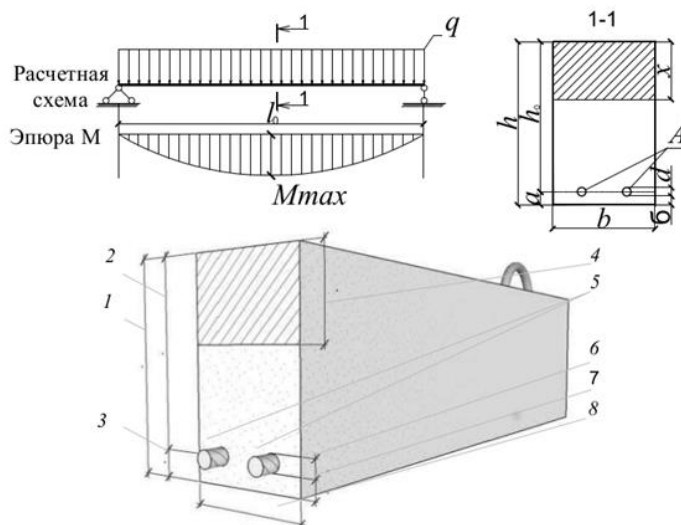


Рис.1. К расчету изгибаемого элемента прямоугольного сечения по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

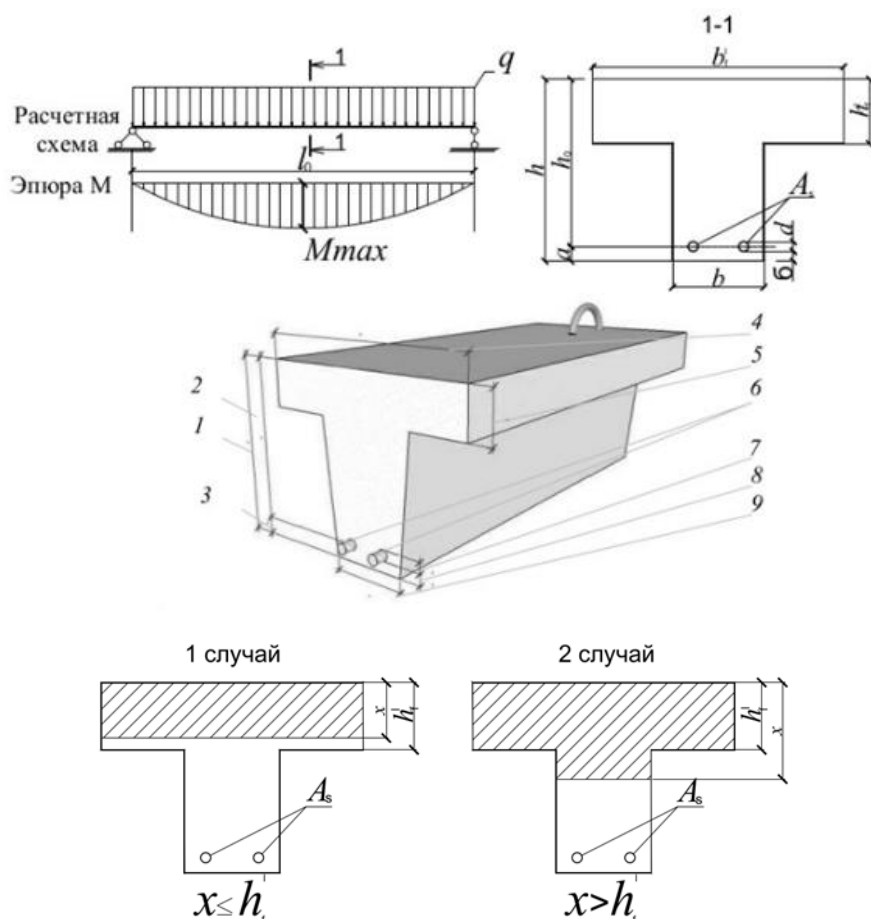


Рис. 2. К расчету изгибаемого элемента таврового сечения по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

При несоблюдении этого условия рекомендуется принять конструктивные меры (рис. 3, 4) для предотвращения хрупкого разрушения бетона сжатой зоны. Эти меры общие для всех изгибаемых железобетонных элементов, независимо от формы поперечного сечения:

- увеличение высоты поперечного сечения элемента;
- повышение класса бетона;
- установка арматуры в сжатой зоне бетона.

