

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И. Г. Енджеевская
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В виде **научной работы**

08.03.01 «Строительство»
код – наименование направления

Влияние активированных добавок на свойства керамических изделий

Руководитель _____
подпись, дата _____
к.т.н, доцент, Василовская Н. Г.
должность, ученая степень, фамилия, инициалы

Выпускник _____
подпись, дата _____
Схаба А. В.
фамилия, инициалы

Красноярск 2020

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ И. Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2020 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ**
в форме бакалаврской работы

Студенту Схаба Алине Викторовне

фамилия, имя, отчество

Группа СБ 16-41Б Направление (профиль) 08.03.01

(номер) (код)

«Строительство» - профиль «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций»

наименование

Тема выпускной квалификационной работы: Влияние активированных добавок на свойства керамических изделий

Утверждена приказом по университету № 7630/с от 10.06.2020 г.

Руководитель ВКР Н.Г. Василовская, к.т.н., доцент кафедры СМиТС ИСИ СФУ

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР бакалавра: проводить исследования глинистого сырья Солнечного и Кантатского месторождения, приготовить и изучить шликер на основе Кантатской глины, подобрать составы глиняных композиций с добавкой активированного шликера, исследовать физико-механические свойства полученных композиций.

Перечень разделов ВКР бакалавра Введение, состояние вопроса, экспериментальная часть, экология и охрана окружающей среды, заключение, список используемых источников.

Перечень графического материала Экспериментальная часть - 4 листа, технология производства – 1 лист.

Руководитель ВКР

Н.Г. Василовская

подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению А В. Схаба

подпись инициалы и фамилия

«__» ____ 2020 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Влияние активированных добавок на свойства керамических изделий» содержит 60 страниц текстового документа, 12 рисунков, 13 таблиц, 31 использованный источник, 5 листов графического материала формата А1.

ГЛИНА, АКТИВАЦИЯ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ, КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ, СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА, ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ, ПРОЧНОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ.

Целью работы является изучение влияния активированных добавок на свойства керамических изделий.

Проведены исследования глины Кантатского и супеси Солнечного месторождений. Результаты представлены в виде химического и гранулометрического составов данных глин. Для улучшения свойств керамических изделий готовился шликер на основе глины Кантатского месторождения и вводился в супесь Солнечного месторождения в количестве 5, 7 и 10% от массы основного сырья. Изучено влияние добавки активированного шликера на физико-механические свойства керамического черепка. Результаты представлены в виде изменения значений коэффициента чувствительности к сушке, воздушной и огневой усадки, водопоглощения, плотности и прочности.

Проведенная экспериментальная работа показала, что активация тугоплавкого глинистого сырья позволяет улучшить свойства керамических изделий без изменения состава сырьевой шихты и снизить себестоимость готовой продукции.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Глава 1 Состояние вопроса.....	7
1.1 Тенденции развития кирпичной промышленности в России.....	7
1.2 Глинистое сырье. Способы улучшения качества керамических изделий	10
1.3 Методы активации глинистого сырья	13
Глава 2 Экспериментальная часть	16
2.1 Методы испытаний	16
2.2 Характеристика сырья	17
2.3 Влияние шликера на свойства керамических изделий.....	27
2.3.1 Влияние добавки шликера на сушильные свойства.....	27
2.3.2 Влияние добавки шликера на водопоглощение	29
2.3.3 Влияние добавки шликера на плотность и прочность.....	31
2.4 Технологическая схема производства кирпича пластическим способом.....	35
Глава 3 Экология и охрана окружающей среды	38
3.1 Рациональное использование воздуха	40
3.1.1 Вредные вещества на производстве.....	42
3.1.2 Производственная пыль и методы борьбы с ней	43
3.1.3 Основные направления работ по снижению загрязнения воздуха	46
3.2 Рациональное использование воды	47
3.2.1 Создание замкнутых водооборотных систем.....	49
3.2.2 Методы очистки сточных вод	50
3.3 Переработка и обезвреживание отходов	50
3.4 Техника безопасности при эксплуатации строительных машин .	53
Заключение.....	55
Список использованных источников.....	57

ВВЕДЕНИЕ

Керамика известна с глубокой древности и является, возможно, первым созданным человеком искусственным материалом. Изначально из глины или из ее смесей с другими материалами делали посуду. Позже керамику стали использовать при строительстве. Вспомнить те же черепичные крыши, которые издавна покрывают дома во многих европейских городах [4].

Несмотря на наличие новых стройматериалов и с более удобными способами применения, материал с древнейшей историей — строительная керамика — не уступает своих позиций на рынке, впитывая в себя самые современные технологии [5].

Промышленность строительных материалов имеет большое значение в стране – темпы и качество строительных работ зависят от их производства. В настоящее время все чаще используют керамические строительные материалы, которые востребованы за счет своих эксплуатационных характеристик и большого разнообразия. Конструкции, которые построены из керамических материалов, имеют следующие характеристики:

- не подвержены горению и воздействию химически агрессивных сред;
- не поддаются гниению и влиянию погодных условий;
- имеют высокую морозостойкость и теплоизоляционные свойства;
- долговечны;
- обладают тепловой инерцией, то есть при медленном прогреве они медленно остывают, удерживая тепло зимой, и защищают от внешней жары летом;
- отличаются архитектурной выразительностью.

Керамический кирпич на сегодняшний день является одним из самых востребованных стеновых материалов. Преимущества его заключаются в долговечности и эстетике. Так же можно сказать, что этот материал является пластичным и имеет множество возможностей по декору фасада. Благодаря

использованию разных сортов глины, при их смешивании в различных пропорциях, получается большая цветовая гамма изделий.

Отделка кирпичных стен не является обязательной. В свое время — еще во второй половине XIX века — архитекторы ввели в обиход «национальный стиль», доказав, что неоштукатуренная кирпичная стена обладает самостоятельной эстетической ценностью. С тех пор в ассортименте строительной керамики появилось множество позиций, прекрасно работающих на дизайн экстерьера. Но и возможность оштукатуривания стен из строительного кирпича никто не отменял. Так же как и их отделку кирпичом облицовочным — с набором фасонных элементов на все случаи жизни [5].

Еще одна особенность керамики — это безопасность для жизни и здоровья человека. Так, обожженная глина — химически нейтральный материал, который не вступает в реакцию с веществами из окружающей среды. Стены из керамических материалов поддерживают постоянный температурный режим, комфортную влажность воздуха [4].

В настоящий момент все внимание в производстве керамического кирпича направлено на усовершенствование технологии, улучшение качества выпускаемой продукции и расширение ассортимента.

Целью работы является изучение влияния активированных добавок на свойства керамических изделий.

Для поставленной цели необходимо осуществить следующие задачи:

- исследовать применяемые сырьевые материалы;
- изучить характеристики активированных добавок;
- определить оптимальную величину введения добавки;
- проанализировать свойства керамических изделий после введения активированной добавки;
- сделать вывод о влиянии активированных добавок на свойства керамических изделий.

Глава 1. Состояние вопроса

1.1 Тенденции развития кирпичной промышленности в России

В современном малоэтажном строительстве широко применяют керамические материалы. Перспективно использование лицевого кирпича совместно с кладкой из эффективных материалов, что позволяет не только придать зданию архитектурную выразительность, но и обеспечить высокие теплотехнические и экономические показатели [13].

Керамические материалы с различной структурой черепка получают, используя различные методы формования – пластическое формование и полусухое прессование. При производстве керамического кирпича и камней чаще применяют метод пластического формования, так же получить эффективные керамические материалы можно методом полусухого прессования. В технологии прессования давление находится в пределах 20-25 МПа. При производстве огнеупорной керамики часто применяется метод гиперпрессования, давление прессования превышает 40 МПа. Керамика, получаемая методом прессования, достигает высоких показателей прочности за счет достижения высокой плотности сырца. Повысить плотность можно за счет увеличения усилия прессования и изменения состава формовочной смеси и ее влажности.

В настоящий момент российские предприятия строительной индустрии внедряют в производство не только новые технологии, но и новые материалы, которые позволяют конкурировать с европейскими производителями. На рынке строительных материалов происходят процессы импортозамещения и перераспределения в пользу отечественного производителя.

Одна из крупнейших строительных компаний в России – это «Группа ЛСР», которая объединяет множество предприятий по производству строительных материалов.

Несколько лет компания реализует программу по модернизации и техническому перевооружению своих предприятий. «Модернизация предприятий группы во всех регионах присутствия началась в 2009 году. Мощность нового кирпичного завода в Никольском составила 160 млн единиц кирпича в год. Сейчас «Группа ЛСР» способна выпускать около 380 млн штук кирпича в год, в том числе клинкерный кирпич, который до сих пор в России никто не производил. А совокупная мощность компании по выпуску кирпича, с учетом нового завода в Московской области, составляет около 450 млн штук в год [3]» - поясняет Сергей Бегоулов, заместитель генерального директора «Группы ЛСР».

Компания запустила новый завод по производству клинкерного кирпича: «Группа ЛСР в конце прошлого года запустила новый крупный кирпичный завод в Ленинградской области мощностью до 160 млн штук условного кирпича в год. В марте завод вышел на 100-процентную мощность по основному виду кирпичной продукции. В июне на предприятии была введена в эксплуатацию высокотехнологичная линия, ориентированная на производство клинкерных керамических изделий, что стало событием на рынке не только Северо-Западного региона, но и в масштабах страны. «Группа ЛСР» сегодня первый и единственный массовый производитель клинкерного кирпича в России [3]» - признается Сергей.

Об особенностях проекта рассказывает Сергей Бегоулов: «На заводе внедрены инновационные технологии снижения материалоемкости и энергоемкости производства при одновременном повышении эксплуатационных показателей получаемых изделий и увеличении ассортимента. Производство полностью автоматизировано. При проектировании завода использованы последние достижения мирового машиностроения. Более совершенных заводов в мире нет.

В настоящее время завод оснащен двумя технологическими линиями. На первой линии мощностью 120 млн условного кирпича в год производится широкий спектр форматов рядового кирпича размером от 1 NF и до

поризованных крупноформатных блоков 14,3 NF. Вторая технологическая линия завода мощностью 25–40 млн штук условных единиц в год (в зависимости от вида кирпича) уникальна разнообразием производимой на ней продукции [3]».

Керамическая промышленность во всем мире, в России в том числе, а особенно в Сибирском регионе, является динамично развивающейся отраслью. Объем выпуска керамических изделий и кирпича в России составляет более 50 % в общем балансе стеновых материалов, что объясняется их хорошими эксплуатационными свойствами и распространенностью сырья для производства. До 70 % общего объема городской застройки выполняется из кирпича и керамических камней [15].

Керамический кирпич имеет свою динамику развития, она представлена на рисунке 1[19, 26, 30-31].

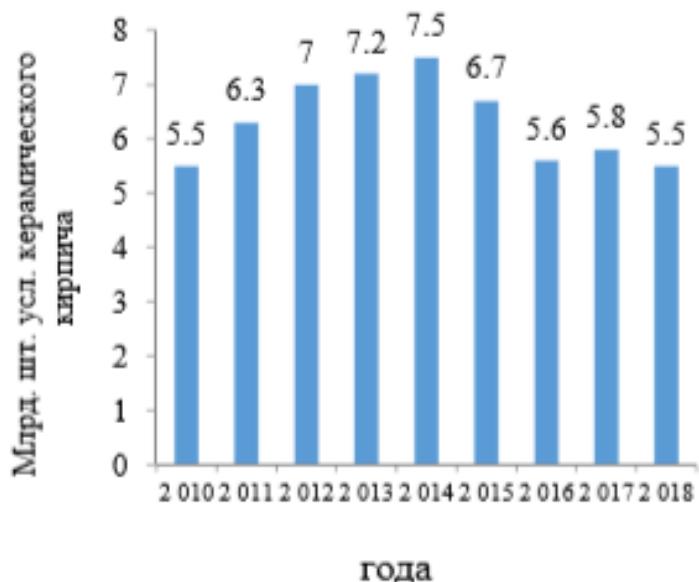


Рисунок 1 – Динамика производства керамического кирпича в РФ по данным Росстата

На данный момент керамический кирпич остается востребованным материалом, спрос на который удовлетворяется в полном объеме, в основном, за счет российского производства.

Производственные мощности по изготовлению кирпича на территории Российской Федерации располагаются неравномерно. Показатели

распределения, представленные в процентах, по округам РФ за 2017 год [17-19, 23] отображены на рисунке 2.

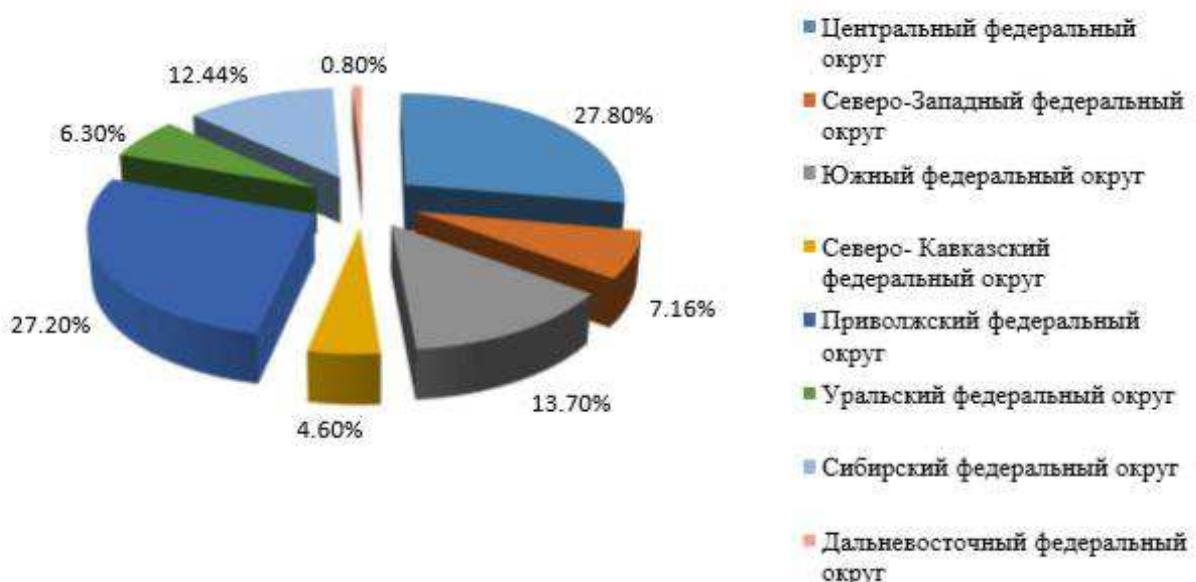


Рисунок 2 – Производство керамического кирпича по округам РФ за 2017г.

По графику можно сделать вывод, что производство кирпича сконцентрировано в Центральном федеральном округе и Приволжском, что составляет 27,20% и 27,80% соответственно, самая малая доля производственных мощностей находится в Дальневосточном округе - 0,80%.

