



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
им. Н. ИСАНОВА**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д 05.17.553

На правах рукописи
УДК 666.712(575.2)(043.3)

Сардарбекова Эльмира Карагуловна

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ
ТЕХНОЛОГИИ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2018



**Работа выполнена в Кыргызско-Российском Славянском университете
им. Б.Н. Ельцина**

Научный руководитель член-корр. НАН КР,
доктор технических наук, профессор
Мавлянов Абдырахман Субанкулович

Официальные оппоненты: Заслуженный работник образования КР,
доктор технических наук, профессор
Курдюмова Валентина Мефодьевна

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Маразыкова Бермет Бейшембаевна

**Ведущая (оппонирующая)
организация:** Международный Университет
Инновационных Технологий (МУИТ) по
адресу: 720048, г. Бишкек, ул. Анкара, 1/7

Защита состоится «29» июня 2018 г. в 14.00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.17.553 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б, ауд. 1/101. Тел.: +996(312) 54-85-66, www.ksucta.kg, e-mail: kgusta@elcat.kg.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова по адресу: 720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 05.17.553,
к.т.н., доцент

Н.Ж. Маданбеков



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Принятая в Кыргызстане Государственная программа «Доступное жилье в Кыргызской Республике (КР)» на 2012 - 2020 гг. включает мероприятия по оснащению строительства стеновыми материалами, к которым относится керамический кирпич.

Производство керамического кирпича характеризуется большим расходом глинистого сырья и технологического топлива, затраты на которое составляют более 25%.

Заводы по производству кирпича в республике работают на лессовидных суглинках, относящихся к типу низкосортного отощенного сырья, получение качественной строительной керамики из которого требует новых подходов к технологии его переработки.

В Кыргызстане имеются многотоннажные отходы зол ТЭЦ свыше (1,6 млн.т.), которые могут служить модифицирующим компонентом при условии совместной комплексной активации сырьевых смесей.

В связи с вышеизложенным разработка энергоресурсосберегающей технологии для получения кирпича с применением активированных смесей из суглинков с золой и пластифицирующих добавок, обеспечивающих улучшение технико-эксплуатационных свойств материала, является актуальной.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами. Работа выполнена в рамках «Государственной комплексной программы развития науки и техники, новых технологий КР (раздел «Строительство и стройиндустрия») по плановой научно-исследовательской тематике кафедры «Экспертиза и управление недвижимостью» КРСУ им. Б.Н. Ельцина.

Цель работы. Разработка энергоресурсосберегающей технологии и состава новой сырьевой смеси для производства керамического кирпича на основе активированных формовочных масс из лессовидных суглинков, зол Бишкекской ТЭЦ и пластифицирующих добавок в активаторах нового типа с улучшенными техническими характеристиками.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать химико-минералогический состав и свойства сырьевых материалов;
- выявить влияние механической активации на технологические и обжиговые свойства лессовидных суглинков;
- оптимизировать процесс спекания керамического черепка из механоактивированных смесей методом экспериментально-статистического моделирования;
- установить особенности реологических и технологических параметров комплексно активированных глинозольных сырьевых смесей;
- определить основные свойства керамического черепка на основе комплексно активированного глинозольного сырья;



- обосновать основные закономерности процессов структурообразования керамического кирпича из комплексно активированных глинозольных масс;
- разработать работоспособную ресурсосберегающую технологию для получения нового стенового материала на основе комплексно активированного глинозольного сырья, апробировать ее в промышленных условиях и дать экономическую оценку результатов работы.

Научная новизна.

- Разработана ресурсосберегающая технология производства керамического кирпича на основе нового состава из лессовидных суглинков, зол БТЭЦ и модифицирующей добавки с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами.
- Впервые выявлены закономерности влияния механической и комплексной активации на структурно-механические, технологические свойства новых сырьевых смесей и физико-механические свойства керамического кирпича на их основе. Научная новизна выявленных закономерностей подтверждена патентом КР №1701 (20130106.1) от 4.12.2013 г. «Способ получения керамической массы».
- Впервые научно обоснованы способы управления фазообразованием и структурой строительной керамики улучшенного качества из комплексно активированных глинозольных сырьевых смесей.

Практическая значимость полученных результатов:

Обоснована эффективность технологического передела комплексной активации в активаторах нового типа, обеспечивающая повышение свойств низкокачественного сырья.

Разработанные составы комплексно активированных новых сырьевых смесей, содержащих 45-60% золы БТЭЦ, 55-40% лессовидного суглинка и 0,1% пластифицирующей добавки для производства керамического кирпича пластического формования, позволяют получить высолостойкий кирпич марки М125-150, морозостойкостью F25 при одновременном снижении расхода технологического топлива.

Разработанный технологический регламент энергоресурсосберегающей технологии нового керамического кирпича способствует снижению энергозатрат и расширению сырьевой базы для керамического производства в КР, а также решаются экологические вопросы утилизации и очистки окружающей среды за счет использования местных отходов промышленности.

Результаты, полученные в работе, реализованы на предприятиях ОсОО «Беловодский кирпичный завод» («БКЗ»), ОсОО «Нурзат Техстрой» (г. Бишкек) в промышленных условиях и использованы в учебном процессе при проведении лекций и практических занятий по дисциплине «Материаловедение» направлений «Строительство» и «Техносферная безопасность».

Экономический эффект от применения предложенной технологии керамического кирпича по сравнению с существующей (ОсОО «БКЗ») составляет 698 900 сом при условии выпуска 1000 000 шт. усл. кирпича.



Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- Результаты работы о целесообразности комплексной активации низкокачественного высококарбонатного глинистого сырья для производства кирпича с улучшенными строительно-техническими характеристиками с использованием активаторов нового типа.

- Научно обоснованные оптимальные комплексно активированные новые составы сырьевых шихт для производства керамического кирпича с повышенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками.

- Фазообразование и структура строительной керамики из модифицированных комплексно активированных глинозольных сырьевых смесей.

- Разработанная ресурсо- и энергосберегающая технология нового стенового материала на основе комплексно активированных модифицированных составов.

- Результаты испытаний опытно-промышленной апробации золокерамического кирпича и технико-экономическая эффективность разработанной технологии.

Личный вклад соискателя.

Научная идея, цель и задачи исследований, методики исследований, а также формулировка и разработка всех положений, определяющих научную новизну и практическую значимость сформулированы совместно с научным руководителем.

Автором лично проведены экспериментальные и промышленные исследования, статистическая обработка, анализ и обобщение полученных результатов, формулировка выводов и заключения, оформление статей и заявок на выдачу патентов на изобретение, внедрение в учебный процесс.

Апробация результатов диссертации.

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались: на ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Кыргызско-Российского Славянского Университета им. Б.Н. Ельцина (2005-2014 гг.); на международном семинаре «Проблемы моделирования и развития технологии получения керамики». Бишкек, МНТЦ, КРСУ, 2005 г.; международной научно-практической конференции «Архитектура, строительство и дизайн стран Центральной Азии в начале 10-х гг. нового тысячелетия» г. Бишкек, КРСУ, 2011 г.; международной научно-практической конференции «Строительное образование и наука», посвященной 60-летию системы высшего инженерно-строительного образования Кыргызстана, г. Бишкек, КГУСТА, 2014 г.; международной научно-практической конференции «Применение современных методов в анализе и исследовании веществ и материалов», Республика Таджикистан, г. Душанбе, 2017 г. и на ежегодных региональных конференциях молодых ученых (2010-2017 гг.).



Полнота отражения результатов диссертации в публикациях.

Основные положения диссертационной работы представлены в 10 научных трудах, из них 7 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, утвержденных президиумом ВАК Кыргызской Республики, а также получены 2 патента КР на изобретение.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Полный объем работы составляет 157 страниц и содержит 34 рисунка, 22 таблицы, список использованных источников из 144 наименований на 16 страницах, а также приложения на 23 страницах.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены актуальность проблемы, сформулированы цель и задачи исследования, обоснована научная новизна и практическая значимость разработок в производстве новых керамических материалов для строительства. Доказана необходимость проведения исследований для получения нового керамического кирпича на основе сырьевой смеси из местного сырья по ресурсосберегающей технологии и применения его в качестве стеновых материалов зданий.

Первая глава посвящена анализу литературы по ресурсосберегающим технологиям производства стеновой керамики, основой которых является использование отходов промышленности. Рассмотрены различные модификации сырьевых материалов с целью управления структурой керамических масс и свойствами изделий из них. В Кыргызстане этой проблеме посвящены работы таких ученых как Караханиди С.Г., Мавлянов А.С., Жекишева С.Ж., Касымова М.Т., Курдюмова В.М. Абдыкалыков А.А. и др.