При расчете прочности тавровых сечений учтены два возможных случая (рис. 2, 4) (где b'_f – ширина сжатой полки; h'_f – высота сжатой полки; x – высота сжатой зоны бетона):

1 случай – граница сжатой зоны бетона проходит в ребре. Сечение рассчитывается как прямоугольное с шириной, равной ширине сжатой полки);

2 случай – граница сжатой зоны проходит в полке. Сечение рассчитывается с учетом фактической формы сжатой зоны.

Задача расчета прочности по сечениям, наклонным к продольной оси элемента, заключается в подборе диаметра и шага поперечных стержней для свободно опертой балки прямоугольного сечения, а также в определении длины опорного участка, на котором шаг поперечной арматуры минимален (рис. 5) (здесь A_{sw} – площадь сечения поперечной арматуры).

В расчете в зависимости от несущей способности растянутого бетона определяется интенсивность поперечного армирования, требуемая для обеспечения прочности наклонного сечения (рис. 6) (где q_1 – эквивалентная нагрузка; Q_{max} – максимальная поперечная сила; R_{bt} – расчетное сопротивление бетона осевому растяжению; R_{sw} – расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению; s_1 – шаг поперечной арматуры на приопорных участках; s_2 – шаг поперечной арматуры в середине пролета; q_{sw} – усилие в поперечной арматуре на единицу длины элемента (интенсивность поперечного армирования)).

В соответствии с актуализированными алгоритмами и согласно Свода правил [8] был произведен расчет площади сечения растянутой продольной арматуры в изгибаемом элементе прямоугольного сечения, а также подобран диаметр и шаг поперечных стержней для свободно опертой балки прямоугольного сечения при использовании стальной и полимеркомпозитной (стеклопластиковой – АКП-СП) арматуры (рис. 7). На основании результатов расчета проведен сравнительный анализ применения стеклопластиковой арматуры АКП-СП и традиционной стальной арматуры в качестве продольного и поперечного армирования изгибаемых элементов [9, 10].

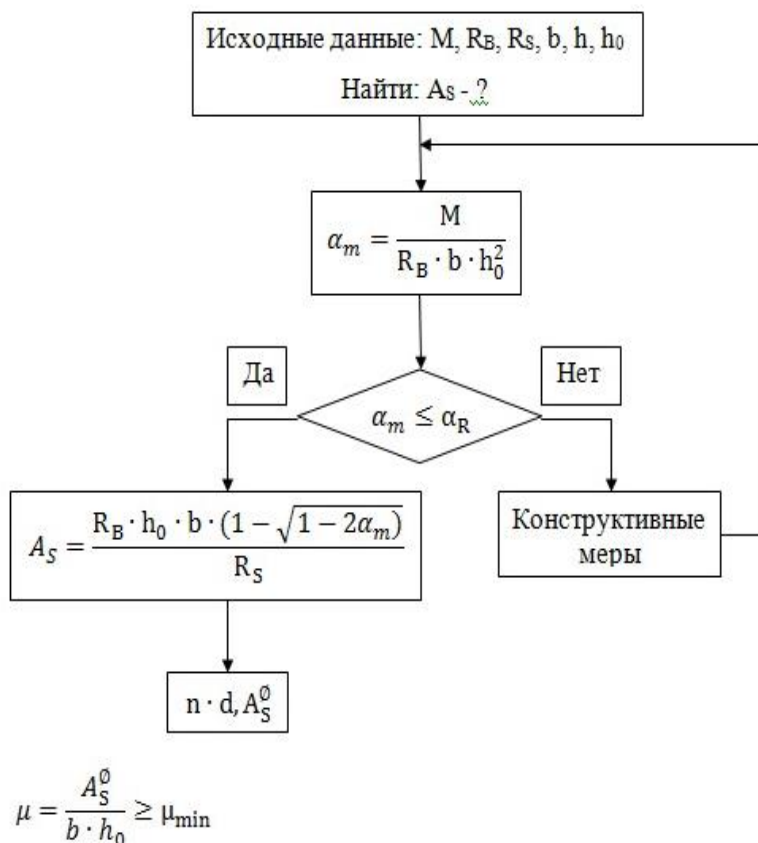


Рис. 3. Алгоритм определения площади сечения растянутой продольной арматуры в изгибаемом элементе прямоугольного сечения