Характеризуется распределение производственных мощностей следующими показателями:

- состоянием сырьевой базы;
- спросом на продукцию;
- покупательской способностью;
- транспортной инфраструктурой региона.

1.2 Глинистое сырье. Способы улучшения качества керамических изделий

Основным сырьевым компонентом керамических строительных материалов является глина – осадочная горная порода, состоящая из

природных водных алюмосиликатов с различными примесями [2]. Глиняное тесто формируется при смешении глины и воды, оно имеет связность и пластичность и в процессе обжига образует прочный камень.

Кроме глины глиняная масса содержит разные добавки, которые влияют на свойства керамических материалов. Добавки классифицируют по назначению: отщающие, порообразующие, пластифицирующие и другие.

Отщающие добавки находят применение в керамике для изменения исходных свойств керамической массы: снижения не только пластичности, но и значения воздушной линейной усадки. В роли таких добавок выступают дегидратированная глина, песок и другие.

Порообразующие добавки – это древесные опилки, измельченный бурый уголь, золы ТЭС. Их вводят в сырьевую массу, чтобы получить повышенную пористость керамических изделий, также эти добавки способствуют равномерному спеканию черепка.

Повысить качество керамических изделий можно в следующих направлениях:

1. Введение в шихты корректирующих добавок на основе силикатных и алюмосиликатных горных пород, в том числе в сочетании с пластифициирующими поверхностно-активными веществами;
2. Активация глинистого сырья различными способами (механическим, механотермическими, в сочетании с ударно-волновым) [25].

Для снижения формовочной влажности, улучшения формируемости глинистого сырья и максимального использования эффекта активации поверхностно-активными веществами последние должны вводиться на стадии первичной переработки сырья. Например, такие добавки, как гидролизный лигнин, целесообразно смешивать с сырьем карьерной влажности перед подачей шихты в шихтозапасник [22].

При производстве изделий полусухим способом прессования сухой порошок перед увлажнением достаточно обработать ПАВ с тем, чтобы улучшить формируемость пресс порошков [22].

Последствиями механохимической активации глинистых полиминеральных пород в условиях промышленных производств являются: повышение степени однородности и активности глинистого сырья после сушки и помола в измельчительно-сушильном афегате, улучшение формируемости пресс-порошка, получаемого в турболопастном грануляторе-смесителе, повышение качества изделий за счет образования фрактальной структуры керамического черепка [22].

Необходимо использование прогрессивных технологических решений на отдельных этапах переработки сырья в готовые изделия:

- сочетание механотермической активации сырья с ударно-волновой позволяет существенно повысить предел прочности при сжатии готовых изделий при незначительном изменении водопоглощения. Для снижения водопоглощения наиболее эффективно введение в массу добавок-плавней, особенно в сочетании с органическими ПАВ, не содержащими в составе водорастворимые минеральные примеси, например, сульфат натрия;
- для снижения чувствительности сырья к сушке и устранения вредного влияния карбонатов рекомендуется механотермическая его активация в ИСУ;
- при невозможности установки ИСУ в отдельных случаях исключить трещинообразование позволяет введение в шихты добавок-плавней с повышенным содержанием RO и R₂O (диопсида и диабаза);
- трудная спекаемость глинистых пород предопределяет необходимость использования добавок-плавней силикатного состава (нефелин-сиенит, оконное стекло);
- для осветления черепка рекомендуется использование отбеливающих добавок (мел, известняк);
- сочетание отбеливающих добавок с волластонитом существенно повышает прочность;
- использование хромофорных добавок (охра, редоксайд) позволяет расширить цветовую гамму черепка [24].

1.3 Методы активации глинистого сырья

Для получения необходимых технологических характеристик глин применяют способы активации глин. Активация – это процесс повышения внутренней энергии материала, за счет химических и физических изменений в нем. Практикуют разнообразные способы активации глинистого сырья, чаще всего встречаются механоактивация и обработка ультразвуком.

Механическая активация твердых веществ представляет собой совокупность явлений, заключающихся не только в количественном накоплении дефектов, но и приводящих к коренному преобразованию структуры, сопровождающему существенным изменением состава и химических свойств [28].

При проведении механической обработки исходного глинистого сырья, результат представляет собой измельченный материал. По размеру частиц измельчение подразделяют на три группы:

- грубое измельчение, при котором размер частиц составляет 01-1 мм;
- среднее - частицы имеют размер 0, 01-0, 1 мм;
- тонкое - представлено в виде частиц размером менее 0, 01 мм.

В результате измельчения происходит хрупкое разрушение твердого тела, которое приводит к изменению состояния поверхности.

Виброзмельчитель - это аппарат, в котором осуществляют механическую обработку глин. По результатам исследований, представленных в статье [28], было установлено, что преимущественно в этом аппарате производится эффективная механическая обработка. Так же для проведения механоактивации находят применение такие аппараты как шаровая мельница, электромассклассификатор и другие.

В виброзмельчителе активация глинистого сырья в течение 5 - 30 мин позволяет увеличить прочность образцов при сжатии в 1.3-2.2 раза. Механоактивация в шаровой мельнице в течение 5 - 15 мин повышает прочность в меньшей степени (максимальное увеличение в 1.5 раза) [28].

Механоактивация твердых веществ с использованием различного вида помольного оборудования влияет на их реакционную способность. Вследствие этого вещества приобретают новые свойства и могут быть использованы для получения высокоэффективной продукции [28].

Обогащение глинистого сырья добавкой тугоплавкой глины в количестве 25%, обработанной в планетарной шаровой мельнице, позволяет повысить механические характеристики глины. У образцов, обожженных при температуре 1000°C прочность при сжатии повышается в 1,6 раз.

Повысить качество керамических изделий можно путем активации тугоплавкой глины, то есть ее измельчением, при этом состав сырьевой шихты не изменяется, так же снижаются энергетические затраты на производство продукции.

Обработка ультразвуком – также один из видов механической активации. Установлено, что традиционное керамическое сырье чувствительны к воздействию ультразвука. Наиболее существенное влияние ультразвуковой обработки зафиксировано на кремнистых породах [20].

Физическая активация сырья вылеживанием осуществляется за счет наличия микротрещин в глинистом сырье, которые позволяют жидкости проникать в поверхностный слой материала и образовывать в трещинах тончайшие пленки, обладающие значительным избытком свободной энергии, возрастающим с уменьшением толщины пленки. Чтобы уменьшить свободную энергию, пленка жидкости стремится к утолщению в микротрещине, оказывая расклинивающее давление на стенки трещины. Активация улучшает технологические свойства сырья, но не обеспечивает удаления крупных посторонних и карбонатных включений [15].

Из рассмотренных способов наиболее перспективным является механическая активация глинистого сырья. Ввиду невозможности воспроизведения в лабораторных условиях данного способа, активация глины проводилась естественным способом. Улучшение свойств глинистого сырья было достигнуто за счет введения добавки шликера, который готовили

разбавлением тугоплавкой глины в воде 50% на 50% и выдерживали в течение суток. Затем вводили в разном количественном составе.

На заводах при производстве керамических изделий добавку вводят в количестве 25%, что, в свою очередь, приводит к удорожанию готовой продукции. Наша задача заключается в уменьшении количества добавки, для улучшения свойств керамических изделий.

Глава 2. Экспериментальная часть

2.1 Методы испытаний

Гранулометрический (зерновой) состав глинистого сырья был определен методом Б.И.Рутковского. С помощью этого метода оценивается относительное содержание в породе основных фракций: глинистой (мельче 0,002–0,005 мм), пылеватых частиц (от 0,005 до 0,14 мм) и песка (от 0,14 до 2 мм). Зерна величиной более 2 мм считаются включениями [15].

Изучение свойств глинистого сырья проводилось в соответствии с ГОСТ 21216-2014 «Сырье глинистое. Методы испытаний».

Пластичность была определена методом балансирующего конуса. Метод основан на определении с помощью балансирующего конуса разности значений влажности глиняной массы, соответствующих нижней границе текучести и границе раскатывания [8].

Исследование сушильных свойств глины включает определение коэффициента чувствительности к сушке, воздушной линейной усадки, огневой линейной усадки. Данные свойства определялись на образцах-плиточках размером 50x50x8 мм.

Плотность и водопоглощение были определены в соответствии с ГОСТ 7025-91 «Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости».

Средняя плотность была определена отношением массы материала к объему на образцах-кубиках с ребром 50 мм.

Испытание водопоглощения проводилось на образцах-плиточках размерами 50x50x5 мм, обожженных при заданной температуре.

Пределы прочности при сжатии определялись в соответствии с ГОСТ 8462-85 «Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе». Чтобы оценить прочность глинистого сырья, в лабораторных условиях были изготовлены образцы-цилиндры $d=50$ мм и $h=50$ мм.

Химический анализ был определен на приборе SRS-303 (Siemens) рентгено-спектральным флуоресцентным аналитическим методом. В результате получены массовые проценты основных оксидов: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , Na_2O , K_2O , SO_3 .

Рентгенофазовый анализ был определен на дифрактометре D8-ADVANCE фирмы BRUKER с использованием вспомогательных таблиц [6]. Проведены сравнения межплоскостных расстояний и интенсивности линий исследуемого вещества и характеристик веществ, приведенных в справочных таблицах, присутствия которых можно ожидать на рентгенограмме [21].

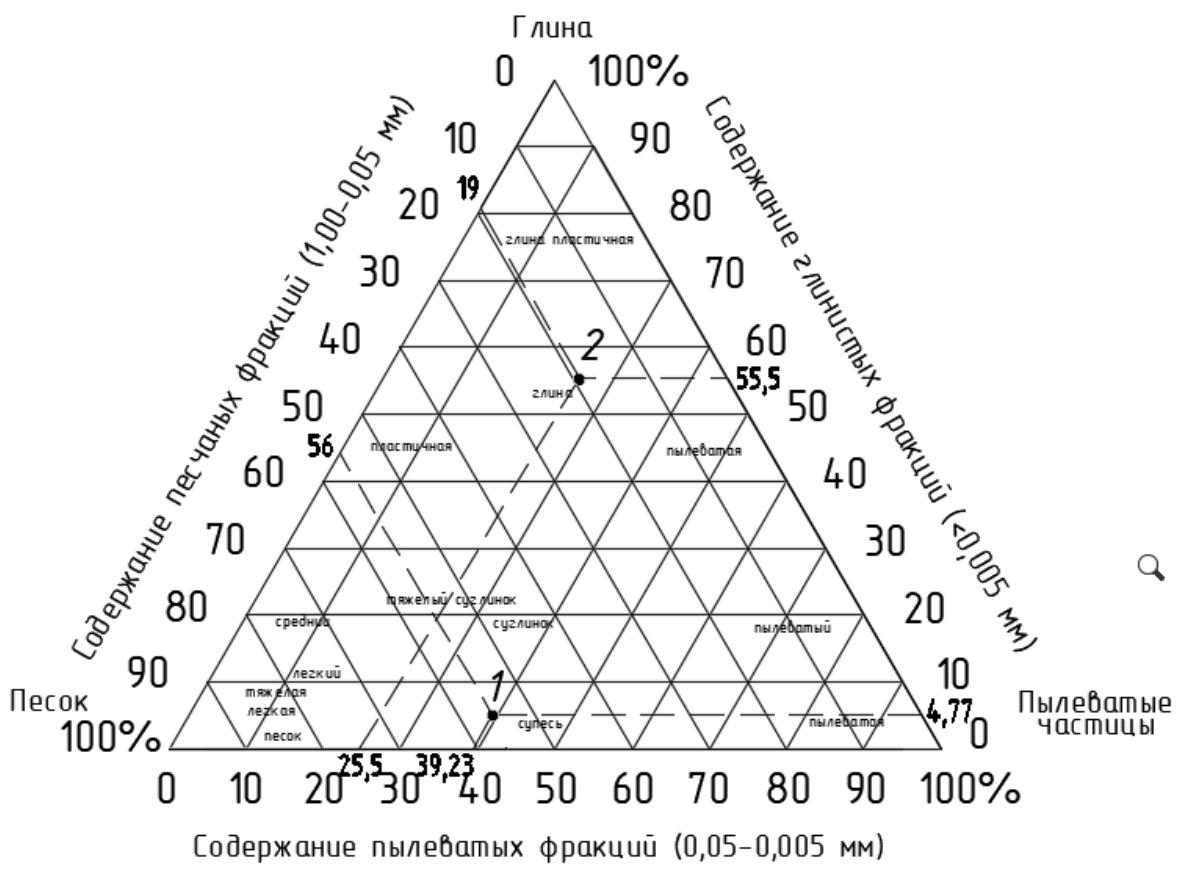
2.2 Характеристика сырья

В качестве основного сырья использовалась глина Солнечного месторождения. Добавочным сырьем являлась тугоплавкая глина Кантатского месторождения, которую применяли для улучшения физико-механических характеристик керамических изделий.

Важным свойством глинистого сырья является его гранулометрический (зерновой) состав. Его определяли с помощью метода Б.И. Рутковского: оценивали содержание в глине песчаных, глинистых и пылеватых фракций. Результат представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Определение гранулометрического состава глин по методу Б.И. Рутковского

Наименование сырья	Содержание фракций, % по массе		
	Песчаные частицы (1-0,05) мм	Пылеватые частицы (0,05-0,005) мм	Глинистые частицы (менее 0,005) мм
глина Солнечного месторождения	56	39,23	4,77
глина Кантатского месторождения	19	25,50	55,50



1 – глина Солнечного месторождения; 2 – глина Кантатского месторождения

Рисунок 3 – Тройная диаграмма распределения фракций «глина – пылеватые – песок» Охотина

По гранулометрическому составу, представленному на рисунке 3, исследуемая глинистая порода Солнечного месторождения попадает в область супеси, а глина Кантатского месторождения – в область глины.

Для определения пластичности глиняного сырья необходимо установить верхний предел пластичности (граница текучести) и нижний (граница раскатывания).

Влажность массы, достигшей консистенции, соответствующей нижней границе текучести, определили по формуле:

$$W_{\text{в.п}} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100 \% ,$$

где m_1 – масса влажной пробы, г;

m_2 – масса пробы, высушенной при температуре 105-110 °C, г.

$$W_1 = \frac{14,5 - 11,01}{11,01} \cdot 100\% = 31,7 \%$$

$$W_2 = \frac{12,2 - 9,26}{9,26} \cdot 100\% = 31,75 \%$$

$$W_{\text{ср в.п.}} = 31,73 \%$$

Влажность, соответствующую нижнему пределу пластичности, определили по формуле:

$$W_{\text{н.п.}} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100\% ,$$

где m_1 – масса влажной пробы, г;

m_2 – масса пробы после высушивания, г.

$$W_1 = \frac{16,34 - 13,51}{13,51} \cdot 100\% = 20,95 \%$$

$$W_2 = \frac{15,19 - 12,55}{12,55} \cdot 100\% = 21 \%$$

$$W_{\text{ср н.п.}} = 20,98 \%$$

Число пластичности рассчитали по формуле:

$$\Pi = W_{\text{в.п.}} - W_{\text{н.п.}} ,$$

где $W_{в.п}$ – влажность массы, соответствующая верхнему пределу пластичности, %;

$W_{н.п}$ – влажность массы, соответствующая нижнему пределу пластичности, %.

$$\Pi = 31,73 - 20,98 = 10,75 \%$$

По пластичности глина Солнечного месторождения относится к умеренно-пластичной, так как попадает в интервал от 7 до 15%. Глина Кантатского месторождения имеет число пластичности $\Pi=14,6 \%$, так же относится к умеренно-пластичной. Такую глину чаще всего применяют для строительной керамики.