Одним из наиболее эффективных и интенсивных способов управления фазообразованием и структурой керамического черепка является механическая активация сырьевых смесей. Трудami таких ученых как В. В. Болдырев, П. А. Ребиндер, Б.В. Дерягин, Аввакумов, Н. А. Кротов, В.Д. Кузнецов, А.Н. Фрумкин, Г.И. Стороженко, Л.Н. Тацки и др., было положено начало созданию современного научного направления в области изучения и использования тонкодисперсных систем и физико-химических процессов, обусловленных диспергированием.

Однако улучшение свойств низкокачественного суглинка способом комплексной активации при совместном модифицировании глинозольных масс и пластифицирующих добавок не рассматривалось и представляет значительный теоретический и практический интерес.

Вторая глава посвящена характеристике сырьевых материалов и методам исследования.

Для проведения исследований были использованы суглинки месторождений Баш-Карасуу, Токмок и Аджидар с высоким содержанием кремнезема (52,4...61,79%) и малым содержанием глинозема (11,88-15,88%);



высококарбонатные (15-20 %), средnezасоленные; гидрослюдисто-каолинитовые. Суглинки Баш-Карасуу и Аджидар относятся к грубодисперсному, малопластичному сырью, Токмок – к среднedisперсному, умереннопластичному. По сушильным свойствам: Баш-Карасуу относится к среднечувствительному, Токмок – малочувствительному, Аджидар – высокочувствительному сырью. Для модифицирования сырьевых шихт использована зола Бишкекской ТЭЦ (БТЭЦ), кристаллическая составляющая которой включает слабоизмененные зерна минералов кварца, полевого шпата, карбоната кальция и магния, а также новообразования, выделившиеся из расплава: двухкальциевый силикат, моноалюминат кальция, муллит и др. Дополнительная пластификация глинозольных смесей проводилась с пластификатором ПО-ПБ-7 (нафтенат натрия, полученный из щелочных отходов химического производства). По внешнему виду реагент представляет собой легкоподвижную жидкость темно-коричневого цвета плотностью 1,01—1,03 г/см³, массовая доля, %: нефтяных кислот - 42; минеральных масел - 57; натриевых солей – нет.

Химанализ сырья проводился в соответствии с ГОСТ 2409-95; ГОСТ 2642.3.5.7-97. Минералогический состав сырьевых материалов и керамического черепка изучался методом РФА, ДТА. Структура обожженных образцов исследовалась на растровом электронном микроскопе РЭМ BS-300 в лаборатории физики твердого тела КРСУ. Структурно-механические свойства определялись на приборе Д.М. Толстого, с параллельно смещающейся пластинкой и индикаторным отсчетом. Механическая активация проводилась в активаторе-смесителе, работающий по принципу центробежно-ударной мельницы, при скорости 800 оборотов в минуту.

Технологические свойства керамических масс и свойства черепка изучались согласно ГОСТ 21216.0-4-93; 7025-91; 530-2012. Техничко-эксплуатационные свойства определялись согласно действующей технической документации; высолообразование по ГОСТ 530.2012, п. 7.8.

Оптимизация состава шихт проводилась методом экспериментально-статистического моделирования (ЭСМ).

Третья глава посвящена решению задач комплексной (механической и обработкой пластификатором) активации и экспериментальным исследованиям по выявлению степени облагораживания суглинков и технологических свойств сырья.

В процессе механической активации (МА) установлено, что с увеличением времени активации уменьшаются песчаные частицы, увеличиваются пылеватая и глинистая фракции почти идентично у суглинков всех месторождений. Увеличение частиц менее 5 мкм происходит при измельчении, т.к. вследствие МА полностью «освобождаются» глинистые частицы из-за разрушения природных агрегатов сырья, а также получают частицы (песок, полевые шпаты, карбонаты), соизмеримые с глинистой фракцией.



При МА в течение 3 мин. количество частиц 5 мкм возрастает на 113,5% у башкарасуйского, на 94,4% у аджидарского и на 68,9% у токмоцкого суглинка. Наименьшее увеличение частиц менее 5 мкм у токмоцкого суглинка, характеризующегося большим содержанием глинистых частиц, которые подвергаются большей молекулярно плотной агрегации. При МА до 6 минут глинистые частицы Баш-Карасуу и Аджидар уменьшились незначительно: почти в пределах ошибки эксперимента. А у Токмок частицы менее 5 мкм незначительно возрастают с увеличением времени МА.

С увеличением времени МА у суглинков увеличиваются формовочная влажность и число пластичности. Это связано с тем, что диспергирование глинистых минералов образует мелкодисперсные частицы с повышенной поверхностной энергией, а также обуславливает возникновение дефектов в кристаллической решетке минерала. При этом растет их реакционная способность, глина гидратируется, присоединяя к себе большее количество свободной воды. Воздушная усадка и коэффициент чувствительности при этом увеличивается.

Спекание механоактивированных керамических масс оценивали по изменению значений огневой усадки и водопоглощения (рис. 1). Характер изменения кривых этих значений протекает идентично у всех суглинков, поэтому рассматривали Баш-Карасуу.

Огневая усадка у 3-минутноактивированных суглинков при 900 °С увеличивается с 0,2...0,35% до 0,4...0,42%. У 6-минутного – до 0,38...0,44%, т.е. становится равной огневой усадке (0,4%) исходного сырья при температуре обжига 950-1050 °С (рис.1, а).

Дисперсность частиц, вызванная МА способствует ранней перегруппировке частиц твердой фазы, началу жидкофазного спекания, уплотнению дисперсной системы. Следовательно, чем меньше размер частиц твердой фазы, тем больше усадка.

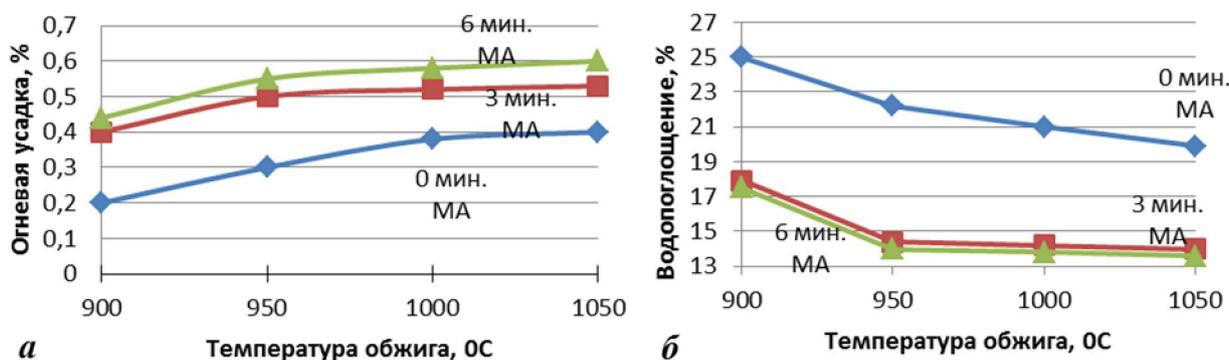


Рис.1. Зависимость а) - огневой усадки и б) – водопоглощения от времени МА и температуры обжига

У образцов из МА суглинков (3 мин.) при повышении температуры обжига до 950 °С усадка составляет 0,5 и 0,55% (6 мин.). По-видимому, 3 мин.



МА суглинка оказывается достаточным для протекания и завершения процессов уплотнения и частичного растворения частиц в расплаве и образования структурного малоподвижного каркаса при обжиге. Дальнейшее увеличение температуры до 1000 и 1050 °С приводит к незначительной усадке из-за уменьшения скорости спекания.

Об уменьшении скорости спекания свидетельствуют значения водопоглощения (рис. 1, б), косвенно характеризующие пористость материала. Водопоглощение керамического черепка определяется пористостью отдельных зерен массы и межзерновой пористостью, т.к. спеченность черепка в процессе обжига интенсифицируется уменьшением зерен кальцита, за счет его декарбонизации, накопления дефектов структуры вследствие измельчения. МА способствует уменьшению межзерновой пористости, что обусловлено плотной упаковкой механоактивированных дисперсных частиц.

Для определения оптимальных технологических параметров керамического черепка из МА смесей был поставлен двухфакторный эксперимент на 3 уровнях. Рецептными параметрами были выбраны: X_1 – МА 0,3,6 мин.; X_2 – температура обжига 900-950-1000 °С. Критерии оптимизации: предел прочности при сжатии $R_{сж}$ и водопоглощение W .