Например, при расчете рабочей продольной арматуры в изгибаемом элементе прямоугольного сечения с высотой сечения 800 мм, шириной сечения 400 мм из тяжелого бетона класса В20 при действии изгибающего момента 105 кН·м принята стальная арматура класса А400 – два стержня диам. 16 мм с площадью сечения 402 мм². При расчете элемента с использованием АКП-СП с расчетным сопротивлением растяжению 1200 МПа площадь сечения растянутой продольной арматуры не изменилась при соблюдении условия минимального коэффициента армирования: для стали $\mu = 0,1 \%$, для АКП $\mu = 0,13 \%$.

При расчете диаметра поперечных стержней для свободно опертой балки прямоугольного сечения для обеспечения несущей способности потребовалось два стержня диам. 18 мм стальной арматуры класса А240 с площадью сечения 509 мм² или два стержня диам. 8 мм АКП-СП с площадью сечения 101 мм² при одинаковом шаге установки стержней. Диаметр арматуры при использовании АКП уменьшился в 2,25 раза, а площадь сечения в пять раз.

В результате сравнительного анализа сделан вывод, что при использовании полимеркомпозитной арматуры уменьшение площади сечения

арматуры наиболее заметно при поперечном армировании элементов. Но в то же время необходимо отметить, что для принятия решения о целесообразности применения того или иного вида армирования недостаточно опираться только на данные расчетов по I группе предельных состояний, необходимы результаты расчетов и по II группе предельных состояний.

Выводы

В настоящее время результаты сравнительного анализа по применению полимеркомпозитной арматуры приводятся в курсах лекций. Разработанные алгоритмы расчета активно используются в учебном процессе для решения задач на практических занятиях, в курсовом проектировании и при выполнении выпускных квалификационных работ не только для бакалавриата направления подготовки «Архитектура», но и для направления подготовки «Строительство» уровня бакалавриата и магистратуры, и для специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также могут быть использованы в реальном проектировании.