Коэффициент чувствительности глины к сушке вычисляли по формуле:

$$K_q = \frac{v_2}{v_1 \left(\frac{m_1 - m_2}{v_1 - v_2} - 1 \right)},$$

где v_2 – объем высушенного образца при температуре 200 °C, cm^3 ;

v_1 – объем образца во влажном состоянии, cm^3 ;

m_1 - масса образца во влажном состоянии, г;

m_2 - масса высушенного образца при температуре 200 °C, г.

$$K_{q1} = \frac{16,61}{20 \left(\frac{38,38 - 32,2}{20 - 16,61} - 1 \right)} = 1,01$$

$$K_{q2} = \frac{18,34}{21,25 \left(\frac{42,43 - 35,3}{21,25 - 18,34} - 1 \right)} = 0,6$$

$$K_{q3} = \frac{15,76}{20,75 \left(\frac{37,18 - 31}{20,75 - 15,76} - 1 \right)} = 3,19$$

$$K_{q,ср.} = 1,6$$

По коэффициенту чувствительности к сушке глинистое сырье Солнечного месторождения относится к высокочувствительному, Кантатского месторождения – к малочувствительному.

Воздушную линейную усадку вычисляли по формуле:

$$\alpha_c = \frac{(l_0 - l_1)}{l_1} \cdot 100 \%$$

где l_0 – расстояние между метками на свежеотформованных образцах, мм;

l_1 - расстояние между метками на образцах после сушки, мм.

$$\alpha_{c1} = \frac{50-46,5}{50} \cdot 100 \% = 7 \%$$

$$\alpha_{c2} = \frac{50-47,7}{50} \cdot 100 \% = 4,6 \%$$

$$\alpha_{c3} = \frac{50-46,0}{50} \cdot 100 \% = 8 \%$$

$$\alpha_{c, cp} = 6,54 \%$$

Значение воздушной линейной усадки основного глинистого сырья составляет 6,54 %, добавочного – 6,23 %.

Огневая линейная усадка определялась по формуле:

$$\alpha_{\text{обж}} = \frac{(l_1 - l_2)}{l_1} \cdot 100 \% ,$$

где l_1 – расстояние между метками образца после сушки, мм;

l_2 - расстояние между метками образца после обжига, мм.

$$\alpha_{\text{обж}1} = \frac{46,5-46,2}{46,5} \cdot 100 \% = 0,65 \%$$

$$\alpha_{\text{обж}2} = \frac{47,7-47,5}{47,7} \cdot 100 \% = 0,42 \%$$

$$\alpha_{\text{обж}3} = \frac{46-45,89}{46} \cdot 100 \% = 0,24 \%$$

$$\alpha_{обж.ср} = 0,44 \%$$

Огневая линейная усадка исследуемой глины Солнечного месторождения имеет небольшое значение и составляет 0,44 %, глина Кантатского месторождения имеет среднее значение – 4,7%.

Сушильные и обжиговые свойства глиняного сырья представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Сушильные и обжиговые свойства глин

Материал	Расстояние между метками свежеотформованного образца l_0 , мм	Расстояние между метками образца после сушки l_1 , мм	Расстояние между метками образца после обжига l_2 , мм	Воздушная линейная усадка, %; среднее знач., %	Огневая линейная усадка, %; среднее знач., %	Общая линейная усадка, %; среднее знач., %		
глина Солнечного месторождения	50	46,5	46,2	7	6,54	0,65	7,65	6,97
	50	47,7	47,5	4,6		0,42		
	50	46	45,89	8		0,24		
глина Кантатского месторождения	50	46,3	43,72	7,4	6,23	5,57	12,97	10,93
	50	47,95	46,2	4,1		3,65		
	50	46,4	44,14	7,2		4,87		

Величина воздушной усадки прямопропорциональна пластичности глин. Чем больше величина усадки, тем чувствительнее глина к сушке. Общая линейная усадка основного глинистого сырья составляет 6,97 %, добавочного – 10,93 %.

Физико-механические свойства исследуемых глин представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства глинистого сырья

Наименование сырья	Водопоглощение, %		Плотность, г/см ³		Предел прочности при сжатии, МПа	
	образца	среднее значение	образца	среднее значение	образца	среднее значение
глина Солнечного месторождения	13,7	14	1,64	1,64	11,59	11,66
	14,5		1,61		11,94	
	13,9		1,65		11,45	
глина Кантатского месторождения	10,8	11	1,81	1,82	17,03	17,05
	10,9		1,84		17,1	
	11,4		1,82		17,03	

Среднее значение водопоглощения глины Солнечного месторождения – 14%, она имеет более пористую структуру. Водопоглощение глины Кантатского месторождения составляет 11%, глина имеет более плотную структуру.

В зависимости от величины средней плотности, согласно ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия», исследуемые глины относятся к классу средней плотности равному 2,0.

Согласно ГОСТ 530-2012, керамические материалы делят на марки в зависимости от предела прочности при сжатии и изгибе. Среднее значение предела прочности при сжатии у глины Солнечного месторождения – 11,66МПа, что соответствует марки М100, у глины Кантатского месторождения – 17,05МПа, что соответствует марки изделий М150.

Химический состав керамических образцов влияет на технологические свойства. Содержание основных оксидов глинистого сырья представлено в таблице 4. По содержанию этих оксидов определяется пригодность глин для производства различных изделий (по А. И. Августинику).

Таблица 4 – Химический состав исследуемых глин

Наименование сырья	Содержание оксидов, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
глина Солнечного месторождения	65,35	12,74	5,19	4,85	1,98	0,23	1,18	2,24	5,15

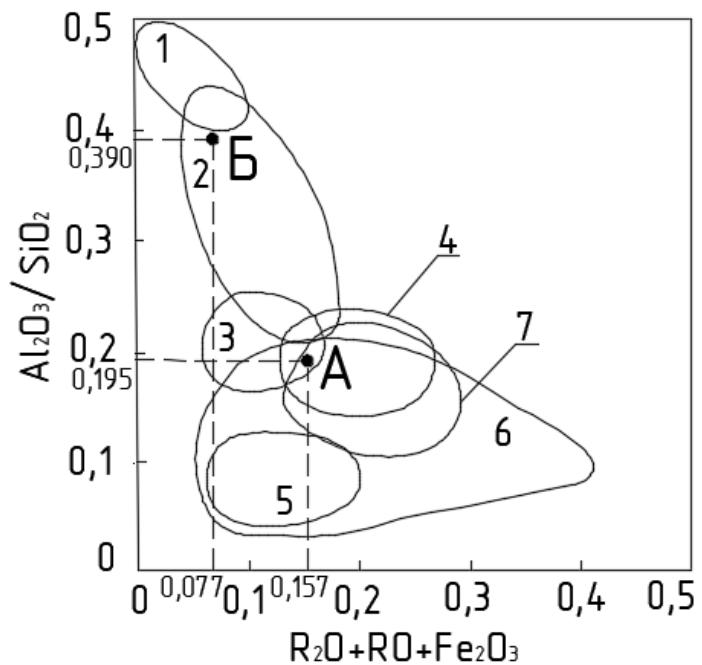
Окончание таблицы 4

Наименование сырья	Содержание оксидов, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
глина Кантатского месторождения	61,07	23,80	3,39	0,49	0,45	0,015	2,83	0,5	5,33

В соответствии с ГОСТ 9169-75 «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация» исследуемые глины характеризуются следующими показателями:

- глина Солнечного месторождения: по содержанию глинозема (Al₂O₃) в прокаленном состоянии – относится к группе кислых; по содержанию красящих оксидов (Fe₂O₃) в прокаленном состоянии – относится к группе с высоким содержанием красящих оксидов;
- глина Кантатского месторождения: - по содержанию глинозема в прокаленном состоянии – относится к группе полукислых; по содержанию красящих оксидов в прокаленном состоянии – относится к группе с высоким содержанием красящих оксидов.

Группа пригодности глинистого сырья определена путем построения диаграммы размещения главнейших групп оксидов в соответствии с техническим назначением глин (по А.И. Августину), на основании анализа химических составов исследуемых глин, и представлена на рисунке 4.



А – местоположение глины Солнечного месторождения; Б – местоположение глины Кантатского месторождения; 1 – глины, пригодные для огнеупоров; 2 – глины, пригодные для производства плиток; 3 – гончарные и терракотовые глины; 4 – черепичные глины; 5 – глины для производства мостового клинкера; 6 – глины для производства керамического кирпича; 7 – глины для производства керамзита

Рисунок 4 – Диаграмма размещения главнейших групп оксидов в соответствии с техническим назначением глин (по А.И. Августину)

Анализируя полученную диаграмму, можно сделать вывод, что глина Солнечного месторождения пригодна для производства керамического кирпича и керамзита, так же она может использоваться в качестве черепичной глины, гончарной или терракотовой; глина Кантатского месторождения пригодна для производства плиток.

По полученным результатам можно сделать вывод, что исследованное глинистое сырье не отличается высокими показателями качества, поэтому требуется корректировка его гранулометрического, химического и минерального составов. Это необходимо для применения его в изделиях строительной керамики.

Рентгенограмма основного глинистого сырья представлена на рисунке 5.

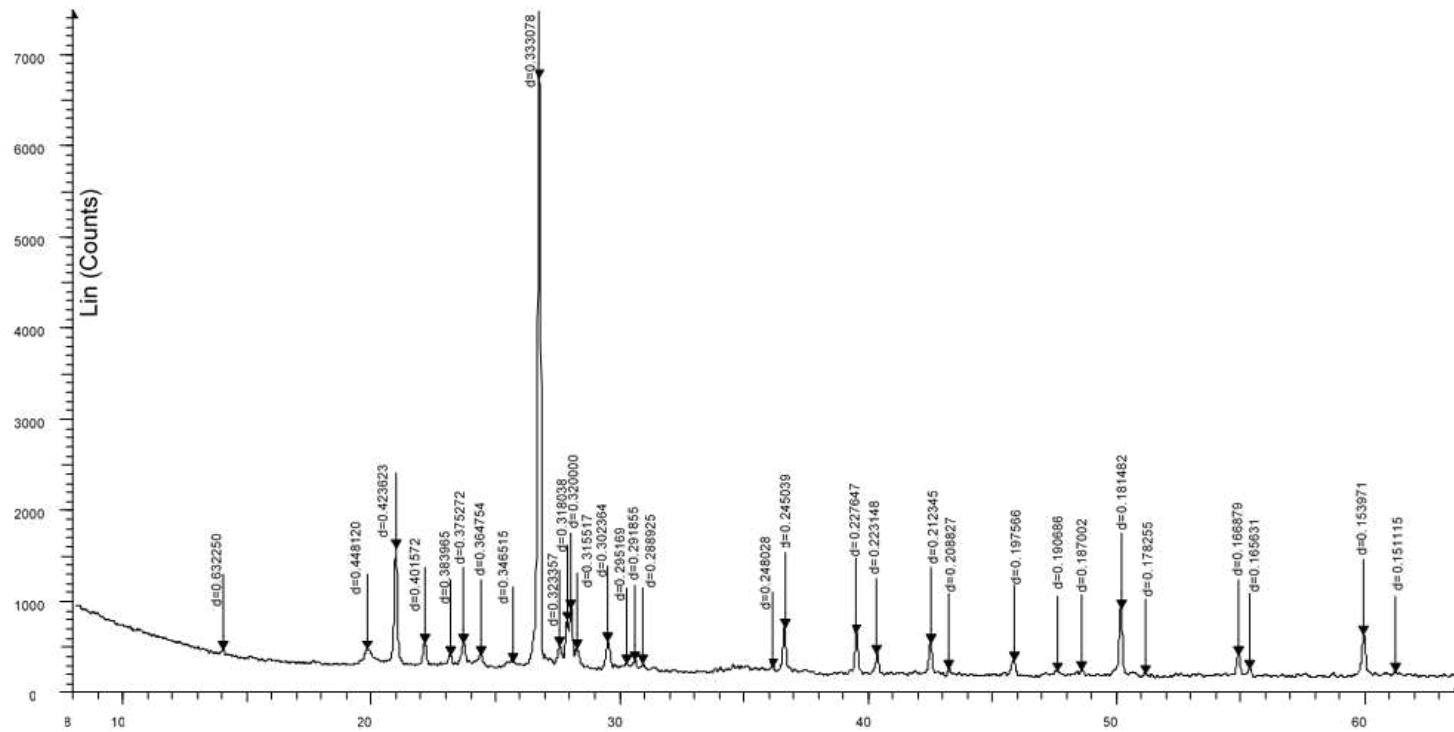


Рисунок 5 - Минералогический состав обожженного образца 1 глины Солнечного месторождения
(межплоскостные расстояния в нанометрах – нм)

Анализируя полученную рентгенограмму, можно сделать вывод, что основными минералами, образующимися в процессе обжига, является β - модификация кварца ($d = 0.333; 0.423; 0.245; 0.227; 0.181$ нм), глинистая составляющая в основном представлена монтмориллонитом ($d = 0.632; 0.448; 0.315; 0.245$ нм).

2.3 Влияние шликера на свойства керамических изделий

Для улучшения свойств керамических изделий в состав шихты вводится добавка тугоплавкой глины в количестве 20-30%. Это приводит к улучшению свойств керамических изделий, но увеличивает стоимость готовой продукции. В данной работе мы исследуем возможность введения добавки тугоплавкой глины в меньшем количестве в виде шликера.

Шликер готовили разбавлением тугоплавкой глины с водой 50% на 50% и оставляли в течение 1-2 суток, что позволило частицам глины набухнуть и частично измельчиться. Затем добавку вводили в шихту в количестве 5, 7 и 10% от массы основного сырья.

Рабочие составы представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Рабочие составы шихты

№ состава	Состав шихты, %	
	глина Солнечного месторождения (C)	глина Кантатского месторождения (K)
1	100	0
2	95	5
3	93	7
4	90	10

Из приготовленной шихты готовились образцы в виде плиточек, для изучения усадочных свойств, и цилиндры, для определения прочности и водопоглощения.