По результатам эксперимента были рассчитаны (по программе МНК) математические модели свойств (1,2) со всеми значимыми оценками коэффициентов.

$$R_{сж} = 17,687 + 3,161X_1 + 2,281X_2 - 1,84X_1^2 - 0,545X_2^2 - 0,432X_1X_2 \quad (1)$$

$$W = 15,032 - 4,128X_1 - 2,447X_2 + 2,958X_1^2 + 1,244X_2^2 + 0,249X_1X_2 \quad (2)$$

Выявлены оптимальные параметры: 3 мин. МА и температура обжига для Баш-Карасуу и Токмок - 950 °С, для суглинка Аджидар – 900 °С.

Для более глубокого модифицирования местного сырья и повышения качества нового кирпича была использована зола БТЭЦ при комплексной активации (КА) с суглинком и ПАВ 0,1%.

С целью определения влияния КА на реологические свойства и для регулирования их у глинозольных масс различного состава (табл.1) были исследованы технологические и упруго-пластично-вязкие свойства масс на основе суглинков Баш-Карасуйского месторождения.

Для выбора оптимальных составов за критерий формуемости было принято значение угла β верхнего прямолинейного участка кривой P_m к оси абсцисс (рис.2). Из данных заводской практики максимально допустимый предел колебаний давления, передаваемого массе ленточным прессом, выражающийся как предел колебаний P_m , и соответствующий ему максимально допустимый предел колебаний влажности W , приняты равными 0,1МПа и 2% соответственно, поэтому $ctg \beta$ не должен быть меньше 2.



Таблица 1 – Технологические характеристики составов

Состав	Шифры	Добавка золы, %	Форм. влажн. $W_{\text{онм}}$, %	Пласт. прочн. P_m , МПа	$ctg\beta$	Коэффициент чувств. K_c
Исходные	I	0	24	1,52	1,7	1,4
	II	15	24,3	1,4	1,2	0,9
	III	30	24,5	1,1	1	0,73
	IV	45	25	0,6	0,8	0,49
	V	60	26	0,53	0,7	0,4
	VI	75	28	0,4	0,6	0,37
МА	I'	0	25	1,7	1,5	1,5
	II'	15	23	1,59	1,9	1,08
	III'	30	23,5	1,5	2	0,88
	IV'	45	24	1,28	2,2	0,55
	V'	60	25	1	2	0,5
	VI'	75	26	0,8	1,7	0,45
КА	I''	0	19	1,87	2,1	1,5
	II''	15	19,6	1,87	2,2	0,89
	III''	30	20	1,8	2,4	0,6
	IV''	45	20,6	1,68	2,5	0,44
	V''	60	22,5	1,36	2	0,35
	VI''	75	23	1,2	1,8	0,3

Исследованиями установлено, что пластическая прочность P_m и угол $ctg\beta$ у исходных масс (рис. 2, а) уменьшаются, формовочная влажность W_ϕ увеличивается с увеличением добавки золы. Это связано с уменьшением ван-дер-ваальсовых сил межмолекулярного притяжения. На твердых частицах развиваются гидратные оболочки, в системе появляется свободная вода и ослабляется действие капиллярных сил.

В МА составах (рис. 2, б) уменьшение P_m и увеличение W_ϕ с увеличением количества добавки золы происходит незначительно вследствие ослабления пептизирующей роли золы за счет МА. Предел колебаний влажности колеблется от 1,5-2,2%.

В КА составах (рис. 2, в) увеличивается $ctg\beta$, что свидетельствует о хорошей формуемости данных масс на ленточных прессах при пониженных влажностях формования. Наибольший угол наклона $ctg\beta = 2,5$ имеет КА глинозольная масса с 45% добавкой золы (IV'' состав). Пластическая прочность этом увеличивается.

Коэффициент чувствительности K_c (табл. 1) увеличивается у МА и КА суглинков, а с вводом золы уменьшается, что предопределяет возможность интенсификации процесса сушки образцов на основе КА зологлиняной массы.

Для получения ряда количественных характеристик упруго-пластично-вязких свойств графическим путем рассчитаны: быстрая упругая деформация ε_0 , медленная упругая деформация ε_2 и градиент скорости деформации $d\varepsilon_1/dt$ при фиксированных значениях нагрузки (P) для оптимальных составов: I, I', IV', IV''.

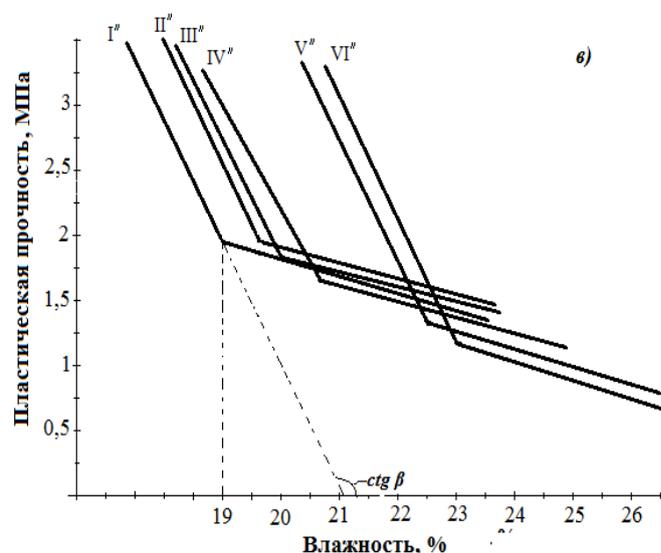
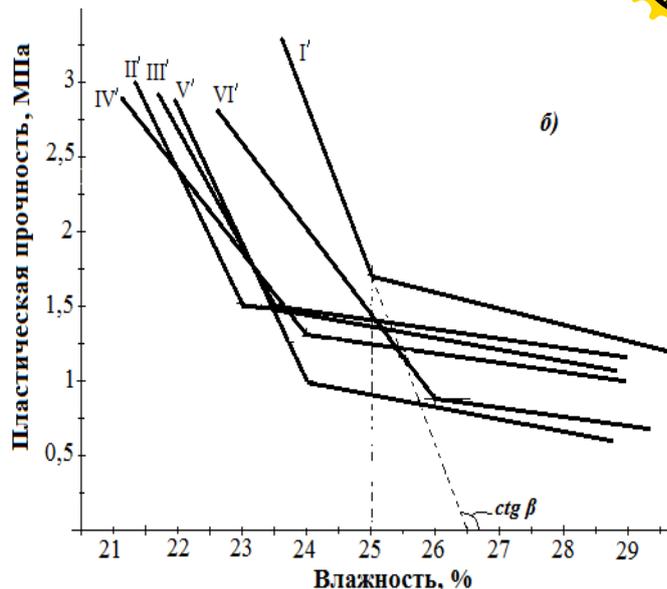
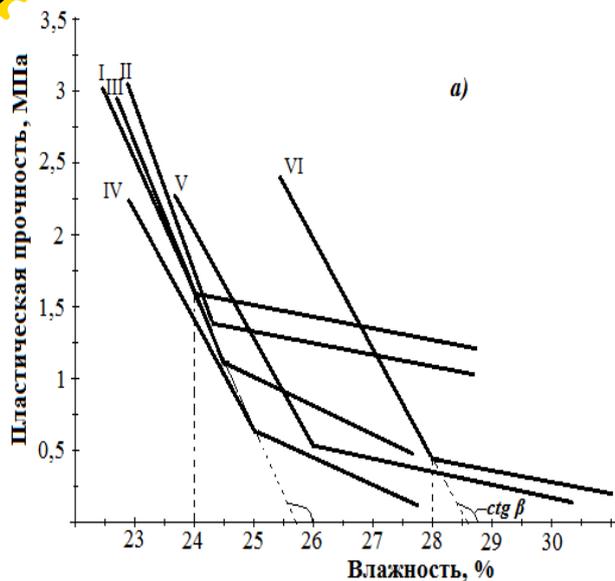


Рис. 2. Влияние формовочной влажности на пластическую прочность а - исходных; б – МА; в – КА золотлиняных масс.

Для всех нагрузок строили вспомогательные графики $\varepsilon_0 = f_1(P)$, $\varepsilon_2 = f_2(P)$ и $d\varepsilon_1/dt = f_3(P)$ для получения ряда структурно-механических констант (модуль упругости E_1 , модуль эластичности E_2 и наибольшей пластической вязкости η_1).

Значение условного статистического предела текучести $P_{к1}$, например для эталонного суглинка (рис. 3) определяли из графика как отрезок, отсекаемый прямой на оси - $0,7 \times 10^3$ Па.