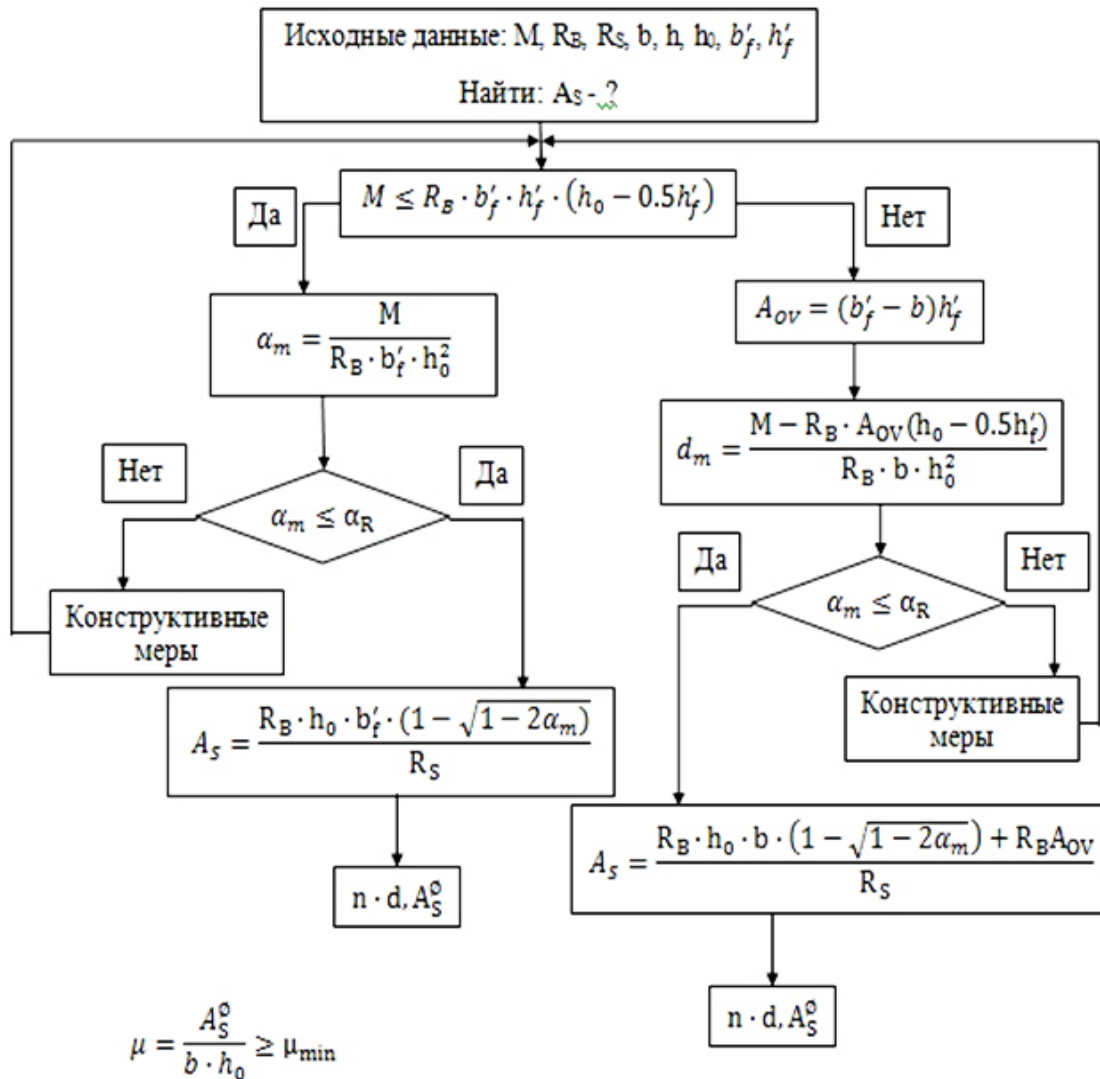


Рис. 4. Алгоритм определения площади сечения растянутой продольной арматуры в изгибаемом элементе таврового сечения

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01 – 2003. Утвержден Приказом Минстрой России от 19.12.2018 г. № 832/пр и введен с 20.06.2019 г.
2. Яковлев С.К. Расчет железобетонных конструкций по Еврокоду EN 1992. В 2 ч. Ч. 1. Изгибаемые и сжатые железобетонные элементы без предварительного напряжения. – М.: МГСУ, 2015. – 204 с.
3. Яковлев С.К. Расчет железобетонных конструкций по Еврокоду EN 1992. В 2 ч. Ч. 2. Предварительно напряженные изгибаемые железобетонные элементы. – М.: НИУ МГСУ, 2015. – 220 с.
4. Алешина Е.А., Саломатин Н.М., Алешин Д.Н. Применение алгоритмов расчета прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины «Же-

лезобетонные и каменные конструкции». – В кн.: Новая наука: теоретический и практический взгляд. Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (14 мая 2016, Нижний Новгород). В 2 ч. Ч. 2. – Стерлитамак: АМИ, 2016. С. 156 – 159.

5. Алешина Е.А., Белоусов Н.С., Алешин Д.Н. Применение алгоритмов расчета прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции». – В кн.: Новая наука: от идеи к результату. Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (29 мая 2016 г., Сургут). В 3 ч. Ч. 2. – Стерлитамак: АМИ, 2016. С. 132 – 135.

6. Захаров А.О., Алешина Е.А., Котова Н.В. Применение алгоритмов расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции». – В кн.: Наука и молодежь:

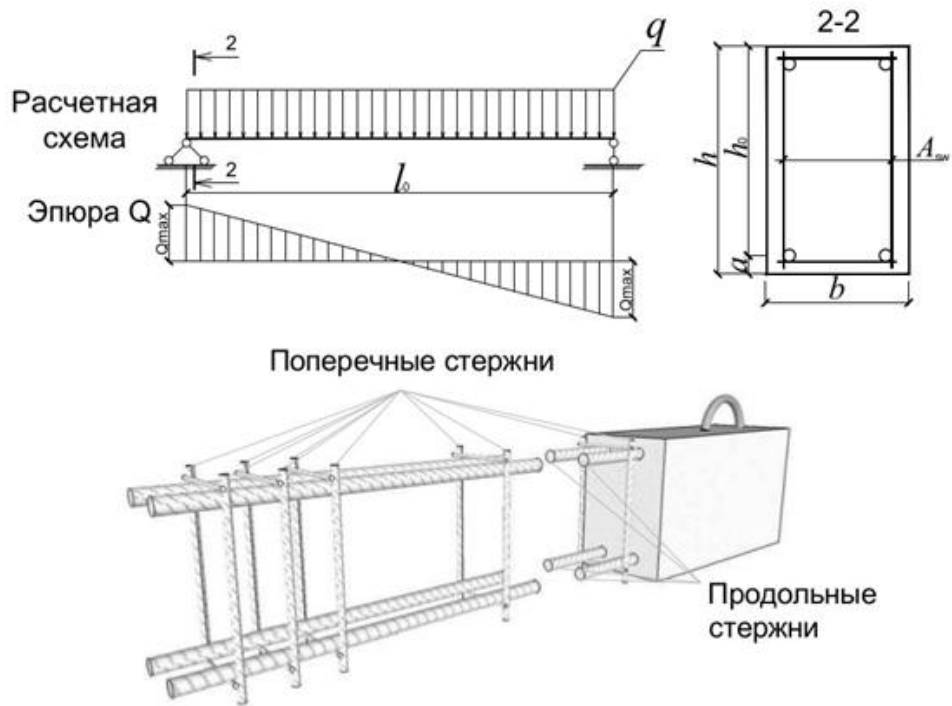


Рис. 5. К расчету изгибаемого элемента прямоугольного сечения по прочности наклонных сечений