2.3.1 Влияние добавки шликера на сушильные свойства

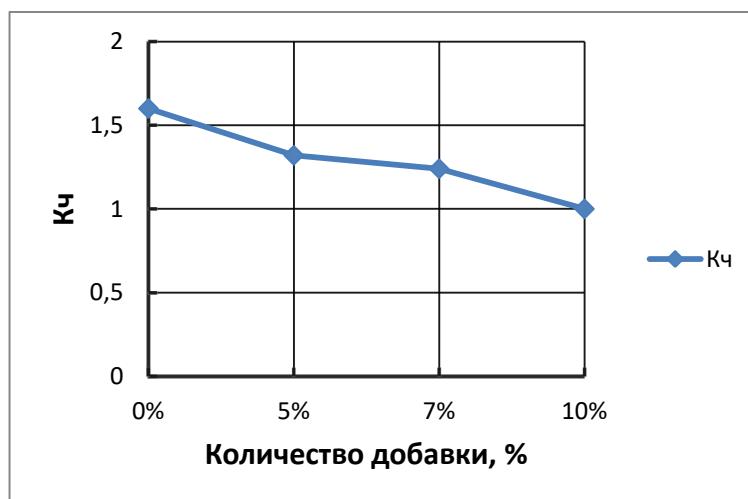
Важными свойствами глин являются сушильные свойства. От них зависит технологический процесс изготовления изделий. Для получения материалов с заданными свойствами, необходимо исследовать эти свойства и подобрать оптимальный состав.

Исследование сушильных свойств глины включает определение коэффициента чувствительности к сушке, воздушной линейной усадки, огневой линейной усадки и общей усадки. Данные свойства определялись на образцах-плиточках размером 50x50x8 мм.

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 6. График изменения коэффициента чувствительности к сушке в зависимости от количества введенной добавки представлен на рисунке 6; график изменения усадки – на рисунке 7.

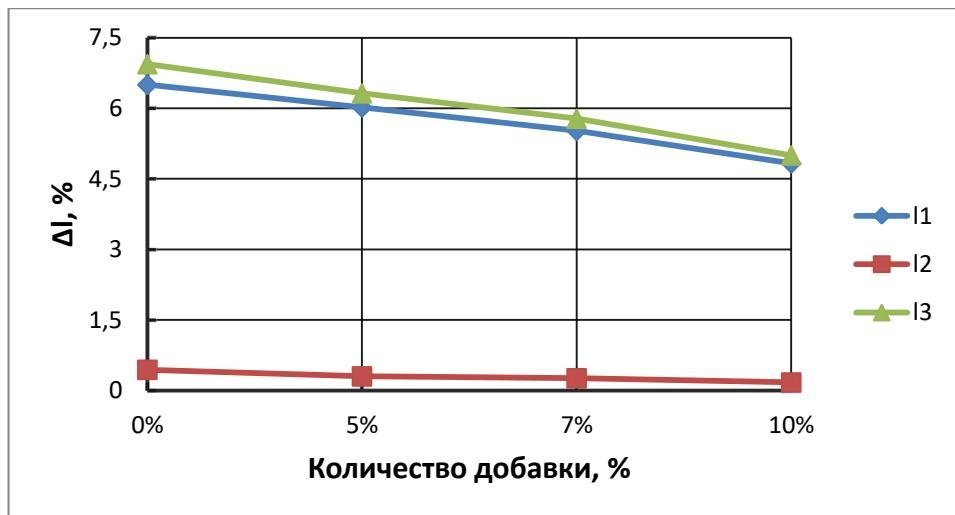
Таблица 6 – Сушильные свойства образцов

№ состава	Шихта, %		Кч	l_1 , %	l_2 , %	l_3 , %
	Основная глина (С)	Добавка (К)				
1	100	-	1,6	6,5	0,44	6,94
2	-	100	0,65	6,23	4,7	10,93
3	95	5	1,32	6,02	0,3	6,32
4	93	7	1,24	5,52	0,26	5,78
5	90	10	1	4,83	0,17	5



Кч – коэффициент чувствительности к сушке

Рисунок 6 – График изменения коэффициента чувствительности к сушке в зависимости от количества введенной добавки



l_1 - воздушная линейная усадка, %; l_2 - огневая линейная усадка, %; l_3 - общая линейная усадка, %

Рисунок 7 – График изменения усадки в зависимости от количества введенной добавки

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что при увеличении введения количества добавки тугоплавкой глины Кантатского месторождения коэффициент чувствительности к сушке уменьшается, при введении 10%-ной добавки – полученное глинистое сырье относится к малочувствительному. Значение общей линейной усадки так же уменьшается: воздушная линейная усадка находится в пределах 5%, огневая – в пределах 0,2%.

2.3.2 Влияние добавки шликера на водопоглощение

Водопоглощение – это свойство, которое характеризует пористость керамических изделий и зависит от объема пор, их размеров и вида пористости.

Согласно ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» водопоглощение изделий должно быть – не менее 6%.

Испытания водопоглощения проводились на образцах-плиточках размерами 50x50x5 мм, обожженных при заданной температуре.

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 7. Диаграмма изменения водопоглощения в зависимости от количества введенной добавки представлена на рисунке 8.

Таблица 7 – Водопоглощение керамических образцов

№ состава	Шихта, %		Среднее значение водопоглощения, Wср., %
	Основная глина (С)	Добавка (К)	
1	100	-	14
2	-	100	11
3	95	5	10,4
4	93	7	10,25
5	90	10	10,1



Рисунок 8 – Диаграмма изменения водопоглощения керамических образцов в зависимости от количества введенной добавки

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что при введении добавки тугоплавкой глины Кантатского месторождения значение

водопоглощения керамических образцов уменьшается, поскольку керамический черепок материала становится плотнее, что приводит к уменьшению пористости.

2.3.3 Влияние добавки шликера на плотность и прочность

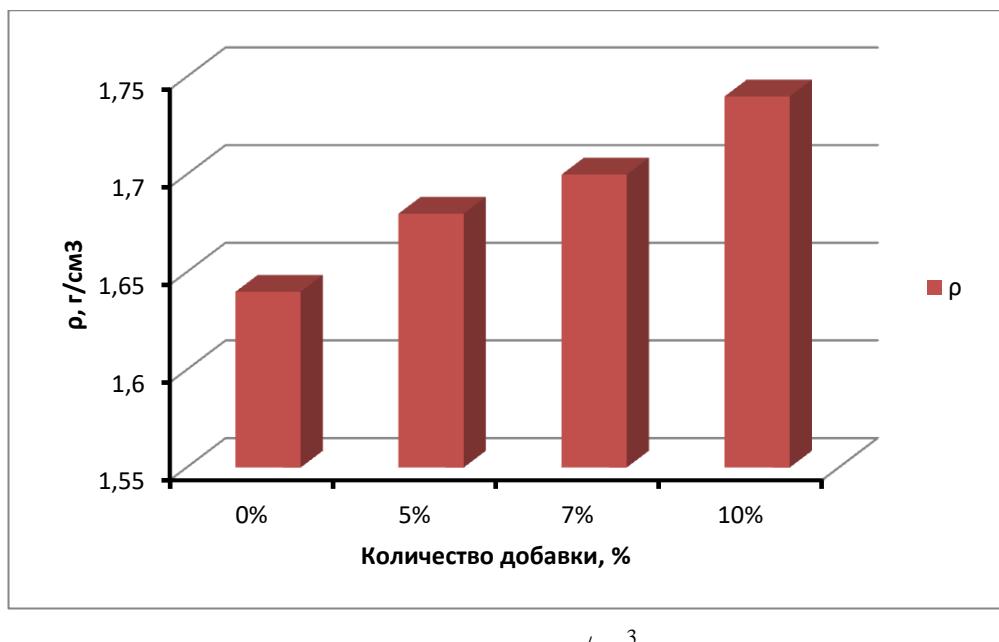
Согласно ГОСТ 530-2012, керамические материалы делят на марки в зависимости от предела прочности при сжатии и изгибе.

В лаборатории испытания проводились на образцах-цилиндрах размерами $d=50$ мм и $h=50$ мм. Для определения предела прочности при сжатии образцы испытывались на гидравлическом прессе.

Результаты проведенных испытаний представлены в таблице 8. Диаграммы изменения плотности и прочности при сжатии керамических образцов представлены на рисунках 9 и 10 соответственно.

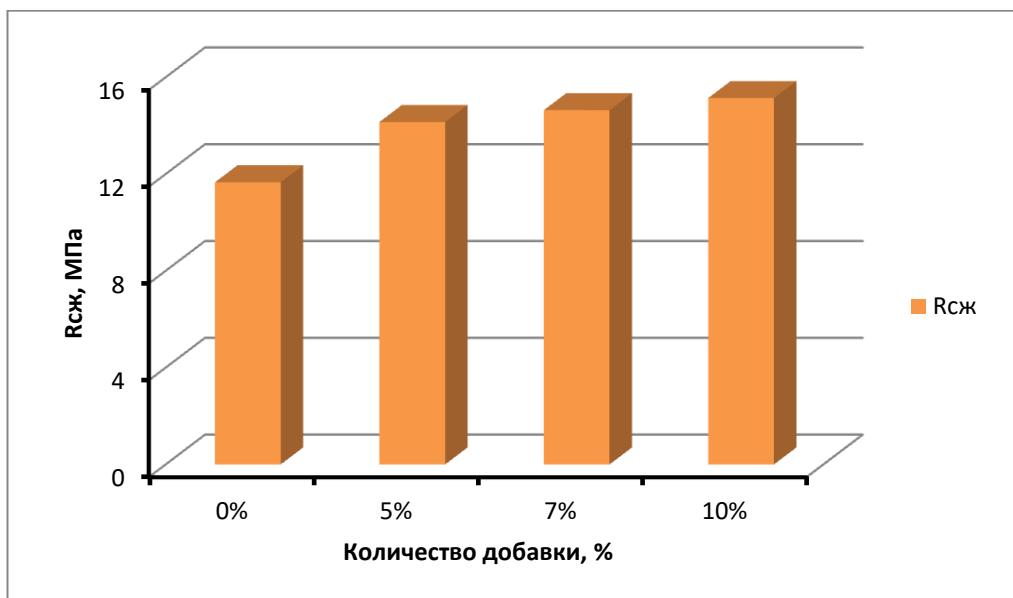
Таблица 8 – Механические свойства образцов

№ состава	Шихта, %		Плотность, ρ , г/см ³		Предел прочности при сжатии, R _{сж} , МПа	
	Основная глина (С)	Добавка (К)	образца	среднее значение	образца	среднее значение
1	100	-	1,64	1,64	11,59	11,66
			1,61		11,94	
			1,65		11,45	
2	-	100	1,81	1,82	17,03	17,05
			1,84		17,1	
			1,82		17,03	
3	95	5	1,67	1,68	14,15	14,15
			1,69		13,99	
			1,68		14,32	
4	93	7	1,7	1,7	14,6	14,64
			1,69		14,7	
			1,71		14,6	
5	90	10	1,76	1,74	15,17	15,14
			1,74		15,08	
			1,73		15,16	



ρ - плотность, $\text{г}/\text{см}^3$

Рисунок 9 - Диаграмма изменения плотности в зависимости от количества введенной добавки



$R_{сж}$ - Предел прочности при сжатии, МПа

Рисунок 10 – Диаграмма изменения прочности при сжатии в зависимости от количества введенной добавки

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что введение в глинистое сырье добавки тугоплавкой глины в виде шликера позволяет повысить прочностные характеристики керамических изделий. При введении 5% добавки предел прочности при сжатии увеличился на 21,36%, по сравнению с шихтой без добавки, при введении 10% добавки – на 29,85%. Плотность увеличилась соответственно на 2,4% и 6,1%.

Физико-механические свойства исследуемых керамических образцов представлены в таблице 9.

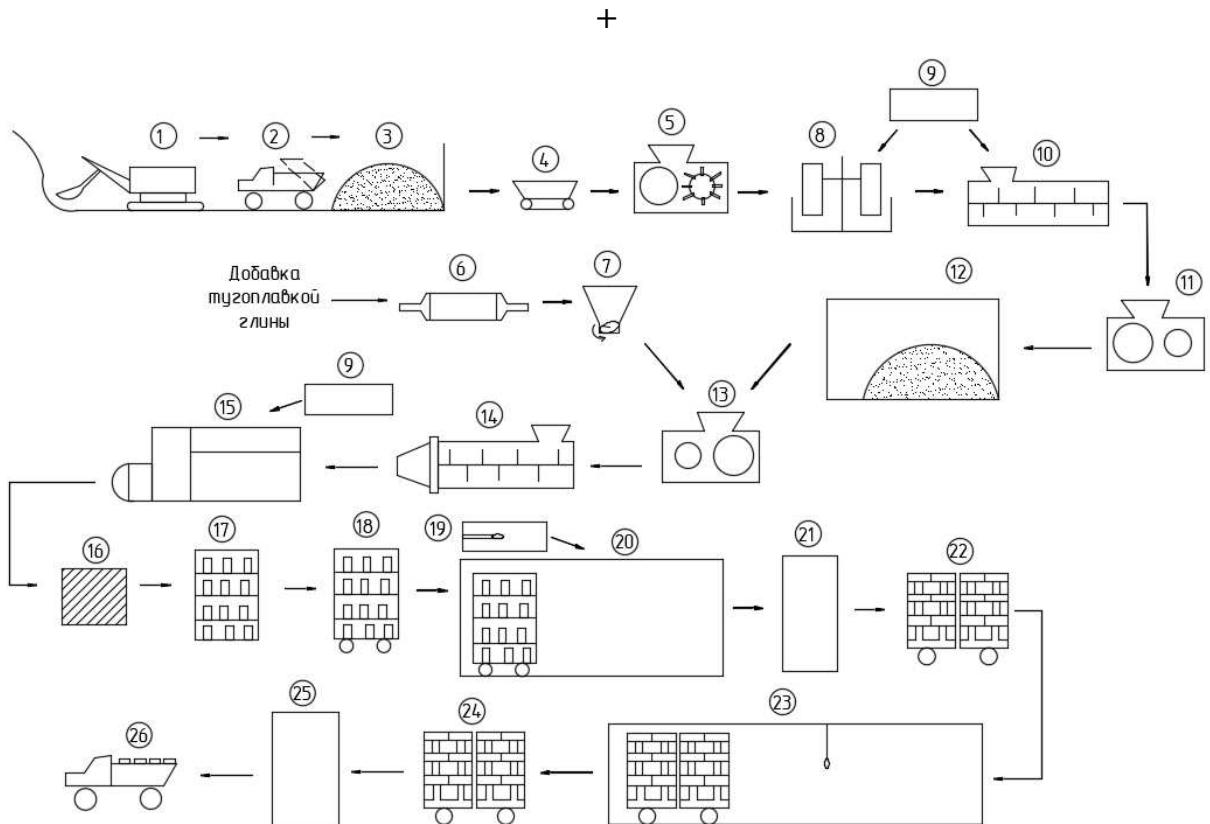
Таблица 9 – Физико-механические свойства образцов

№ состава	Шихта, %		Коэффициент чувствительности к сушке, Кч	Воздушная линейная усадка, %	Огневая линейная усадка, %	Общая линейная усадка, %	Водопоглощение, %	Плотность, г/см ³	Предел прочности при сжатии, МПа
	Основная глина (С)	Добавка (К)							
1	100	-	1,6	6,5	0,44	6,94	14	1,64	11,66
2	-	100	0,65	6,23	4,7	10,93	11	1,82	17,05
3	95	5	1,79	5,5	0,37	5,87	10,4	1,68	14,15
4	93	7	1,54	7,8	0,52	8,32	10,25	1,7	14,64
5	90	10	1,32	9,1	0,61	9,71	10,1	1,74	15,14

Таким образом, активационное измельчение тугоплавкого глинистого сырья способствует улучшению свойств керамических изделий, не изменяя состав сырьевой шихты. При применении активированной тугоплавкой глины получают более прочную керамику за счет большей ее реакционной способности и оптимизации процесса спекания.