Аналогичные зависимости были построены и для других глиняных, глинозольных, МА и КА глинозольных масс.

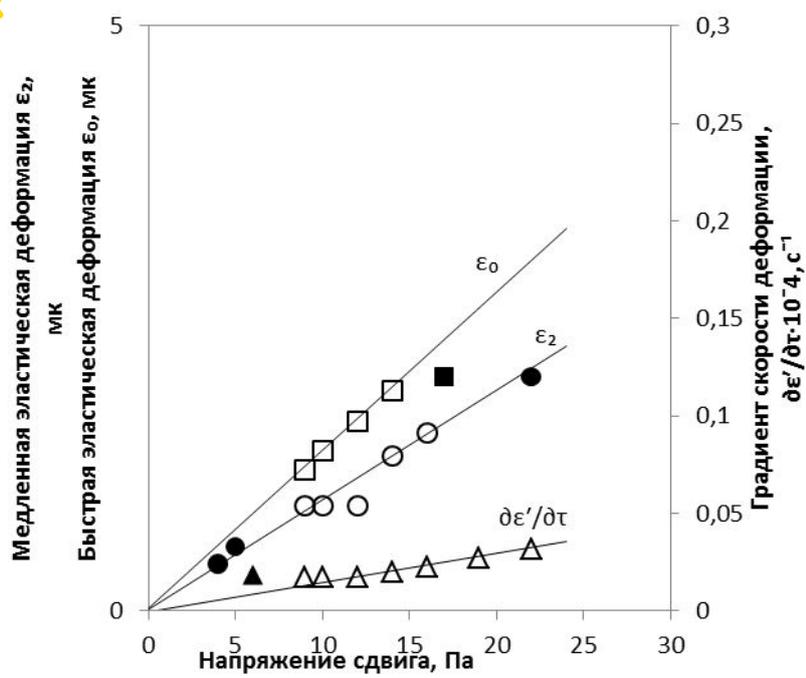


Рис. 3. Вспомогательные графики для определения деформации от напряжения сдвига керамической массы $E_1, E_2, P_{к1}$ и η_1

Значения деформаций, полученные в результате графических построений, а также вычисленные на их основе структурно-механические константы и реологические характеристики сведены в табл. 2.

МА глинистого сырья (табл. 2, I' состав) увеличивает условный предел текучести P_k и вязкость η_1 , что связано с увеличением дисперсности, обусловившей усиление взаимодействия между частицами. Однако, условная мощность N_ϵ увеличивается и эластичность λ снижается за счет увеличения модуля эластичности E_2 , а пластичность системы P_k/η_1 повышается из-за снижения коэффициента внутреннего трения с одновременным ростом сил сцепления между диспергированными частицами твердой фазы.

Таблица 2 - Структурно-реологические константы и характеристики глинозольных масс

Структурно-механические характеристики	константы	и	I	I'	IV'	IV''
Формовочная влажность $W_\phi, \%$			24	25	24	20,6
Модуль быстрой эластической деформации $E_1 \cdot 10^{-5}, \text{Па}$			42,3	56,0	38	59
Модуль медленной эластической деформации $E_2 \cdot 10^{-5}, \text{Па}$			60	85	24,7	36,2
Вязкость $\eta \cdot 10^{-7}, \text{Па} \cdot \text{с}$			692	870	465	612
Условный предел текучести $P_k \cdot 10^{-3}, \text{Па}$			0,7	3	1,2	3,2
Эластичность λ			0,415	0,397	0,606	0,620
Пластичность $P_k/\eta \cdot 10^{-7}, \text{сек}^{-1}$			0,101	0,345	0,258	0,522
Период истинной релаксации $\Theta, \text{сек}$			2790	2630	3100	1363
Быстрая эластическая деформация $\epsilon_0, \%$			44	42	29	30
Медленная эластическая деформация $\epsilon_2, \%$			31	30	45	43
Пластическая деформация $\epsilon_{1\tau}, \%$			25	28	26	27
Мощность условная $N_\epsilon \cdot 10^{-6}, \text{Па}$			180	243	114	169
Структурно-механический тип			0	0	I	I

В керамических массах на основе МА глинозольных смесей (IV'), уменьшились модули деформаций E_1 и E_2 за счет перераспределения процентных соотношений в деформационном процессе.

Это связано с отошающим действием золы, усиливающим развитие медленных эластических деформаций, тем самым увеличив λ керамических масс. Сопоставление коэффициентов чувствительности K_λ с константами и упруго-пластично-вязкими характеристиками указывает на то, что уменьшение K_λ к сушке характеризуется уменьшением E_2 , P_k , N_ϵ и увеличением λ . Причем между K_λ и λ образовалась зависимость $K_\lambda(\lambda)$ (рис. 4), т.е. чем эластичнее масса, тем большие тепловые напряжения она способна воспринимать и компенсировать без нарушения сплошности и тем менее она чувствительна к сушке.

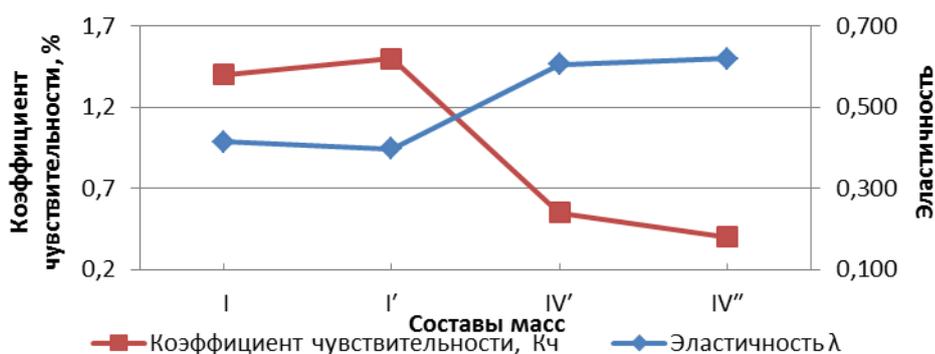


Рис.4. Зависимость между K_λ и λ

Несмотря на переход в I структурно-механический тип (СМТ), МА масса (IV') приобретает малую пластичность P_k/η_1 , длительное время релаксации θ , а также значительный разброс деформационных долей ухудшает свойства массы.

Керамические массы на основе КА глинозольного сырья с 45% добавкой золы и ПАВ 0,1% остаются в I СМТ, но с улучшенными реологическими свойствами: более чем в 2 раза уменьшается θ и увеличиваются P_k/η_1 и λ . Масса этого состава относится к хорошо формирующимся и изделия на их основе проходят через мунштук на 5-7 сек. В течении этого времени значительное развитие медленных эластических деформаций компенсирует напряжения, возникающие при формовании, без нарушений сплошности выдавливаемой массы.

Изменения плотности и водопоглощения образцов на основе исходных и КА зологлиняных масс в зависимости от содержания золы и температуры обжига (рис. 5) показало, что КА зологлиняной смеси способствует уменьшению поризации структуры.

Это обусловлено разрушением крупных зёрен и полых сферических частичек золы в результате МА, а также более их плотной упаковкой.

При увеличении доли зольной составляющей до 45% в пределах температур 950 и 1000 °С можно получить керамический черепок с плотностью 1,6 и 1,65 г/см³ и водопоглощением 17 и 16,5% соответственно. Т.е. при 950 °С можно получить спекшийся черепок. При совместной МА частицы суглинка и золы перетираясь и соударяясь друг о друга взаимодействуют более активно, способствуя муллитообразованию. Кроме того, разрушенные в результате МА сферические частички золы, представляющие стеклофазу, способствуют раннему образованию жидкой фазы и синтезу упрочняющих фаз.