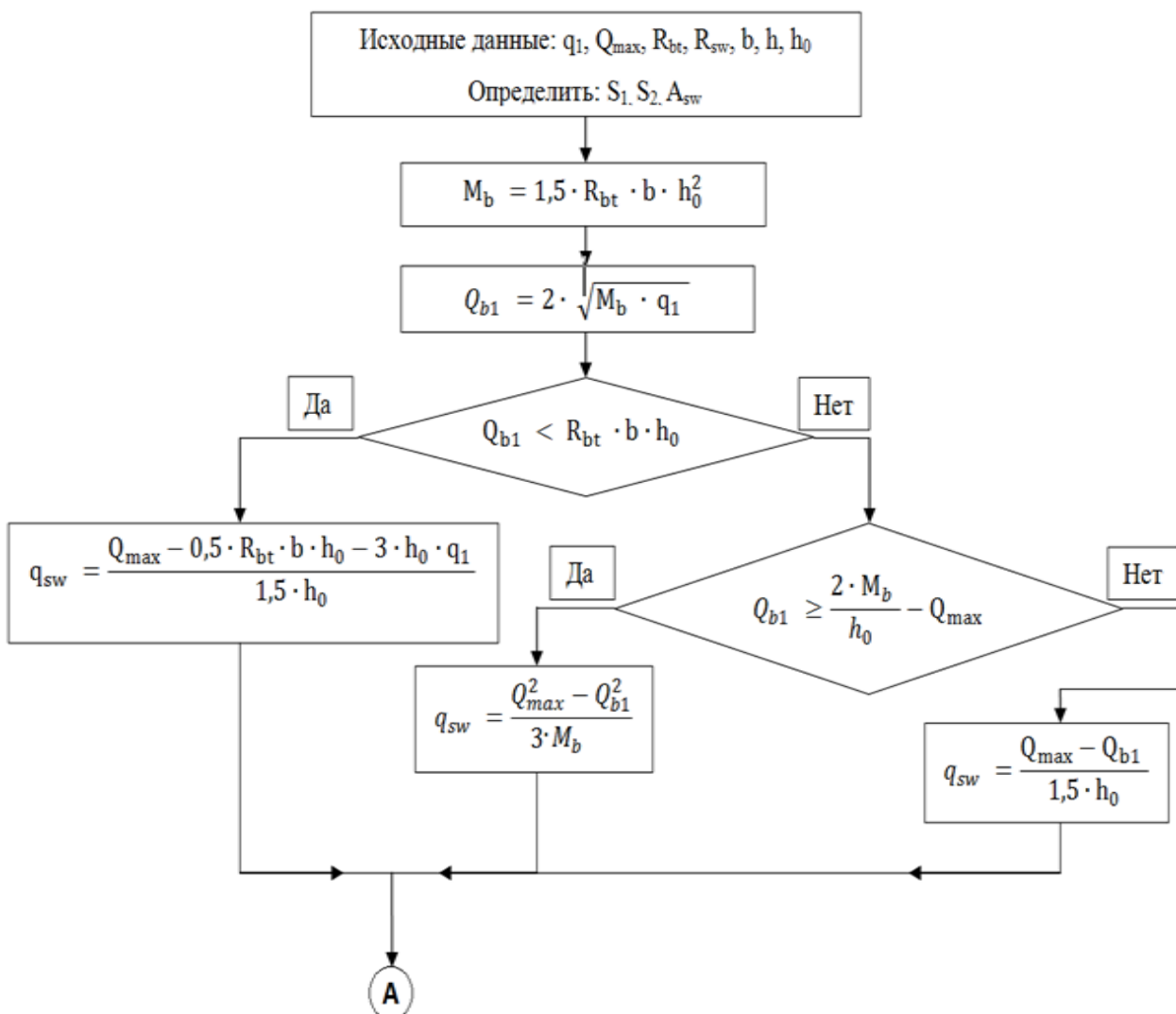


Рис. 6. Алгоритм (фрагмент) подбора диаметра и шага поперечных стержней для изгибаемого элемента



Рис. 7. Полимеркомпозитная (стеклопластиковая) арматура

проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Вып. 21. Ч. V. Технические науки / Под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2017. С. 271 – 273.

7. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101 – 2003). – М.: ОАО ЦНИИП-помзданий, 2005.

8. СП 295.1325800.2017. Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования. Утвержден Приказом Минстрой России от 11.07.2017 г. № 988/пр и введен с 12.01.2018 г.

9. Алешина Е.А., Захаров А.О., Алешин Д.Н., Захарова Н.В. Анализ эффективности применения стеклокомпозитной арматуры в изгибаемых бетонных элементах с использованием алгоритмов расчета прочности. – В кн.: Эффективные стро-

ительные конструкции: теория и практика. Сборник научных статей XIX Международной научно-технической конференции (март 2019 г., Пенза). – Пенза, 2019. С. 11 – 15.

10. Разумов И.Ю., Берг А.М., Захаров А.О., Алешин Д.Н., Алешина Е.А. Анализ применения композитной арматуры для армирования бетонных конструкций на примере монолитного перекрытия промышленного здания. – В кн.: Строительство и реконструкция. Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (28 мая 2019 г., Курск). – Курск, 2019. С. 102 – 105.

© 2020 г. А.О. Захаров, Е.А. Алешина,
Д.В. Ершова, Д.Н. Алешин,
Н.В. Захарова

Поступила 02 сентября 2020 г.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Сибирского государственного индустриального университета» публикуются оригинальные, ранее не публиковавшиеся статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера по следующим направлениям:

- металлургия и материаловедение;
- горное дело и геотехнологии;
- машиностроение и транспорт;
- энергетика и электротехнологии;
- химия и химические технологии;
- архитектура и строительство;
- автоматизация и информационные технологии;
- экология и рациональное природопользование;
- экономика и управление;
- образование и педагогика;
- гуманитарные науки;
- социальные науки;
- отклики, рецензии, биографии.

К рукописи следует приложить рекомендацию соответствующей кафедры высшего учебного заведения, экспертное заключение, разрешение ректора или проректора высшего учебного заведения (для неучебного предприятия – руководителя или его заместителя) на опубликование результатов работ, выполненных в данном вузе (предприятии).

В редакцию следует направлять материалы статьи в электронном виде и два экземпляра текста статьи на бумажном носителе. Для ускорения процесса рецензирования статей электронный вариант статьи и скан-копии сопроводительных документов рекомендуется направлять по электронной почте по адресу e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru.

Таблицы, библиографический список и подрисуночный текст следует представлять на отдельных страницах. В рукописи необходимо сделать ссылки на таблицы, рисунки и литературные источники, приведенные в статье.