2.4 Технологическая схема производства кирпича пластическим способом

Проведенные исследования позволяют предложить следующую схему производства керамического кирпича:



1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – глинозапасник; 4 – ящичный питатель глины; 5 – камневыделительные вальцы; 6 – промышленный активатор; 7 – промежуточный бункер хранения шликера с лопастью; 8 – бегуны; 9 – вода; 10 – глиномешалка; 11 – вальцы грубого помола; 12 – шихтохранилище; 13 – вальцы тонкого помола; 14 – глиномешалка с фильтрующей решеткой; 15 – пресс с глиномешалкой; 16 – резательное устройство; 17 – укладчик кирпича-сырца на сушильную вагонетку; 18 – сушильная вагонетка; 19 – подача теплоносителя; 20 – сушилка; 21 – перегрузчик высушенного кирпича на печные вагонетки; 22 – печная вагонетка; 23 – туннельная печь; 24 – перекладчик обожженного кирпича в транспортные пакеты; 25 – склад готовой продукции; 26 – отгрузка продукции

Рисунок 11 – Технологическая схема производства керамического кирпича методом пластического формования

Первым этапом проводятся карьерные работы, которые включают в себя добычу, транспортировку и хранение промежуточного запаса глины.

Вторым этапом является подготовка формовочной массы. Со склада сырья основное глинистое сырье поступает в камнедробильные вальцы, в которых выполняется процесс исключения каменистых включений.

Грубое дробление состоит из двух стадий:

- на первой - выполняется рыхление кусков глины с помощью бегунов;
- на второй – измельчение глины с помощью вальцов грубого помола, дробление в них происходит за счет раздавливания глиняной лепешки. На этой стадии измельчение глины происходит до кусков размером 10-15 мм.

После этого глина поступает в шихтохранилище (шихтозапасник) бункерного типа, где усредняется и гомогенизируется.

Вслед за этим глина попадает в вальцы тонкого помола, где выполняется процесс тонкого измельчения. Зазор между валками составляет 1 мм.

Цель тонкого измельчения - разрушение водопрочных оболочек, которые цементируют отдельные зерна глинообразующих минералов, разрушение самих зерен и освобождение молекулярных связей, за счет которых глина будет гидратироваться.

Тугоплавкая глина, которая является добавочным сырьем, проходит те же самые подготовительные операции, что и основное сырье. На чертеже (лист № 5) добавка показана в виде стрелки, что позволяет не усложнять чертеж. Добавка готовится следующим образом: глина увлажняется до жидкотекучего состояния с влажностью $W=45-50\%$ и поступает в промышленный активатор, где происходит высокотехнологичная обработка. При невозможности воспроизведения данного способа, активация глины проводится естественным способом. Шликер готовится разбавлением тугоплавкой глины с водой 1:1 и оставляется на срок 1-2 суток. Это позволяет частицам глины набухать и частично измельчаться. Промежуточный бункер хранения шликера оснащен лопастью для

перемешивания, это позволяет исключить оседание и нарушение однородности. После чего шликер перемешивается с основным сырьем.

Третий этап – формование сырца. Глиняная масса имеет пластичную консистенцию. Формование производится на ленточном вакуумном прессе: масса попадает в воронку пресса, происходит перемешивание и уплотнение сырья, далее - перемещение его к выходному сужению – мундштуку. После чего глиняный брус разрезается резательным устройством на изделия требуемого размера.

Четвертым этапом является сушка. После формования сырец имеет невысокую механическую прочность, поскольку в массе присутствует влага. Поэтому перед обжигом изделия предварительно сушат в сушильных устройствах. Сушилка оснащена рельсовыми путями, по которым передвигаются вагонетки. Высушенные изделия выкатываются из туннеля, и выполняется садка на печные вагонетки.

Обжиг изделий – завершающий пятый этап. При обжиге окончательно формируется структура материала, то есть происходит спекание керамики.

После обжига кирпич снимается с вагонеток, фиксируется на поддонах, фасуется в транспортные пакеты и транспортируется автопогрузчиком. Склад готовой продукции находится на открытой площадке и располагается на территории предприятия. На складе имеются мостовые краны, необходимые для разгрузки поддонов с кирпичом в автомобили.

Глава 3. Экология и охрана окружающей среды

Экосистеме планеты нанесен значительный ущерб, вследствие таких факторов как появление промышленного производства, совершенствование современных технологий, продвижение технического прогресса. Данные перемены явились причиной деятельности человека, поэтому именуются антропогенными.

Деятельность человека, ориентированная на достижение определенных целей: воплощение социальных, общественно-политических, материальных и других интересов, которая наносит вред окружающей среде в виде всевозможных изменений, называется антропогенным воздействием. Такое воздействие может быть стихийным или осознанным. Осознанное воздействие совершается человеком осмысленно и целенаправленно, в другом случае воздействие – стихийное (непроизвольное).

Виды антропогенного воздействия на природу представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Виды антропогенного воздействия на природу

Антропогенные воздействия разнообразны по типу, масштабу, времени действия. Система биосфера разрушается вследствие выполнения таких воздействий.

В таблице 10 представлено воздействие различных веществ на биосферу.

Таблица 10 – Антропогенное воздействие на биосферу

Извлечение из биосфера	Поступление в биосферу
Ископаемые – 100 млрд. т	Химические вещества – 100 тыс. наименований
Металлы – 800 млн. т	Синтетические материалы – 60 млн. т Пестициды – 5 млн. т Металлы – 50 млн. т Жидкий сток – 500 млрд. м ³ Твердые отходы – 17,4 млрд. т CO ₂ – 20 млрд. т SO ₂ – 150 млн. т

В целом, результат всевозможных воздействий на биосферу оценивается по характеру: положительный (позитивный) или отрицательный (негативный).

- Позитивными последствиями являются восстановление земельных участков, воспроизведение необходимых ресурсов, воссоздание водных запасов.

- Негативные последствия – это вырубание лесных территорий, повышение содержания соли в почвах, уничтожение некоторых видов растений и животных, загрязнение окружающей среды.

Загрязнение – это попадание в природную среду веществ в жидким, твердом, либо газообразном состоянии, которые оказывают отрицательное влияние на экосистему.

Объектами загрязнения являются атмосфера, вода, почва.

Источниками загрязнения являются:

- промышленные предприятия;
- теплоэнергетический комплекс;

- отходы различного назначения: строительные, транспортные, медицинские, бытовые и другие;
- выбросы загрязняющих веществ: химические соединения, токсические вещества и другие.

Следовательно, загрязнения различного вида приводят в негодность экологические системы и биосферу путем распространения отходов. Результатом являются расходование плодородных земель, уменьшение эффективности экологических систем и биосферы.

Таким образом, защита окружающей среды представляет собой первостепенную задачу в решении проблем природопользования.

3.1 Рациональное использование воздуха

На сегодняшний день важнейшей задачей является охрана и защита атмосферного воздуха, поскольку только таким образом возможно восстановление природной среды.

Масштабы загрязнения атмосферы представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Масштабы загрязнения атмосферы

Регион	Слой атмосферы	Временной период
Глобальный	Все слои	Десятилетия
Континентальный	Стратосфера	Годы
Региональный	Тропосфера	Месяцы
Локальный	Нижний слой тропосферы (до 1500 м)	Сутки
Непосредственное окружение источника	Высота дымовой трубы	Часы

В целом по Российской Федерации валовые объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в

промышленности в 2005 г. составили 20,4 млн. т. Валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу в 2010 г. составил 19,07 млн. тонн [12].

Ниже представлен вклад в загрязнение атмосферного воздуха основных отраслей промышленности РФ (%) [12].

Таблица 12 – Загрязнение атмосферного воздуха основными отраслями промышленности

Отрасль промышленности	Процент загрязнения, %
Транспорт	40
Электроэнергетика	28,5
Цветная металлургия	21,6
Черная металлургия	15,2
Нефтедобыча	7,9
Нефтепереработка	5,1
Машиностроение	3,6
Угольная промышленность	3,6
Газовая промышленность	3,3
Производство строительных материалов	3,2
Химическая промышленность	2,7
Деревообработка	2,6
Пищевая промышленность	1,5
Оборонная промышленность	0,6
Легкая промышленность	0,4

Степень улавливания и обезвреживания вредных веществ в настоящее время остается на уровне 78–79%, взвешенных частиц—90–95%. Несмотря на сокращение производства и закрытие многих предприятий, уровень загрязнения атмосферы остается высоким: в целом по городам России средние концентрации диоксида азота и сероуглерода в воздухе превышают ПДК [12].

3.1.1 Вредные вещества на производстве

Ядовитые вещества, которые воздействуют на человека в производственных условиях, очень опасны. Они проявляются в различных состояниях: твердые, жидкые, паро- и газообразные.

В настоящее время известно более 5 млн. химических веществ, из которых 60 тыс. широко применяется в промышленности. Ежегодно в мировой практике синтезируется от 500 до 1000 новых химических веществ и их соединений, поэтому вероятность загрязнения рабочих мест ядовитыми веществами все более возрастает [16].

Промышленные яды классифицируются различным образом. Ядовитые вещества, которые встречаются в строительстве, делятся на группы:

- 1) твердые яды. К ним относятся: свинец, мышьяк, некоторые виды красок;
- 2) жидкые и газообразные яды. К ним относятся: оксид углерода, бензин, сероводород, сероуглерод, спирты и др.

По характеру токсичности ядовитые вещества бывают:

- 1) едкие яды, которые разрушают кожный покров и слизистые оболочки. Это — HCl , H_2SO_4 , CrO_3 и др.;
- 2) яды, которые действуют на органы дыхания. К ним относятся: SiO_2 , SO_2 , NH_3 и др.;
- 3) ядовитые вещества, которые действуют на кровь: CO , мышьяковистый водород и др.;
- 4) яды, которые оказывают влияние на нервную систему. Ими являются спирты, сероводород, углеводороды.

Оксид углерода CO — газообразное вещество, цвета и запаха не имеет. Встречается на предприятиях, где выполняется сушка, обжиг или прогрев продукции.

Сернистый ангидрид S02 — газ, не имеет цвета, характеризуется удушливым запахом и кислым вкусом. Выделяется при сгорании углей и нефти, которые содержат серу.

Сероводород H2S — высокотоксичный газ, не имеет цвета, имеет запах. Он тяжелее воздуха, встречается в колодцах и траншеях.

Хлор Cl — газ, имеющий зеленовато-желтый цвет и удушливый запах. Используется при производстве строительных работ в зимних условиях: входит в состав хлорированных растворов.

Бензин — смесь углеводородов, не имеет цвета, легко испаряется. Применяется в строительстве как растворитель красок при производстве малярных работ.

На предприятиях систематически осуществляется контроль за количеством содержания вредных и опасных веществ в воздухе рабочей зоны. Такой контроль выполняется заводскими санитарными лабораториями, так же он осуществляется городскими (районными) санитарно-эпидемиологическими станциями (СЭС).

3.1.2 Производственная пыль и методы борьбы с ней

Основным загрязняющим веществом в производстве строительных материалов является пыль.

Пыль представляет, собой гигиеническую вредность, так как она отрицательно влияет на организм человека. Под воздействием пыли могут возникать такие заболевания, как пневмокониозы, экземы, дерматиты, конъюнктивиты и др. Чем мельче пыль, тем она опаснее для человека. Наиболее опасными для человека считаются частицы размером от 0,2 до 7 мкм, которые, попадая в легкие при дыхании, задерживаются в них и, накапливаясь, могут стать причиной заболевания. Существует три пути проникновения пыли в организм человека: через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт и кожу. Помимо этого пыль ухудшает видимость

на строительных объектах, снижает светоотдачу осветительных устройств, повышает абразивный износ труящихся изделий машин и механизмов. В результате этих причин снижается производительность и качество труда и ухудшается общая культура производства [16].

В зависимости от того какой химический состав имеет пыль, определяется ее гигиеническая вредность. Если в пыли присутствуют вещества, которые содержат токсические свойства, возрастает опасность пыли. Диоксид кремния SiO_2 – одно из опаснейших соединений, так как вызывает заболевание – силикоз.

По химическому составу пыль бывает:

- органическая (хлопковая, древесная и др.);
- неорганическая (цементная, кварцевая и др.);
- смешанная.

Концентрация пыли в реальных производственных условиях может составлять от нескольких мг/м³ до сотен мг/м³. Санитарными нормами (СН 245—71) установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) пыли в воздухе рабочей зоны. В зависимости от химического состава пылей их ПДК колеблются в пределах от 1 до 10 мг/м³ [16].

Следующий комплекс мероприятий проводится для того, чтобы препятствовать загрязнению пылью воздуха в помещениях производственного назначения, а так же для обеспечения безопасных условий труда для рабочих от негативного воздействия пыли:

1) Обеспечивается полная механизация и автоматизация технологических процессов, за счет чего уменьшается количество рабочих, пребывающих в зонах обильного пылевыделения.

2) Используются герметичные устройства (оборудования) для транспорта пылящих материалов. Примером служат установки пневматического транспорта всасывающего типа, поскольку не выделяют пыль в воздух в помещениях.

3) Применяется технология увлажнения сыпучих материалов.

Примером является гидроорошение форсунками.

4) Используются аспирационные установки, позволяющие удалить пыль, которая образовалась в результате механической обработки некоторых видов хрупких материалов при процессах помола, транспортирования и дозирования материалов.

5) Производится постоянная уборка помещений с использованием вакуумных установок передвижного или стационарного типа. Наиболее эффективными являются стационарные установки.

6) Для индивидуальной защиты от пыли применяются респираторы различных видов, очки, спецодежда.

В промышленности для очистки воздуха от пыли применяются аппараты различной конструкции: фильтры – это устройства, в которых частицы пыли отделяются от воздуха путем фильтрации через пористые материалы; и пылеуловители – это аппараты, которые работают на других принципах отделения пыли.