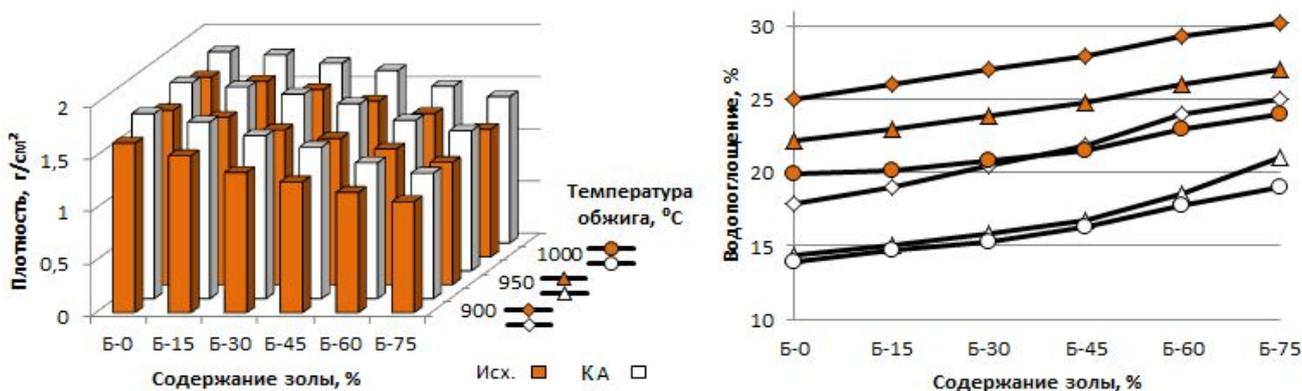


Рис. 5. Зависимости плотности и водопоглощения образцов от содержания золы и температуры обжига

Прочность на сжатие ($R_{сж}$) и огневая усадка ($L_{огн.}$) (рис.6) подтверждают положительное влияние КА на глинозольные смеси. С увеличением доли зольной составляющей $R_{сж}$ образцов на основе исходных глинозольных масс заметно снижается. При визуальном осмотре зафиксированы глубокие отбитости и отколы отдельных фрагментов образцов. Это связано со взрывом сферических частичек из-за содержания в них остатков частиц угля. КА глинозольных составов значительно увеличивает показатель $R_{сж}$.

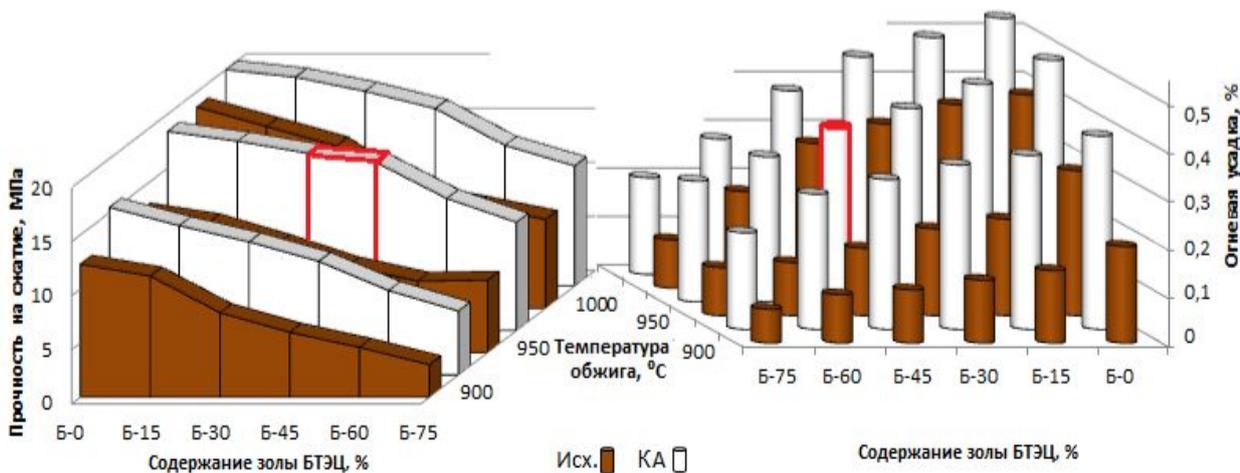


Рис. 6. Керамические свойства образцов на основе исходных (Исх) и комплексно активированных глинозольных масс (КА)



При добавлении до 45% золы в суглинок прочность по сравнению с исходными составами растет с 6 до 10,5 МПа при 900 °С, с 8 до 15,5 МПа при 950 °С и с 10,7 до 16,4 МПа - при 1000°С. Увеличение дисперсности частиц твердой фазы обусловило увеличение сил поверхностного натяжения, ускорив при этом скорость сближения частиц и повышению его растворимости в жидкой фазе при увеличении температуры обжига с 900 до 950 °С. Огневая усадка растет с 0,31 до 0,36%, а при дальнейшем увеличении температуры до 1000 °С усадка увеличивается незначительно – до 0,38%.

Незначительное уменьшение $R_{сж}$ образцов на основе КА аджидарского суглинка с золой наблюдается при введении золы также до 45%, большее введение золы вызывает резкое уменьшение этого показателя. Причем наилучшие результаты получены при температуре 900 °С. Показатель прочности черепков на основе КА глинозольных составов растет по сравнению с исходными с 7,2 до 17,5 МПа при 900 °С, с 9,5 до 10,4 МПа при 950 °С, с 11,9 до 17,4 МПа при 1000 °С соответственно. Значения $L_{огн}$ при этом составляют 0,28; 0,29 и 0,31% соответственно температурам обжига 900, 950 и 1000 °С.

Максимальное количество золы в КА токмокской глинозольной смеси составляет 60%. При этом в процессе обжига образуется достаточное количество связующего вещества за счет глинистого минерала, количество которого значительно больше, чем в остальных суглинках, для прочной связи глинозольной структуры. $R_{сж}$ образцов составляет от 10,6 до 16,3 МПа при температурах обжига от 900 до 950 °С. О достаточном количестве стеклофазы в процессе обжига свидетельствуют значения $L_{огн}$: 0,23; 0,45 и 0,48% при 900, 950 и 1000 °С соответственно. $L_{огн}$ незначительна и с ростом температуры обжига сокращается, очевидно, вследствие образования армирующих минеральных фаз.

Установлены рациональные составы шихт керамического кирпича на основе КА глинозольных смесей: из суглинка Баш-Карасуу и Аджидар с содержанием золы до 45%; из суглинка Токмок – 60%. Оптимальная температура обжига из суглинков Баш-Карасуу и Токмок – 950 °С и для Аджидар – 900 °С. Образцы на их основе имеют предел прочности при сжатии – 15,5-17,5 МПа, водопоглощение – 17-18% без трещин и высолов.

В четвертой главе приведены особенности физико-химических процессов (рис. 7,8), протекающих при образовании керамического черепка из КА золокерамических масс. Совместное диспергирование суглинка и золы способствует в значительной степени меньшей агрегации глинозольных масс; в результате МА частицы золы и суглинка, в том числе и ококсированные остатки перетираясь и соударяясь друг с другом, частично аморфизируются и разрушаются, что положительно сказывается на уменьшении пористости черепка, т.к. малые размеры агрегатов частиц и их равномерное распределение по всей массе способствуют более полному прохождению процессов спекания внутри самих агрегатов. При этом образуется прочная монолитная структура.

Декарбонизация механоактивированного тонкодисперсного $CaCO_3$, $MgCO_3$ приводит к появлению свободных оксидов CaO , MgO , являющихся

сильными плавнями. В результате, уже при 800-840 °С появляется жидкая фаза, интенсифицирующая процессы минералообразования.

Свободный CaO является реакционноспособным и при взаимодействии с кислотными оксидами образуются новые фазы в виде муллита и анортита.

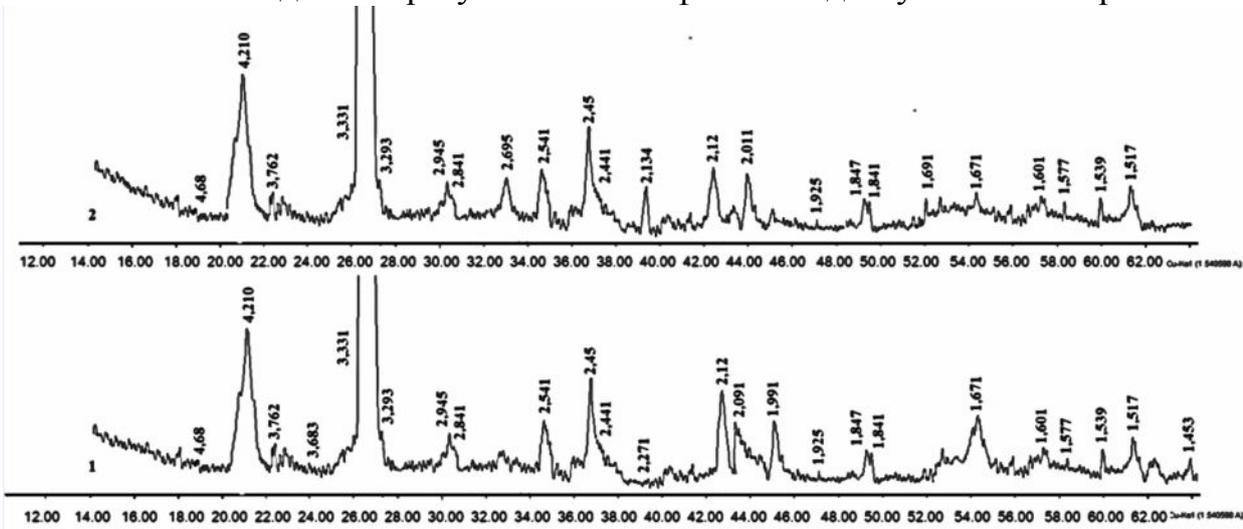


Рис 7. РФА на основе суглинка с золой – 1; КА суглинка с золой – 2.