Иллюстрации нужно представлять отдельно от текста на носителе информации. Пояснительные надписи в иллюстрациях должны быть выполнены шрифтом Times New Roman Italic (греческие буквы – шрифтом Symbol Regular) размером 9. Тоновые изображения, размер которых не должен превышать 75x75 мм (фотографии и другие изображения, содержащие оттенки черного цвета), следует направлять в виде растровых графических файлов (форматов *.bmp, *.jpg, *.gif, *.tif) в цветовой шкале «оттенки серого» с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Штриховые рисунки (графики, блок-схемы и т.д.) следует представлять в «черно-белой» шкале с разрешением не менее 600 dpi. На графиках не нужно наносить линии сетки, а экспериментальные или расчетные точки (маркеры) без крайней необходимости не «заливать» черным. Штриховые рисунки, созданные при помощи пространственных программ MS Excel, MS Visio и др.,

следует представлять в формате исходного приложения (*.xls, *.vsd и др.).

Шрифтовое оформление физических величин: латинские буквы в светлом курсивном начертании, русские и греческие – в светлом прямом. Числа и единицы измерения – в светлом прямом начертании. Особое внимание следует обратить на правильное изображение индексов и показателей степеней. Формулы набираются с помощью редакторов формул Equatn или Math Type, масштаб формул должен быть 100 %. Масштаб устанавливается в диалоговом окне «Формат объекта». В редакторе формул для латинских и греческих букв использовать стиль «Математический» («Math»), для русских – стиль «Текст» («Text»). Размер задается стилем «Обычный» («Full»), для степеней и индексов – «Крупный индекс / Мелкий индекс» («Subscript / Sub-Subscript»). Недопустимо использовать стиль «Другой» («Other»).

Необходимо избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. Объем статьи не должен превышать 18 – 20 страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором (при наличии нескольких авторов, число которых не должно превышать пяти, – всеми авторами); в конце рукописи указывают полное название высшего учебного заведения (предприятия) и кафедры, дату отправки рукописи, а также полные сведения о каждом авторе (Ф.И.О., место работы, должность, ученая степень, звание, служебный и домашний адреса с почтовыми индексами, телефон и e-mail). Необходимо указать, с кем вести переписку.

Цитируемую в статье литературу следует давать общим списком в порядке упоминания в статье с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой. Перечень литературных источников рекомендуется не менее 10.

Библиографический список оформляют в соответствии с ГОСТ 7.0.100 – 2018: а) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, номер тома, место издания, издательство и год издания, общее количество страниц; б) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название журнала, название статьи, год издания, номер тома, номер выпуска, страницы, занятые статьей; в) для статей из сборников – фамилии и инициалы авторов, название сборника, название статьи, место издания, издательство, год издания, кому принадлежит, номер или выпуск, страницы, занятые статьей.

Иностранные фамилии и термины следует давать в тексте в русской транскрипции, в библиографическом списке фамилии авторов, полное название книг и журналов приводят в оригинальной транскрипции.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

К статье должны быть приложены аннотация объемом до 250 слов также ключевые слова.

В конце статьи необходимо привести на английском языке: название статьи, ФИО авторов, место их работы, аннотацию и ключевые слова.

Краткие сообщения должны иметь самостоятельное научное значение и характеризоваться новизной и оригинальностью. Они предназначены для публикации в основном аспирантских работ. Объем кратких сообщений не должен превышать двух страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, включая таблицы и библиографический список. Под заголовком в скобках следует указать, что это краткое сообщение. Допускается включение в краткое сообщение одного несложного рисунка, в этом случае текст должен быть уменьшен. Приводить в одном сообщении одновременно таблицу и рисунок не рекомендуется.

Количество авторов в кратком сообщении должно быть не более трех. Требования к оформлению рукописей и необходимой документации те же, что к оформлению статей.

Корректуры статей авторам, как правило, не посылают.

В случае возвращения статьи автору для исправления (или при сокращении) датой представления считается день получения окончательного текста.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят гласную рецензию.

Статьи журнала индексируются в РИНЦ и представлены на сайте СибГИУ (www.sibsiu.ru) в разделе Наука и инновации (Периодические научные издания (Журнал «Вестник СибГИУ»)).

Над номером работали

Темлянцев М.В., *главный редактор*

Новичихин А.В., *ответственный секретарь*

Бащенко Л.П., *ведущий редактор*

Запольская Е.М., *ведущий редактор*

Киселева Н.Н., *ведущий редактор*

Темлянцева Е.Н., *верстка*

Олендаренко Е.В., *менеджер по работе с клиентами*