В зависимости от природы сил, действующих на взвешенные в газе пылевые частицы для их отделения от газового потока, используют следующие типы пылеулавливающих аппаратов:

- сухие механические пылеуловители (взвешенные частицы отделяются от газа при помощи внешней механической силы);
- мокрые пылеуловители (взвешенные частицы отделяются от газа путем промывки его жидкостью, захватывающей эти частицы);
- электрические пылеуловители (частицы пыли отделяются от газового потока под действием электрических сил);
- фильтры (пористые перегородки или слои материала, задерживающие пылевые частицы при пропускании через них запыленного воздуха);
- комбинированные пылеуловители (используются одновременно различные принципы очистки) [16].

Пылеосадительные камеры просты в устройстве и эксплуатации. Принцип работы заключается в том, что частицы пыли отделяются от воздуха под действием силы тяжести, когда воздух проходит через камеры. Такие аппараты применяются для грубой очистки, их эффективность – 50-60%.

Также для очистки воздуха от пыли применяются циклоны (центробежные пылеотделители). Они имеют простую конструкцию и обеспечивают высокую степень обеспыливания воздуха, что составляет 80-90%.

Для улавливания сухой неслипающейся пыли в промышленности используют рукавные фильтры, их эффективность составляет 90-99%.

Электрические фильтры применяют для очистки от пыли воздуха и промышленных газов, их эффективность очень высокая и составляет 99,9%. Частицы улавливаются любых размеров. К преимуществам таких устройств относятся экономичная эксплуатация, очищение газов при высоких температурах (до 450°C).

Существуют аппараты глубокой очистки – это пылеуловители мокрого типа. Они имеют высокую эффективность пылеулавливания - 99,0-99,5%. Применяются в тех случаях, когда пыль хорошо смачивается водой и не цементируется.

3.1.3 Основные направления работ по снижению загрязнения воздуха

Уменьшить количество загрязненного воздуха в атмосфере на предприятиях по производству строительных материалов можно путем выполнения следующего комплекса мероприятий:

- Введение разных видов методов: экономических, моральных и других, для охраны атмосферы. Примером является плата за выбросы.

- Использование малоотходных и безотходных производств строительных материалов, в частности керамического кирпича, а также других отраслей промышленности.

- Продвижение систем, контролирующих загрязнение атмосферы. Они могут работать в дистанционном формате или быть автоматизированы.

- Применение высокотехнологичных методов очистки газов от пыли, которые имеют высокий коэффициент полезного действия.

- Ликвидирование устаревших установок, работающих на производствах, а также применение альтернативных источников энергии.

3.2 Рациональное использование воды

Рост числа населения стабильно увеличивается, что в результате приводит увеличению потребностей человека в водных ресурсах. Пресная вода потребляется в большем количестве, чем все остальные виды природных ресурсов.

Всего в РФ в 2006 г. использовано 62,1 км³ свежей воды, в том числе: из поверхностных источников—49,4 км³, из подземных—7,7 км³, морской воды—5,0 км³. Ниже представлено распределение объемов потребляемой воды по отраслям (в%) [12].

Таблица 13 – Распределение объемов потребляемой воды по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Процент потребления, %
Деревообработка	19,4
Химическая промышленность	18,3
Электроэнергетика	14,4
Черная металлургия	9,5
Угольная промышленность	8,8
Машиностроение	8,6

Окончание таблицы 13

Отрасль промышленности	Процент потребления, %
Цветная металлургия	6,5
Нефтепереработка	3,1
Оборонная промышленность	2,3
Легкая промышленность	2,0
Пищевая промышленность	1,7
Промышленность стройматериалов	1,7
Нефтедобыча	0,3
Газовая промышленность	0,08

Загрязнение поверхностных вод осуществляется различными способами:

- в открытые водоемы сбрасываются сточные воды, не прошедшие этап очистки, к ним относят: коммунальные, промышленные, бытовые воды. Уменьшить количество загрязнения сточных вод с помощью установки специальных устройств-фильтров, а также очистных сооружений;
- во время дождя удобрения и различные химикаты смываются в реки и озера, что в результате приводит к ухудшению качества воды;
- на поверхность воды оседают такие выбросы как зола, пыль, несгоревшие частицы, что загрязняет водную среду. Такие явления происходят в промышленных районах, зачастую вблизи находления ТЭС;
- продукты нефтепереработки являются опасным загрязнением биосферы. Такое загрязнение получается в последствие аварий на нефтяных станциях, на буровых платформах.

Кроме поверхностных происходит загрязнение и подземных (грунтовых) вод, наиболее явно проявляющееся в промышленных районах. Источники загрязнения разнообразны — просачивание сточных вод из временных хранилищ и отстойников, через неисправные скважины и трубопроводы. Важно, что загрязнение распространяется на большой

площади. Это создает опасность для питьевого водоснабжения расположенных рядом населенных пунктов [14].

3.2.1 Создание замкнутых водооборотных систем

Под замкнутой водооборотной системой понимается очистка и повторное использование воды.

Замкнутые системы водоснабжения для производств являются основой рационального водопользования. Существуют три основных фактора, которые отвечают на вопрос: почему необходимо создавать такие системы.

1) Дефицит пресной воды. Преимущественно в южной части страны размещаются районы, в которых замечен недостаток пресной воды.

Пресной воды не хватает вследствие выполнения следующих процессов:

- количество воды, затрачиваемое на потребление, повседневно растет;
- качество воды в природных источниках значительно снижается в результате сброса сточных вод;
- содержание солей в водах возрастает, что, в свою очередь, приводит к ухудшению качества воды.

2) Водоемы обладают способностью к самоочищению. Поскольку в них все чаще сбрасываются сточные воды, эта уникальная способность становится слабее.

Прогноз развития хозяйственной деятельности показывает, что для разбавления сточных вод при условии, что их качество после очистки будет находиться на современном уровне, потребуется использование всех водных ресурсов планеты [12].

3) Выгода с экономической точки зрения. Для того чтобы сбросить сточные воды в открытые водоемы, прежде всего, требуется их очистка от загрязнений. В современном мире нынешние технологии позволяют получить воду любой степени чистоты.

3.2.2 Методы очистки сточных вод

Методы очистки (переработки) промышленных, а также сельскохозяйственных, сточных вод делятся на группы:

1) Физические методы. Принцип работы такой методов заключается в отделении всех видов примесей, к ним относят отстаивание и фильтрацию.

2) Физико-химические методы. Принцип работы – преобразовать примесь в другую форму и состояние, например, коагуляция, кристаллизация, образование малорастворимых соединений, окисление и восстановление.

3) Биохимические методы – аэробные и анаэробные.

На практике чаще всего применяют комплекс этих мер. Широко применяется биохимическая очистка, обеспечивающая степень очистки от органических веществ 90%, от неорганических – 20-40%.

3.3 Переработка и обезвреживание отходов

С наступлением человеческой цивилизации появилась одна из самых важных и глобальных проблем – это отходы производства. Только в России ежегодно образуется около 7 млрд. тонн отходов, в том числе около 130 млн. тонн твердых бытовых (коммунальных) отходов, и это количество увеличивается на 3–4% в год [12]. Отходы загрязняют окружающую среду: атмосферу, почву, поверхностные и подземные воды, поскольку обладают высокой токсичностью. Большую опасность отходы представляют для человека, проникая в организм через пищу. Значительное количество площадей, в частности сельскохозяйственного назначения, отводится для захоронения отходов.

Сфера управления отходами в России имеет тенденцию минимизации отходов:

- предотвращение и уменьшение количества образования отходов (безотходное производство);
- улучшение качества образующихся отходов;
- уменьшение количества токсичных веществ в отходах;
- повторное использование, восстановление или извлечение полезных компонентов их них.

Проблема твердых бытовых отходов (ТБО) в настоящее время становится все более и более актуальной, особенно в городах. Согласно данным последней переписи населения, в нашей стране около 70% людей проживает в крупных городах. При этом ежегодно на каждые 100 тыс. жителей образуется около 200 тыс. тонн отходов (средние цифры для крупнейших мегаполисов РФ), в том числе в жилом фонде — примерно 25 тыс. тонн ТБО и крупногабаритного мусора. Около 14 тыс. тонн ТБО и крупногабаритных материалов и 15 тыс. тонн отходов производства образуются в нежилом фонде города. К этим отходам добавляется примерно 6 тыс. тонн медицинских и биологических отходов. При увеличивающихся повсеместно масштабах строительных работ в городах образуется еще около 110 тыс. тонн строительных отходов. При очистке сточных вод производится около 30 тыс. тонн осадков. В ближайшие 5–7 лет аналогичные объемы отходов будут характерны и для большинства крупных городов РФ [12].

При производстве ремонтных работ на строительной площадке в больших количествах образуются строительные отходы, например, кирпичные. Такие отходы отправляют на свалку твердых бытовых отходов. Количество и объемы свалок обширно увеличиваются, что в результате приводит к загрязнению окружающей среды.

Большой объем производства керамического кирпича позволяет утилизировать промышленные отходы в значительных количествах и широком диапазоне их состава с использованием традиционной технологии и аппаратурного оснащения [27]. Одним из способов расширения применения глинистых пород низкого сорта является создание композиций с

использованием в качестве добавки - техногенных материалов, что позволяет повысить технические свойства и снизить стоимость готовой продукции.

Если рассматривать рациональное природопользование с позиции, что керамический кирпич – это не до конца использованное строительное сырье, можно сказать, что такое сырье может обеспечить керамическую промышленность отходящим материалом высокого качества, который подобен шамоту. Шамот – это добавка, которая применяется в качестве отощителя глины. Шамот не снижает огнеупорность глиняной массы, по сравнению с другими отходящими добавками. При производстве дешевых керамических изделий, в том числе керамического кирпича, его не применяют, так как он является дорогим материалом.

На сегодняшний день система переработки твердых бытовых отходов – это широкая отрасль промышленности, обеспеченная современной техникой. Важные вопросы в этом направлении: сбор твердых бытовых отходов и их транспортировка. Так же эти процессы являются самыми дорогими: собрать и транспортировать твердые бытовые отходы в настоящий момент может стоить порядка 60-80% от общей стоимости всей переработки отходов.

Опыт большинства стран показал, что будущее за раздельным сбором ТБО населением (по эффективности ему нет альтернативы), но вводить его можно только тогда и только там, где общественное сознание и культура населения приемлют его. Количество контейнеров (или частей ТБО при раздельном сборе) не должно превышать трех - четырех, пять — уже много даже для высокоразвитых стран. В начале организации раздельного сбора ТБО желательно сортировать ТБО хотя бы на две фракции: утилизируемую (подлежащую переработке) и неутилизируемую (подлежащую захоронению или сжиганию). В практическом плане сейчас рассматриваются различные комбинации переработки ТБО с различной долей сепарации, в том числе и населением [12].

Однако в настоящее время в нашей стране, да и в большинстве других стран, основными методами обезвреживания твердых бытовых отходов

являются: вывоз на полигоны, сжигание и компостирование (по крайней мере выделенной органической их части). В технологии и аппаратурном оформлении процесса компостирования за последнее время произошли большие изменения: ранее применявшиеся биобарabanы заменены бассейнами, а время обработки увеличилось в разы. Все это позволило доводить ферментацию до конца (в биобарабанах она только начиналась) и получать качественный продукт [12].

3.4 Техника безопасности при эксплуатации строительных машин

Современное технологическое оборудование располагается на предприятиях по производству строительных изделий и конструкций. Также такие предприятия обеспечены механизированными инструментами. Ежегодно выпускается новое оборудование, собранное по современным технологиям, но при этом первостепенной задачей оказывается обеспечение безопасной эксплуатации машин. Оборудование предприятий характеризуют как средства повышенной опасности. Наиболее опасными, среди большого количества машин и механизмов, являются подъемно-транспортные, дорожно-строительные и землеройные средства, а также оборудование для производства строительных материалов.

Порядка 25% несчастных случаев производственного травматизма являются следствием эксплуатации строительных машин и механизмов, об этом говорят статистические данные строительных предприятий. Особенно опасными представляются такие процессы как влияние механической силы (травмирование рабочих движущимися частями машины), действие электрического тока, шумы и вибрации, загрязненность воздуха на рабочем месте, тепловое излучение.

Источниками таких последствий оказывается не только поведение рабочих, которое нарушает технику безопасности и является неорганизованным, но также конструктивная недоработка механизмов.

В процессе проектирования строительных машин применяются специальные устройства, которые гарантируют безопасности оборудования при аварийной ситуации: непредвиденное появление опасности. Устройства безопасности классифицируют следующим образом: сигнальные, блокирующие, ограждающие, тормозные.

- При возникновении опасной ситуации рабочих информируют по средствам сигнальных устройств: света или звука.
- В том случае, когда рабочий попадает в небезопасную зону или оборудование выходит из строя, блокирующие устройства прекращают работу машины.
- Во избежание проникновения рабочих на опасный участок используют ограждающие устройства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1) По химическому составу основное исследуемое глинистое сырье пригодно для производства керамического кирпича и керамзита, так же может использоваться в качестве черепичной глины, гончарной или терракотовой; характеризуется высоким содержанием красящих оксидов и относится к группе кислых.

2) По гранулометрическому составу основное исследуемое глинистое сырье характеризуется как супесь.

3) Основное глинистое сырье Солнечного месторождения не отличается высокими показателями качества, поэтому требуется корректировка его гранулометрического и химического составов.

4) Для улучшения свойства керамических изделий в состав шихты вводили добавку тугоплавкой глины Кантатского месторождения в виде шликера. Активация тугоплавкой глины проводилась естественным способом.

5) После введения добавки шликера сушильные свойства изменяются следующим образом: коэффициент чувствительности к сушке уменьшается, при введении 10%-ной добавки – полученное глинистое сырье относится к малочувствительному. Значение общей линейной усадки так же уменьшается: воздушная линейная усадка находится в пределах 5%, огневая – в пределах 0,2%.

6) Значение водопоглощения, после введения добавки шликера, уменьшается, поскольку керамический черепок материала становится плотнее, что приводит к уменьшению пористости.

7) Введение в глинистое сырье добавки тугоплавкой глины в виде шликера позволяет повысить прочностные характеристики керамических изделий. При введении 5% добавки предел прочности при сжатии увеличился на 21,36%, по сравнению с шихтой без добавки, при введении

10% добавки – на 29,85%. Плотность увеличилась соответственно на 2,4% и 6,1%.