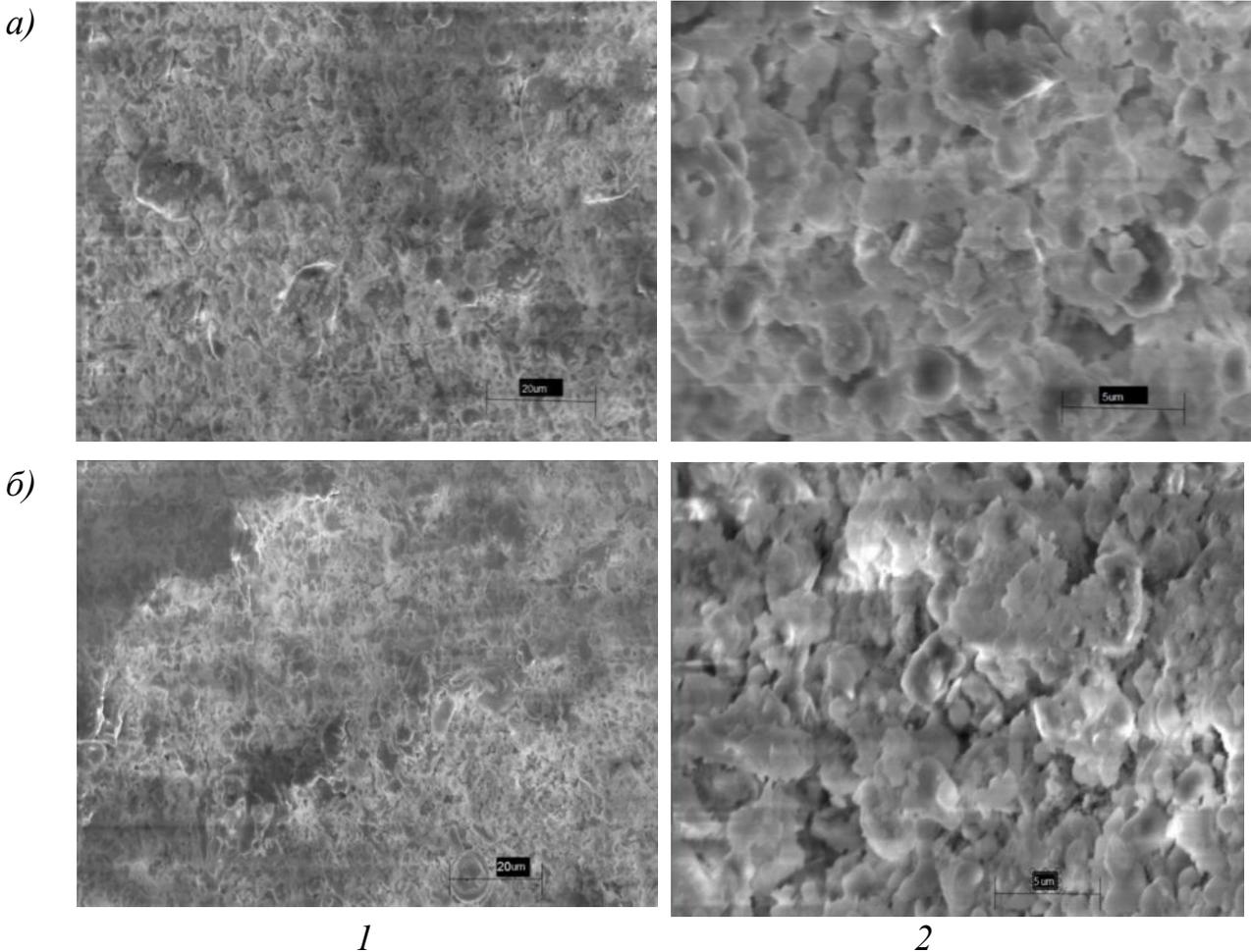


Рис 8. Фотографии микроструктуры черепков на основе а) - исходного суглинка с золой и б) – КА при увеличении в 1 – 400 и 2 – 1600.



Механоактивированные частицы золы активно взаимодействуя с глинистыми минералами, способствуют снижению температуры появления расплава и начала процесса кристаллизации новообразований.

На контактных поверхностях возникает большое количество цементирующего вещества, чем при равных условиях во время обжига исходных глинозольных масс, способствующее образованию упрочняющих фаз.

На рентгенограммах башкарасуйского суглинка (55%) с золой (45%) (рис. 7), видно уменьшение кварца в КА глинозольном сырье, свидетельствующее о его частичной кристаболитизации за счет нарушения структуры кварца при активации суглинков. Кварц, привнесенный золой расплавляется весь, т.к. он был уже подвержен тепловому воздействию. А КА способствует повышению реакционной способности, т.к. предварительная тепло- и механоактивация способствуют эффективному изменению кристаллической решетки и реакционной способности. Линии кальция исчезают, т.к. при КА происходит значительное нарушение кристаллической решетки карбонатов до образования свободных связей, тонкое измельчение и равномерное распределение их по всей массе смеси, что облегчает полное связывание свободного кальция в минералы типа полевые шпаты и анортит.

В результате обжига у образцов из КА глинозольных смесей наблюдаются рост и увеличение муллита и анортита по пикам (рис. 7): 2,695; 1,691 и 2,134 Å соответственно, при этом отсутствуют отражения, характерные для кальцитов. Растворение кварца наблюдается по пикам 2,12; 2,011; 1,671; 1,577; 1,539 Å со сдвигом в область малых углов.

На микрофотографиях (рис. 8, 2, а) отчетливо видны частички сферолитового строения размером до 2,712 мкм и открытые и закрытые поры от 1,987 до 5,323 мкм.

Фотографии керамических образцов из рациональных составов при увеличении 400х показывают относительно плотную структуру (рис. 8, 1, б). Наблюдается интенсивное развитие стеклофазы, которая и способствует затягиванию крупных пор, частично их уменьшая, и исчезновению мелких. Размер закрытых пор не изменился, но открытые поры значительно уменьшились в размерах – до 1,522 мкм (рис. 8, 2, б).

Полученные результаты физико-механических свойств (табл. 3) показали, что керамические изделия на основе рациональных составов, изготовленные пластическим методом формования обладают достаточно высокими физико-механическими показателями и имеют марку М125-150, морозостойкость – F25 согласно ГОСТ 530-2012 и характеризуются улучшенными технико-эксплуатационными свойствами без высолов.

В пятой главе выделены факторы экономической эффективности; выполнен технико-экономический эффект и данные по производству золокерамического кирпича в промышленных условиях на базе ОсОО «БКЗ».

Экономический эффект от внедрения новой технологии при выпуске 1000000 шт. усл. кирпича составит 698 900 сом.

Таблица 3 - Физико-механические свойства нового керамического кирпича

Составы смесей: суглинок месторождения, зола и 0,1% ПАВ	Температура обжига, °С	Плотность, г/см ³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа	Морозостойкость, количество циклов	Марка кирпича
Баш-Карасуу 55%, зола 45%	950	1,5	18	12,8	25	M125
Гокмок 40%, зола 60%	950	1,44	18	16,8	29	M150
Аджидар 55%, зола 45%	900	1,58	17	13,6	25	M125

Полученные изделия испытывали по стандартным методикам Внешний вид стеновых изделий, после разбраковки всей партии, был удовлетворительным. При выпуске опытной партии комплексно использовано природное сырье и зола Бишкекской ТЭЦ. Экономия природного сырья составляет более 45%. При этом сокращается продолжительность сушки и обжига на 31,2%. По предлагаемой технологии получен кирпич однородного цвета без высолов и трещин. Согласно ГОСТ 530-2012 по прочности материал на основе механоактивированного суглинка и золы БТЭЦ – М125. На основе КА золотлиняных смесей разработана технологическая схема производства кирпича пластическим методом формования (рис. 9).