8) Активация тугоплавкого глинистого сырья позволяет улучшить свойства керамических изделий без изменения состава сырьевой шихты и снизить себестоимость готовой продукции. При применении активированной тугоплавкой глины получают более прочную керамику за счет большей ее реакционной способности и оптимизации процесса спекания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Баранов Е.В., Сазанов С.С., Шелковникова Т.И. Анализ рынка и потребительских свойств керамического кирпича / Е.В. Баранов, С.С. Сазанов, Т.И. Шелковникова // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2019. - №12. – С.8-13.
2. Байер В.Е. Архитектурное материаловедение / В.Е. Байер, Москва: Архитектура-С, 2005. – 120 с.
3. Бегоулов С.А. Журнал «СТО» (Строительство. Технологии. Организация.). [Электронный ресурс]/ Бегоулов С.А. Режим доступа: https://stopress.ru/archive/html/STO_0631_sentyabr_2014/KIRPICH_RAUF_ORIENTACIYA_NA_OTECHESTVENNOGO_POTREBITELYA.html
4. Бреус В. Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru» [Электронный ресурс]/ Бреус В. Режим доступа: <https://rcmm.ru/stroitelnye-materialy/45735-dom-iz-keramiki-neslabye-storony-yovse-ne-hrupkogo-materiala.html>
5. Бреус В. Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru» [Электронный ресурс]/ В.Бреус. Режим доступа: <https://rcmm.ru/stroitelnye-materialy/39042-kirpich-vs-penogazobeton-kto-kogo.html>
6. Горшков В.С., Тимашев В.В., Савельев В.Г. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1981. - 335 с.
7. ГОСТ 9169-75 Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация. – Введ. 01.07.1976 - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 9 с.
8. ГОСТ 21216-2014 Сырье глинистое. Методы испытаний. – Введ. 01.07.2015 - М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
9. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013 – М.: Стандартинформ, 2013. – 6 с.

10. ГОСТ 7025-91 Кирпич и камни керамические и силикатные. Методы определения водопоглощения, плотности и контроля морозостойкости. – Введ. 01.07.1991 - М.: Стандартинформ, 2006. – 12 с.
11. ГОСТ 8462-85 Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – Введ. 01.07.1985 - М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
12. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие / В.А. Зайцев. – 2-е изд. (эл.). – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 385 с.
13. Комаров А.К., Шестаков Н.И. Керамические изделия из местного сырья восточной Сибири, полученные методом гиперпрессования / А.К. Комаров, Н.И. Шестаков // Перспективы науки. – 2020. - №1(124). – С.56-58.
14. Ларионов Н.М., Рябышенков А.С. Промышленная экология: учебник и практикум для СПО / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. - 2-е издание, переработанное и дополненное. - М. : Издательство Юрайт, 2018 — 382 с.
15. Основы технологии строительной керамики и искусственных пористых заполнителей: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению 270800 «Строительство» / Н.Г.Василовская [и др].; СФУ ИСИ – Красноярск: СФУ, 2016. – 4 с.
16. Пчелинцев В. А., Коптев Д. В., Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве / В.А. Пчелинцев, Д.В. Коптев, Г.Г. Орлов, М.: Стройиздат, 1991. — 272 с.
17. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2018: Стат. сб. М.: Росстат, 2018. - 751 с.
18. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: Стат. сб. М.: Росстат, 2018. - 1162 с.
19. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат.сб. М.: Росстат, 2018. - 522 с.
20. Салахов, А. М., Морозов, В. П., Салахова, Р. А., Фасеева, Г. Р., Сулейманова А. З. Ультразвуковая обработка как способ механической активации керамического сырья / А. М. Салахов, В. П. Морозов, Р. А.

Салахова, Г. Р. Фасеева, А. З. Сулейманова // Вестник казанского технологического института. – 2013. - С. 88-91.

21. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов Л. И. Миркин под редакцией проф. Я. С. Уманского, Государственное издательство физико-математической литературы, Москва, 1961 г – 863 с.
22. Стороженко Г.И. Технология производства изделий стеновой керамики из активированного глинистого сырья: автореф.дис. ... д-ра техн. наук. Томск, 2000. – 30 с.
23. Строительство в России. 2018: Стат. сб. М.: Росстат, 2018. - 119 с.
24. Тацки Л.Н., Ильина Л.В., Филин Н.С. Технологические принципы повышения качества керамического кирпича полусухого прессования из низкокачественного сырья / Л.Н. Тацки, Л.В. Ильина, Н.С.Филин // Известия вузов. Строительство. – 2019. - №7. – С.35-45.
25. Тацки Л.Н., Машкина Е.В. Пути повышения качества керамического кирпича на основе местного сырья / Л.Н. Тацки, Е.В. Машкина // Известия вузов. Строительство. – 2014. - №4. – С.64-66.
26. Турченко А.Е. Технологические особенности получения объемно-окрашенного керамического кирпича на основе легкоплавкого сырья воронежской области // В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. - 2014. - С. 285–289.
27. Фоменко А. И., Грызлов В.С., Каплюшина А.Г. Отходы керамического кирпича как эффективный компонент строительных композитов / А.И. Фоменко, В. С. Грызлов, А. Г. Каплюшина // ФГБОУ ВПО «Череповецкий государственный университет». – 2016. - №2. – С. 260-264.
28. Цыплаков Д.С., Корнилов А.В., Лыгина Т.З., Пермяков Т.Н. Механоактивация глинистого сырья - эффективный способ улучшения эксплуатационных характеристик керамических материалов / Д.С. Цыплаков,

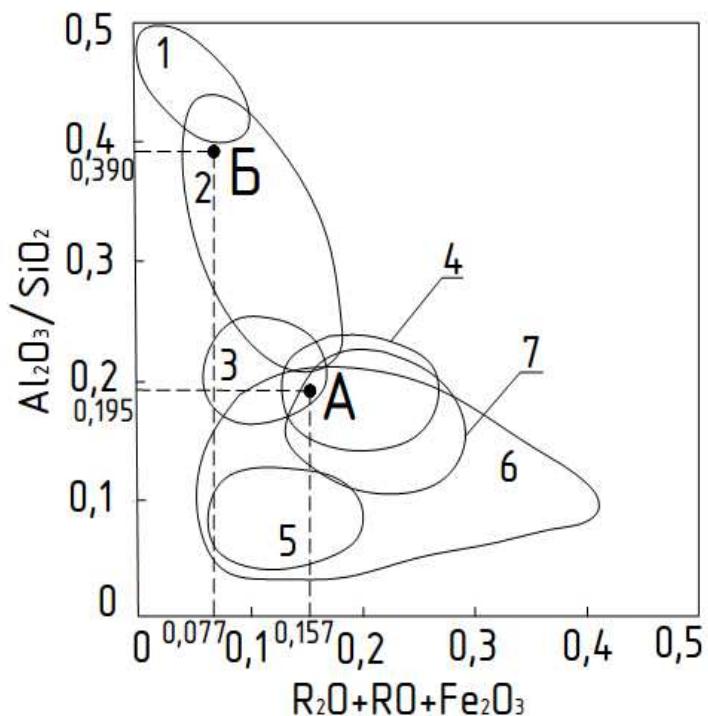
А.В. Корнилов, Т.З. Лыгина, Т.Н. Пермяков // Вестник Казанского технологического университета. - 2011. - №16. - С.86-90.

29. Цыплаков Д. С., Корнилов А. В., Лыгтна Т. З., Пермяков Е. Н. Влияние активационного измельчения тугоплавкого глинистого сырья на свойства керамических изделий / Д. С. Цыплаков, А. В. Корнилов, Т. З. Лыгина, Е. Н. Пермяков // Вестник технологического университета. – 2016. - Т.19, № 8. - С. 68-72.

30. Pacheco-Torgal F., Lourenço P.B., Labrincha J.A., Kumar S., Chindaprasirt P. Eco-efficient Masonry Bricks and blocks. 1-st edition. Design, Properties and Durability. Woodhead Publishing. 2014. 548 p.

31. Salakhov A.M., Ashmarin G.D, Morozov V.P. Salakhova R.A. Baukeramische Erzeugnisse aus Rohstoffen mit hohem Karbonatgehalt. Keramische Zeitschrift. 2014. № 1. P. 35-38.

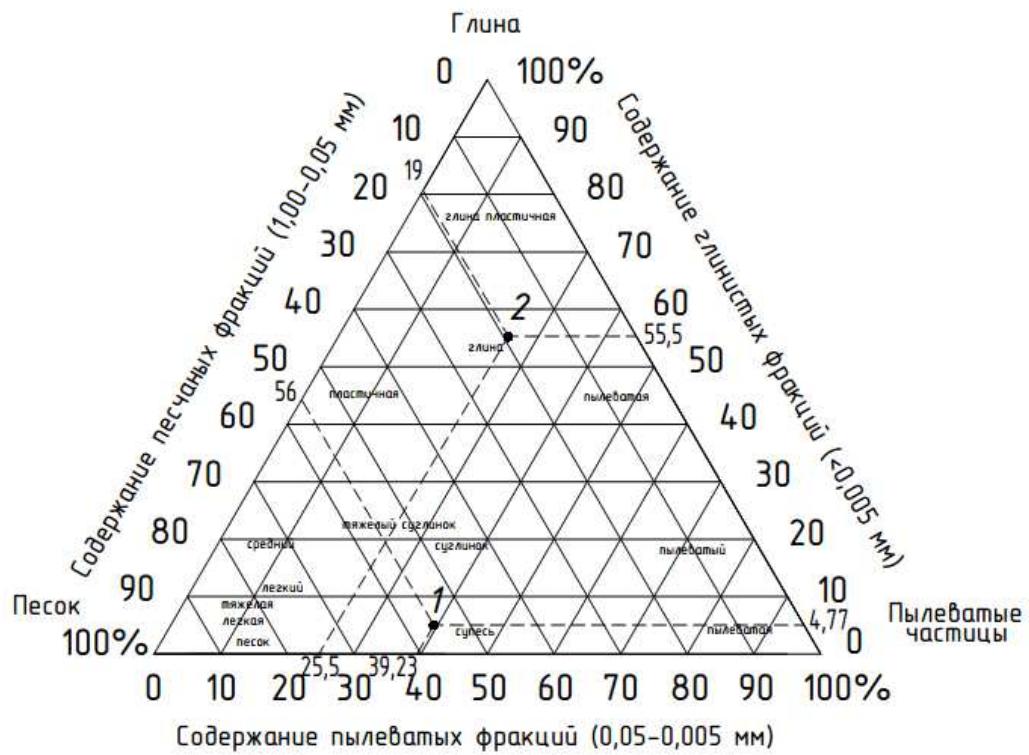
Технологическое расположение глин по химическому составу



1 – глины, пригодные для огнеупоров; 2 – глины, пригодные для производства плиток; 3 – гончарные и терракотовые глины; 4 – черепичные глины; 5 – глины для производства мостового клинкера; 6 – глины для производства керамического кирпича; 7 – глины для производства керамзита

Наименование сырья	Содержание оксидов, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п.
глина Солнечного месторождения	65,35	12,74	5,19	4,85	1,98	0,23	1,18	2,24	5,15
глина Кантатского месторождения	61,07	23,80	3,39	0,49	0,45	0,015	2,83	0,5	5,33

Гранулометрический состав глин



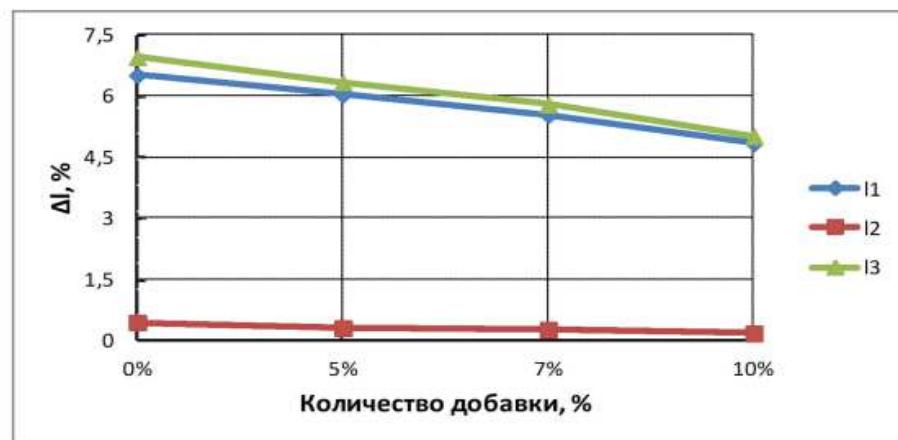
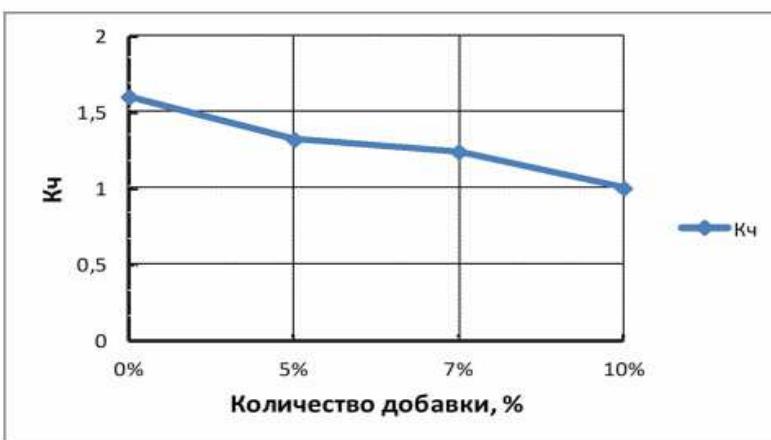
1 – глина Солнечного месторождения
2 – глина Кантатского месторождения

Наименование сырья	Содержание фракций, % по массе		
	Песчаные частицы (1-0,05) мм	Пылеватые частицы (0,05-0,005) мм	Глинистые частицы (менее 0,005) мм
глина Солнечного месторождения	56	39,23	4,77
глина Кантатского месторождения	19	25,50	55,50

БКР - 08.03.01 - 2020 СБ	Сибирский Федеральный Университет		
Инженерно-строительный институт			
Лаб. №	Номер	Фамилия	Имя
Проверка	Проверка	Проверка	Проверка
Руководитель	Руководитель	Руководитель	Руководитель
Зав. каб.	Зав. кабинетом	Зав. кабинетом	Зав. кабинетом
К.контр.	Контролер	Контролер	Контролер
Изменение отмечено в блоке из 3 строк			
Гранулометрический состав глин	СБ16-41Б		
Бланк А1			

Влияние добавки шликера на сушильные свойства

№ состава	Шихта, %		Кч	l_1 , %	l_2 , %	l_3 , %
	Основная глина (С)	Добавка (К)				
1	100	-	1,6	6,5	0,44	6,94
2	-	100	0,65	6,23	4,7	10,93
3	95	5	1,32	6,02	0,3	6,32
4	93	7	1,24	5,52	0,26	5,78
5	90	10	1	4,83	0,17	5



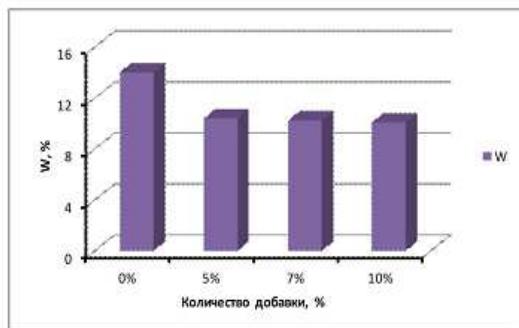
Кч – коэффициент чувствительности к сушке; l_1 – воздушная линейная усадка, %;
 l_2 – огневая линейная усадка, %; l_3 – общая линейная усадка, %