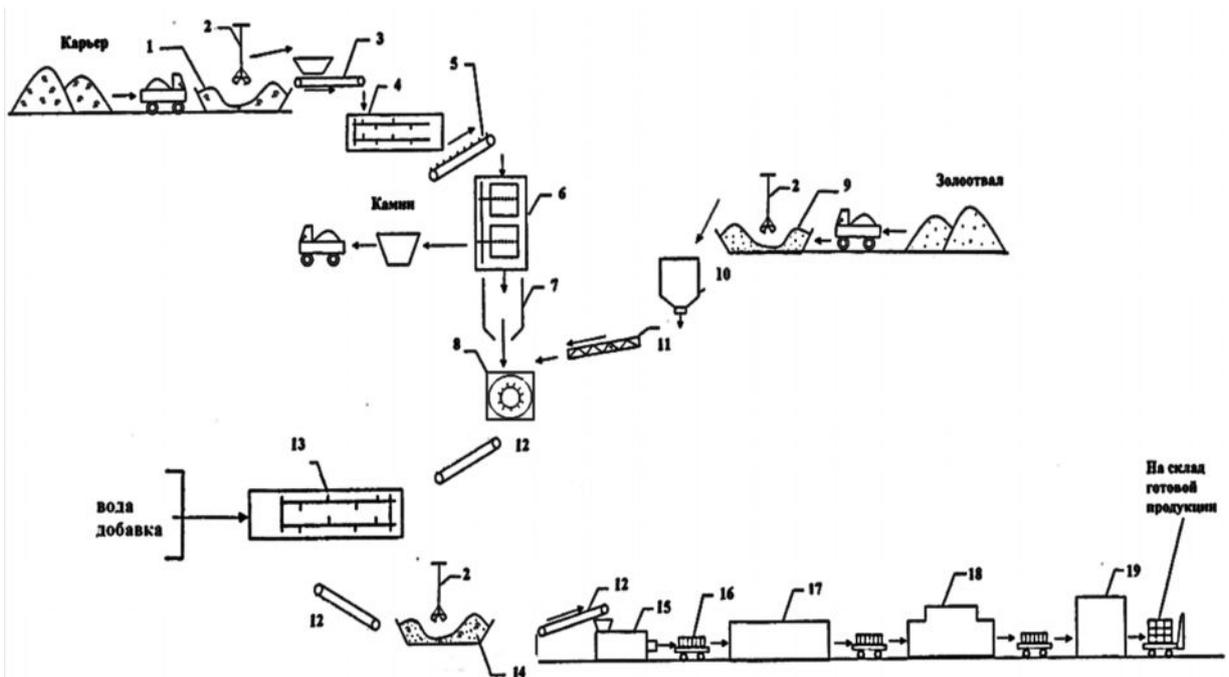


Рис. 9. Технологическая схема производства: 1 – глинозапасник; 2 – грейферный кран; 3 – ящичный питатель с крутонаклонным транспортером; 4 – глинорыхлитель; 5 – пластинчатый питатель; 6 – камневыделительные вальцы; 7 – ящичный питатель с дозатором; 8 – смеситель-активатор; 9 – золозапасник; 10 – бункер с дозатором; 11 – шнековый питатель; 12 – ленточный конвейер; 13 – двухвальный смеситель; 14 – шихтозапасник; 15 - вакуумный шнековый пресс; 16 – печная вагонетка; 17 – сушила; 18 – туннельная печь



ВЫВОДЫ

1. Разработана впервые энергоресурсосберегающая технология новых стеновых материалов с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками на основе низкокачественных высококарбонатных местных суглинков и золы БТЭЦ при их совместной комплексной активации (КА) с использованием активаторов нового типа.

2. На основе КА глинозольных смесей с содержанием золы 45-60% создан новый материал – кирпич, характеризующийся повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами с прочностью на сжатие 12,8-16,8 МПа; морозостойкостью F25; водопоглощением $W=17-18\%$, повышенной стойкостью к высокообразованию.

3. Механическая активация (МА) пылеватых суглинков обеспечивает повышение дисперсности, что обуславливает пластичность керамических масс и повышение реакционной способности мелкодисперсных частиц, способствует деструктуризации глинистых минералов при более низких температурах, ранней декарбонизации кальцита, чем у исходных масс и устранению негативного воздействия их на свойства черепка и интенсификации спекания.

4. Методом математико-статистического моделирования оптимизированы составы шихт из МА суглинка: время активации – 3 мин. и температура обжига – 900-950 °С.

5. Установлены особенности реологических и технологических параметров МА и КА глинозольных масс: повышены значения пластической прочности на 30-50%, числа пластичности на 32-57% с уменьшением формовочной влажности массы, уменьшаются значения коэффициента чувствительности и воздушной усадки, что предопределяет возможность интенсификации процесса сушки. КА повышает структурно-механические свойства, обеспечивая увеличение эластичности керамической массы и уменьшая условную мощность на формование, переводя сырье к типу хорошо формующихся.

6. Определены рациональные составы шихт и параметры обжига керамического кирпича на основе КА глинозольных смесей: суглинок 40 55% и зола 45-60% при температуре обжига 900-950 °С.

7. Комплексом физико-химических исследований в растровом электронном микроскопе установлена структура керамического черепка из КА глинозольных масс и фазообразование. Совместная КА суглинка с золой способствует разрушению сферических частичек стекловидной фазы золы, интенсификации жидкофазного спекания, формированию упрочняющих фаз анортита. Уменьшению пор керамического черепка способствуют аморфизированные и частично разрушенные частицы золы сферолитового строения, а также повышенное содержание стеклофазы как цементирующего вещества, способствующего затягиванию открытых пор, образуя прочную монолитную структуру.

8. По предлагаемой технологии нового материала в заводских условиях (ОсОО «БКЗ») впервые получен новый материал на основе МА суглинка и золы БТЭЦ марки М125, соответствующий ГОСТ 530-2012 однородного цвета без высолов и трещин с морозостойкостью F25. Экономия природного сырья составила более 45%. При этом сократилась продолжительность сушки и обжига на 31,2%. Экономический эффект от разработанной энергоресурсосберегающей технологии керамического кирпича на



основе КА глинозольного сырья в сравнении с базовым при выпуске 1000000 шт. усл. кирпича составляет 698 900 сом.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Сардарбекова Э.К. Исследование глинистых суглинков для производства изделий грубой строительной керамики [Текст] / М.Т. Касымова, Э.К. Сардарбекова // Вестник КРСУ. - Бишкек, 2005. - Т. 5. - №3. - С.108-112.
2. Сардарбекова Э.К. Влияние механической активации и времени вылеживания глинистого сырья на свойства керамического черепка [Текст] / Э.К. Сардарбекова // Вестник КРСУ. - Бишкек, 2011. - Т. 11. - №9. - С. 85-89.
3. Сардарбекова Э.К. / Влияние механической активации на пластическую прочность структуры глинистого сырья [Текст] / Э.К. Сардарбекова // Материалы межд. науч.-практ. конф. «Архит., строительство и дизайн стран Центр. Азии в нач. 10-х гг. нового тысячелетия». - Бишкек, 2011. - С. 144-149.
4. Сардарбекова Э.К. Улучшение структурно-реологических свойств керамических масс [Текст] / Э.К. Сардарбекова // Вестник КГУСТА. - Бишкек, 2014. - Т.1. - №4(46). - С. 40-45.
5. Сардарбекова Э.К. Влияние механической активации глинистого сырья на гранулометрический состав и технологические свойства керамического материала [Текст] / А.С. Мавлянов, Э.К. Сардарбекова // Известия ВУЗов Кыргызстана. - Бишкек, 2017. - №3, - С. 29-34.
6. Сардарбекова Э.К. Спекание керамического материала на основе механоактивированного глинистого сырья / А.С. Мавлянов, Э.К. Сардарбекова [Текст] // Вестник Таджикского национального университета. - Душанбе, 2017. - №1/4. - С. 70-76.
7. Сардарбекова Э.К. Влияние механической активации глинистого сырья на гранулометрический состав и технологические свойства керамического материала [Текст]/А.С. Мавлянов, Э.К. Сардарбекова // Вестник Таджикского национального университета. - Душанбе, 2017. - №1/4. - С. 127-133.
8. Сардарбекова Э.К. Влияние механической активации глинистого сырья на технологические свойства глинозольных масс [Текст] /А.С. Мавлянов, Э.К. Сардарбекова // Известия ВУЗов Кыргызстана. - Бишкек, 2017. - №8, - С. 10-13.
9. Пат. 1701 Кыргызская Республика, МПК С04В 28/00. Способ получения керамической массы /М.Т. Касымова, Э.К. Сардарбекова. - № 20130106.1; заявл. 04.12.2013; опубл. 30.01.15, Бюл. №1. –С.10.
10. Пат. 1702 Кыргызская Республика, МПК С04В 33/00. Керамическая масса и способ ее получения /М.Т. Касымова, Э.К. Сардарбекова. - № 20130105.1; заявл. 04.12.2013; опубл. 30.01.15, Бюл. №1. –С.10.