ВКР - 08.03.01 - 2020 СБ			
Сибирский Федеральный Университет			
Инженерно-строительный институт			
Оценка соответствия добавок на стадии первичного изучения			
Состав	Номер	Лист	Лист
Приложение	Приложение	Приложение	Приложение
Зак. № 01	Зак. № 02	Зак. № 03	Зак. № 04
И. Ф. И. О.	И. Ф. И. О.	И. Ф. И. О.	И. Ф. И. О.
Важные добавки шликера на сушильные свойства			
			СБ 16-416
Зарегистр. А1			

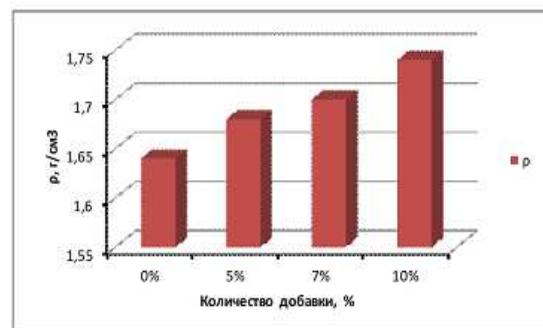
Влияние добавки шликера на физико-механические свойства

№ состава	Шихта, %		Водопоглощение, W, %	Плотность, ρ , г/см ³	Предел прочности при сжатии, R _{сж} , МПа
	Основная глина (С)	Добавка (К)			
1	100	-	14	1,64	11,66
2	-	100	11	1,82	17,05
3	95	5	10,4	1,68	14,15
4	93	7	10,25	1,7	14,64
5	90	10	10,1	1,74	15,14

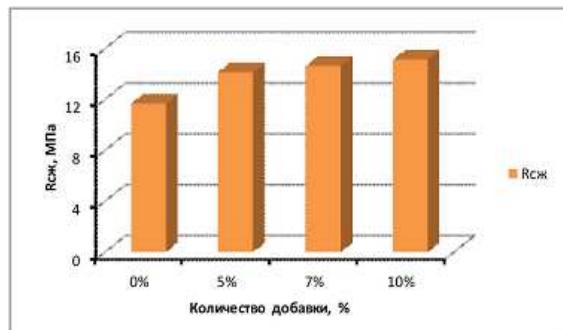
Водопоглощение



Плотность

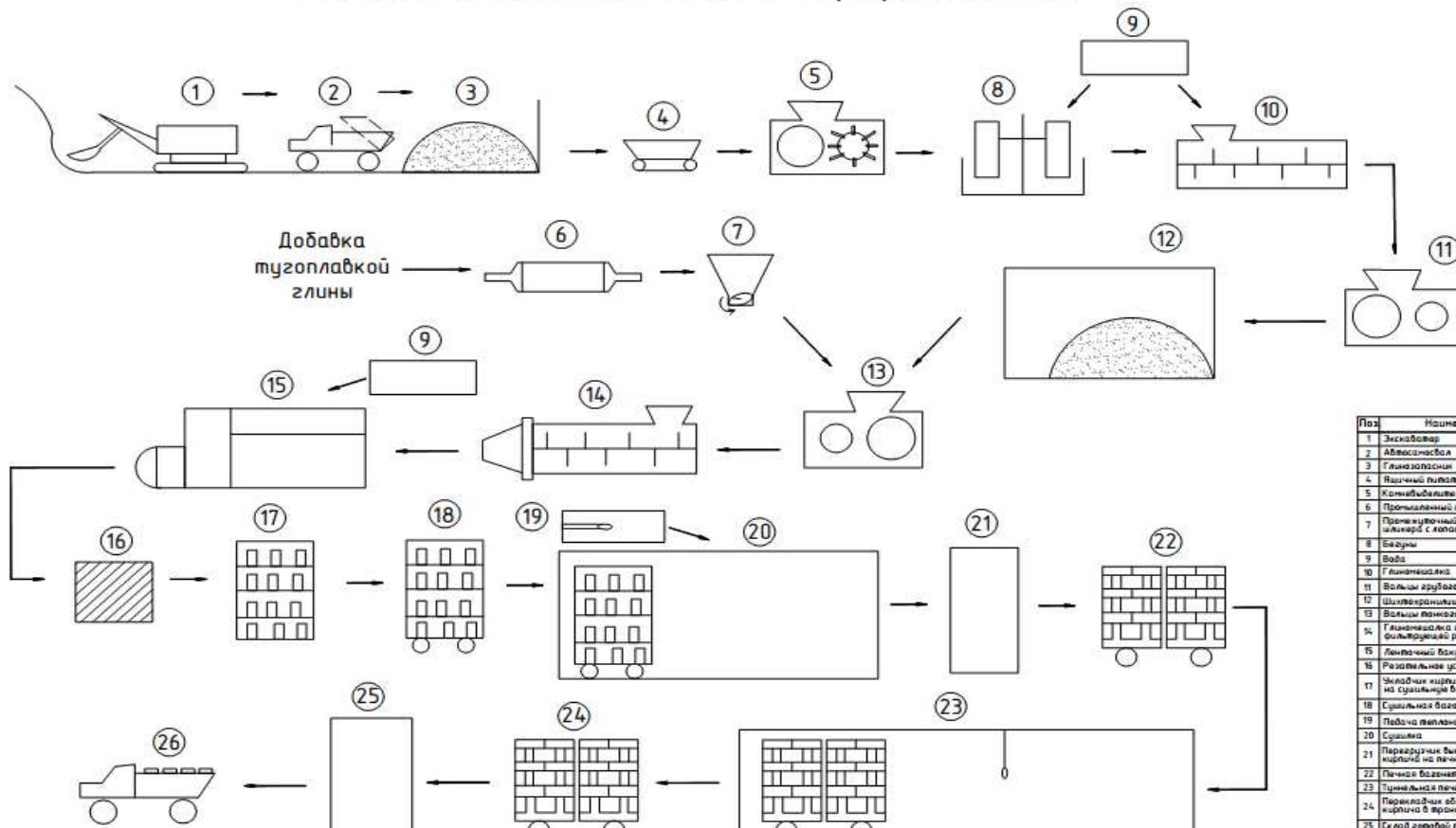


Прочность при сжатии



БКР - 08.03.01 - 2020 СБ		Сибирский Федеральный Университет		
		Инженерно-строительный институт		
Нр.	Наим.	Лист	Ном.	Азбет
Прил.1	Задача №1		Влияние добавок на физико-механические свойства	Ч 4 5
Прил.2	Задача №2			
Прил.3	Задача №3			
Прил.4	Задача №4			
Прил.5	Задача №5			
Прил.6	Задача №6			
Прил.7	Задача №7			
Прил.8	Задача №8			
Прил.9	Задача №9			
Прил.10	Задача №10			
Прил.11	Задача №11			
Прил.12	Задача №12			
Прил.13	Задача №13			
Прил.14	Задача №14			
Прил.15	Задача №15			
Прил.16	Задача №16			
Прил.17	Задача №17			
Прил.18	Задача №18			
Прил.19	Задача №19			
Прил.20	Задача №20			
Прил.21	Задача №21			
Прил.22	Задача №22			
Прил.23	Задача №23			
Прил.24	Задача №24			
Прил.25	Задача №25			
Прил.26	Задача №26			
Прил.27	Задача №27			
Прил.28	Задача №28			
Прил.29	Задача №29			
Прил.30	Задача №30			
Прил.31	Задача №31			
Прил.32	Задача №32			
Прил.33	Задача №33			
Прил.34	Задача №34			
Прил.35	Задача №35			
Прил.36	Задача №36			
Прил.37	Задача №37			
Прил.38	Задача №38			
Прил.39	Задача №39			
Прил.40	Задача №40			
Прил.41	Задача №41			
Прил.42	Задача №42			
Прил.43	Задача №43			
Прил.44	Задача №44			
Прил.45	Задача №45			
Прил.46	Задача №46			
Прил.47	Задача №47			
Прил.48	Задача №48			
Прил.49	Задача №49			
Прил.50	Задача №50			
Прил.51	Задача №51			
Прил.52	Задача №52			
Прил.53	Задача №53			
Прил.54	Задача №54			
Прил.55	Задача №55			
Прил.56	Задача №56			
Прил.57	Задача №57			
Прил.58	Задача №58			
Прил.59	Задача №59			
Прил.60	Задача №60			
Прил.61	Задача №61			
Прил.62	Задача №62			
Прил.63	Задача №63			
Прил.64	Задача №64			
Прил.65	Задача №65			
Прил.66	Задача №66			
Прил.67	Задача №67			
Прил.68	Задача №68			
Прил.69	Задача №69			
Прил.70	Задача №70			
Прил.71	Задача №71			
Прил.72	Задача №72			
Прил.73	Задача №73			
Прил.74	Задача №74			
Прил.75	Задача №75			
Прил.76	Задача №76			
Прил.77	Задача №77			
Прил.78	Задача №78			
Прил.79	Задача №79			
Прил.80	Задача №80			
Прил.81	Задача №81			
Прил.82	Задача №82			
Прил.83	Задача №83			
Прил.84	Задача №84			
Прил.85	Задача №85			
Прил.86	Задача №86			
Прил.87	Задача №87			
Прил.88	Задача №88			
Прил.89	Задача №89			
Прил.90	Задача №90			
Прил.91	Задача №91			
Прил.92	Задача №92			
Прил.93	Задача №93			
Прил.94	Задача №94			
Прил.95	Задача №95			
Прил.96	Задача №96			
Прил.97	Задача №97			
Прил.98	Задача №98			
Прил.99	Задача №99			
Прил.100	Задача №100			
Прил.101	Задача №101			
Прил.102	Задача №102			
Прил.103	Задача №103			
Прил.104	Задача №104			
Прил.105	Задача №105			
Прил.106	Задача №106			
Прил.107	Задача №107			
Прил.108	Задача №108			
Прил.109	Задача №109			
Прил.110	Задача №110			
Прил.111	Задача №111			
Прил.112	Задача №112			
Прил.113	Задача №113			
Прил.114	Задача №114			
Прил.115	Задача №115			
Прил.116	Задача №116			
Прил.117	Задача №117			
Прил.118	Задача №118			
Прил.119	Задача №119			
Прил.120	Задача №120			
Прил.121	Задача №121			
Прил.122	Задача №122			
Прил.123	Задача №123			
Прил.124	Задача №124			
Прил.125	Задача №125			
Прил.126	Задача №126			
Прил.127	Задача №127			
Прил.128	Задача №128			
Прил.129	Задача №129			
Прил.130	Задача №130			
Прил.131	Задача №131			
Прил.132	Задача №132			
Прил.133	Задача №133			
Прил.134	Задача №134			
Прил.135	Задача №135			
Прил.136	Задача №136			
Прил.137	Задача №137			
Прил.138	Задача №138			
Прил.139	Задача №139			
Прил.140	Задача №140			
Прил.141	Задача №141			
Прил.142	Задача №142			
Прил.143	Задача №143			
Прил.144	Задача №144			
Прил.145	Задача №145			
Прил.146	Задача №146			
Прил.147	Задача №147			
Прил.148	Задача №148			
Прил.149	Задача №149			
Прил.150	Задача №150			
Прил.151	Задача №151			
Прил.152	Задача №152			
Прил.153	Задача №153			
Прил.154	Задача №154			
Прил.155	Задача №155			
Прил.156	Задача №156			
Прил.157	Задача №157			
Прил.158	Задача №158			
Прил.159	Задача №159			
Прил.160	Задача №160			
Прил.161	Задача №161			
Прил.162	Задача №162			
Прил.163	Задача №163			
Прил.164	Задача №164			
Прил.165	Задача №165			
Прил.166	Задача №166			
Прил.167	Задача №167			
Прил.168	Задача №168			
Прил.169	Задача №169			
Прил.170	Задача №170			
Прил.171	Задача №171			
Прил.172	Задача №172			
Прил.173	Задача №173			
Прил.174	Задача №174			
Прил.175	Задача №175			
Прил.176	Задача №176			
Прил.177	Задача №177			
Прил.178	Задача №178			
Прил.179	Задача №179			
Прил.180	Задача №180			
Прил.181	Задача №181			
Прил.182	Задача №182			
Прил.183	Задача №183			
Прил.184	Задача №184			
Прил.185	Задача №185			
Прил.186	Задача №186			
Прил.187	Задача №187			
Прил.188	Задача №188			
Прил.189	Задача №189			
Прил.190	Задача №190			
Прил.191	Задача №191			
Прил.192	Задача №192			
Прил.193	Задача №193			
Прил.194	Задача №194			
Прил.195	Задача №195			
Прил.196	Задача №196			
Прил.197	Задача №197			
Прил.198	Задача №198			
Прил.199	Задача №199			
Прил.200	Задача №200			
Прил.201	Задача №201			
Прил.202	Задача №202			
Прил.203	Задача №203			
Прил.204	Задача №204			
Прил.205	Задача №205			
Прил.206	Задача №206			
Прил.207	Задача №207			
Прил.208	Задача №208			
Прил.209	Задача №209			
Прил.210	Задача №210			
Прил.211	Задача №211			
Прил.212	Задача №212			
Прил.213	Задача №213			
Прил.214	Задача №214			
Прил.215	Задача №215			
Прил.216	Задача №216			
Прил.217	Задача №217			
Прил.218	Задача №218			
Прил.219	Задача №219			
Прил.220	Задача №220			
Прил.221	Задача №221			
Прил.222	Задача №222			
Прил.223	Задача №223			
Прил.224	Задача №224			

Технологическая схема производства кирпича методом пластического формования



ВКР - 08.03.01 - 2020 СБ			
Сибирский Федеральный Университет			
Инженерно-строительный институт			
Ном. №	Лист №	Пол.	Код
Рук. за	Гл. конс.	Взаместитель директора по	
Зам. Гл. конс.	Зам. Гл. конс.	внешней	
Н. конс.	Н. конс.	академической	
Технологическая схема изготовления кирпича методом пластического формования			
СБ 16-415			
Зарегистрировано			

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Строительные материалы и технологии строительства
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
Енджиевская И. Г. Енджиевская
подпись инициалы, фамилия
« ____ » ____ 2020 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

В виде научной работы

08.03.01 «Строительство»
код – наименование направления

Влияние активированных добавок на свойства керамических изделий

Руководитель

Н.Г. Василовская
подпись, дата

к.т.н, доцент, Василовская Н. Г.
должность, ученая степень, фамилия, инициалы

Выпускник

А.В. Схаба
подпись, дата

Схаба А. В.
фамилия, инициалы

Красноярск 2020