Сардарбекова Эльмира Карагуловнанын

05.23.05 – Курулуш материалдары жана буюмдары адистиги боюнча «Жергиликтүү сырьелук материалдардан жасалган дубал материалдарынын энергия жана ресурс үнөмдөө технологиясын иштеп чыгуу» аттуу темада техника илимдеринин кандидаты окумуштуулуук даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациясынын
КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: суглинок, күл, механикалык активдештируу, чопо-күл сырьё, күл-керамикалык масса, реологиялык мүнөздөмөлөрү, бышуу абалы, муллит, анортит, кварц, кальцит, суукка чыдамдуулугу, туз пайда кылуусу

Изилдөө объектиси – Керамикалык кышты өндүрүүчү технология.

Изилдөөнүн предмети – Жакшы сапаттуу курулуш керамиканын фаза жана структурасын техногендик продукциясы, БАЗ менен модификациялоо жана аларды биргелешкен комплекстик активдешүү менен башкаруу.

Изилдөө методдору: Теория жана эксперименталдык изилдөөлөр заманбап физико-химиялык талдоо ыкмалары аркылуу жүргүзүлгөн: ДТА, РФА жана растрдык электрондук микроскопия, патенттик изилдөө жана стандарттык ыкмалары да колдонулган. «PlanExp B-D13», «ДПЭ.В2» программаларында чыгарылган эң төмөнкү квадраттарынын ыкмалары жана номограммалар менен эксперименттик-статистикалык моделдер түзүлгөн. Реологиялык касиеттерди Толстойдун жабдыгы аркылуу аныкталган. Механикалык активдешүүнү борбордук айланма соккудагы активатор-аралашмада өткөрүлдү.

Иштин максаты. Сары топурактуу суглиноктордон, Бишкек ТЭЦ тин күлү жана ийкемдеткич кошумчаларды жаңы типтеги активаторлорунда активдештирилген, калыптанган массанын негизинде жакшыртылган техника-эксплуатациялык мүнөздөгү керамикалык кышты өндүрүү үчүн ресурсэнергияүнөмдөө технологиясын жана жаңы чийки аралашманын курамын иштеп чыгуу.

Алынган натыйжалар. Комплекстүү активдештирилген жергиликтүү сапаттары начар, жогорку карбонаттуу суглиноктордон, Бишкек ТЭЦтин күлүнүн жана ийкемдеткич кошумчалардын негизинде жакшыртылган физико-механикалык жана эксплуатациялык касиеттери менен дубал материалдардын энергияресурсүнөмдөө технологиясы, курамы иштеп чыгарылды.

Сунушталган технология боюнча заводдук шартта механикалык-активдештирилген суглиноктон жана БТЭЦ-тин күлүнөн ГОСТ 530-2012 ылайык бирдей түстөгү, туздуулуксуз, жана жараксыз, суукка чыдамдуулугу F25 болгон жаңы кыш алынды. Жаратылыш чийки заттарын үнөмдөө 45% түздү. Ошону менен катар, күйүү узактыгы 31,2% га кыскарды. Чопо-күлдүн КА нүн негизинде иштелип чыккан керамикалык кышты өндүрүү технологиянын азыркы базалык өндүрүшкө салыштырганда, экономикалык эффект 1000000 даана шартту кышты алууда 698900 сомду түзөт.

Колдонуучу тармактар: Керамикалык материалдырды өндүрүүчү өнөр жайларында.



РЕЗЮМЕ

диссертации Сардарбековой Эльмиры Карагуловны на тему «Разработка энерго - и ресурсосберегающей технологии стеновых материалов из местного сырья» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Ключевые слова: суглинки, зола, механическая активация, глинозольная смесь, золокерамическая масса, реологические характеристики, спекание, поры, муллит, анортит, кварц, кальцит, морозостойкость, высолообразование

Объект исследования: технология производства керамического кирпича.

Предмет исследования: управление фазообразованием и структурой строительной керамики улучшенного качества путем модифицирования сырья техногенной продукции с ПАВ при их комплексной активации

Методы исследования: теоретические исследования и экспериментальные исследования проводились с помощью комплекса современных методов физико-химического анализа: ДТА, РФА и растровой электронной микроскопии, использовались методы патентных исследований, а также стандартные методики. Экспериментально-статистическое моделирование производили методом наименьших квадратов и номограмм, полученных по программам «PlanExp B-D13», «ДПЭ.В2». Реологические свойства определяли на приборе Толстого. Механическая активация проведена в центробежном смесителе-активаторе.

Цель работы: разработка ресурсоэнергосберегающей технологии и состава новой сырьевой смеси для производства керамического кирпича на основе активированных формовочных масс из лессовидных суглинков, зол Бишкекской ТЭЦ и пластифицирующих добавок в активаторах нового типа с улучшенными техническими характеристиками.

Полученные результаты. Разработана энергоресурсосберегающая технология и новый состав стеновых материалов с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными характеристиками на основе низкокачественных высококарбонатных местных суглинков, золы Бишкекской ТЭЦ и пластифицирующей добавки при их комплексной активации.

По предлагаемой технологии в заводских условиях (ОсОО «БКЗ», ОсОО «Нурзат Техстрой») получен новый кирпич на основе комплексно активированного суглинка и золы БТЭЦ марки М125, соответствующий согласно ГОСТ 530-2012 однородного цвета без высолов и трещин с морозостойкостью F25. Экономия природного сырья составила более 45%. При этом сократилась продолжительность обжига на 31,2%. Экономический эффект от внедрения разработанной энергосберегающей технологии керамического кирпича на основе комплексно активированного глинозольного сырья в сравнении с базовым производством кирпича составляет 698 900 сом при выпуске 1000 000 шт. усл. кирпича.

Область применения. На предприятиях производства керамических материалов.



SUMMARY

of a dissertation of Sardarbekova Elmira Karagulovna on the dissertation “Development of energy and resource saving technology from local raw materials” for issuance of academic degree of engineering sciences candidate in 05.23.05 specialty- Construction materials and products

Key words: loams, ashes, mechanical activation, fly ash expanded clay aggregate, ash glazing mass, rheologic characteristics, sintering, pores, mullite, anorthite, quartz, calcite, salification, frost resistance

Object of the research: the technology producing of ceramic bricks.

Research subject: management of phase formation and structure of an improved quality construction ceramics by modifying raw material of technogenic products and PAV within their joint mechanoactivation

Research methods: Theoretical and experimental research was conducted within contemporary methods of physico- chemical analysis: DTA, X-ray phase analysis, raster electron microscopic analysis, methods of patented research and standard methodology. Experimental and statistical modelling has been conducted by least squares and nomograms obtained by «PlanExp B-D13», «ДПЭ.В2» application. Rheological properties were determined by Tolstoy device. Mechanical activation was carried out in a centrifugal mixer-activator.

Research objective: development of resource energy saving technology producing ceramic bricks and new raw mix on a basis of activated molding masses from loess-like loams, ash from Bishkek TPP and plasticizers additives in activators of a new type with improved technical characteristics.

Results: resource and energy saving technology of wall material has been developed with an improved physico-mechanical and operational characteristics on a basis of low quality highly carbonated local loams, ash from Bishkek tpp and plasticizers within their joint activation.

According to the suggested technology within plant’s conditions (OSOO «BKZ», OSOO «Nurzattekhstroy»), new bricks have been obtained on a basis of compositely activated loams and Bishkek tpp ash labeled M125 in accordance with GOST 530-2012 of a homogenous color without efflorescence and cracks but also frost resistant F25. Raw material saving was witnessed to be 45%. Moreover, burning duration decreased by 31,2%. Economic effect from developed energy saving technology of ceramic bricks on a basis of compositely activated fly ash clay aggregated raw material compared to the baseline production of bricks amounts to 698 900 som if to produce 1000000 pieces of bricks.

Recommendations: at enterprises for the production of ceramic materials.



Сардарбекова Эльмира Карагуловна

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ
ТЕХНОЛОГИИ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ
ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ**

05.23.05- Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 25.05.2018.

Формат бумаги 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.

Тираж 100 экз. Заказ № 519

Кыргызский государственный университет строительства,
транспорта и архитектуры им. Н. Исанова
г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34,Б

