

на правах рукописи



Костерин Алексей Яковлевич

**ПРИМЕНЕНИЕ ЗОЛ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Специальность 05.23.05. - Строительные материалы и изделия.

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Иваново - 2005

Работа выполнена на кафедре "Химия и охрана окружающей среды"
Ивановской государственной архитектурно-строительной академии.

Научный руководитель: член- корреспондент РАЕН, кандидат
химических наук, доцент Федосова Нина Львовна.


Официальные оппоненты: доктор технических наук, доцент
Акулова Марина Владимировна,
кандидат технических наук, доцент
Сперанская Ольга Борисовна.

Ведущая организация: ГОУВПО «Ивановский государственный
химико-технологический университет»

Защита состоится "_28_"_апреля_2005_г. в _13_ часов на заседании
диссертационного совета Д212.060.01 в Ивановской государственной
архитектурно-строительной академии по адресу: 153037, г. Иваново, ул.
8-го Марта, 20.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ивановской
государственной архитектурно-строительной академии.

Автореферат разослан "_25_"__марта____2005_г.

Ученый секретарь диссертационного
совета, кандидат технических наук, доцент  Н.М.Ладаев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Развитие теплоэнергетики, увеличение добычи полезных ископаемых, повышение объемов выплавки металлов привело к значительному накоплению различных видов отходов, образующихся как в процессе производства, так и на различных стадиях их переработки. Отходы загрязняют окружающую среду и вместе с тем представляют собой ценное минеральное сырье, которое может быть использовано для производства строительных материалов.

Для расширения сырьевой базы и обеспечения строительной индустрии необходимым сырьем, создания ресурсосберегающих технологий при производстве строительных изделий, снижения их себестоимости, а также решения в определенной степени экологической проблемы, назрела острая необходимость в более глубоком исследовании технологических свойств техногенного сырья и усовершенствования технологии производства керамических строительных материалов.

Производство керамических строительных материалов базируется, как правило, на местных месторождениях глины. Свойства получаемых из таких глин изделий ограничивают область их применения, что вынуждает использовать привозные строительные материалы. Для улучшения свойств получаемой керамики часто применяют специальные сырьевые добавки, рекомендуемым источником которых являются отходы местной промышленности. Одной из таких добавок является зола теплоэлектростанций. Несмотря на большой опыт в применении золошлаковой смеси в строительной индустрии, объем потребления золы остается незначительным на уровне 5-8% ее выхода, что приводит к необходимости дальнейшего совершенствования способов ее применения.

Выпускаемая в Ивановской области стеновая керамика на основе местных легкоплавких глин не обладает удовлетворительными теплоизоляционными свойствами, имеет повышенную плотность (1800 -

1980 кг/м³), значительную материалоемкость, высокую воздушную и огневую усадки, неудовлетворительный внешний вид, некачественную лицевую поверхность.

Настоящая работа посвящена исследованию глинистого и золошлакового сырья Ивановского региона, разработке принципов подготовки золы, определению рациональных составов шихт и усовершенствованию технологии производства различных видов стеновой керамики, позволяющей улучшить свойства производимой продукции.

Целью диссертационной работы является разработка эффективных керамических материалов с использованием местного сырья с заданным комплексом эксплуатационных свойств.

Для реализации этой цели необходимо:

1. Разработать рациональные составы шихт для производства изделий грубой строительной керамики с использованием местного сырья Мало-Ступкинского месторождения глины и отходов ТЭЦ - зол систем зологидроудаления.

2. Разработать технологическую схему производства эффективных керамических изделий на основании предложенного состава шихты и способа предварительной обработки золошлаковых смесей.

3. Разработать принцип управления свойствами получаемых изделий, с применением компьютерного проектирования.

4. Выполнить экспериментальные исследования свойств разработанных материалов.

5. Произвести экономический анализ разработки.

6. Разработать рекомендации для производства.

Научная новизна работы:

1. Исследован химический и минералогический состав глинистого сырья Мало-Ступкинского месторождения Тейковского района Ивановской области, представленного глиной двух слоев, с различным

количественным содержанием примесей.

2. Изучен химический и гранулометрический состав золы ТЭЦ-2 г. Иваново. Показано, что многокомпонентный состав золы имеет выраженную зависимость от размеров фракций.

3. Разработаны критерии оценки исходного сырья и методы исследования составов шихт.

4. В результате комплексных экспериментальных исследований свойств керамических изделий, изготовленных с различным соотношением глинистого сырья и разделенной по фракциям золы, получены новые качественные и количественные характеристики материалов, позволяющие отнести их к эффективным теплоизолирующим.

Практическая значимость.

1. Предложено рациональное соотношение глинистого сырья, добытого из различных слоев Мало-Ступкинского месторождения глины Тейковского района Ивановской области, в шихте, используемой для производства изделий строительной керамики.

2. Разработаны рациональные составы шихт для получения золошлаковых керамических изделий с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

3. В результате выполненных экспериментальных исследований и обработке их результатов на ПЭВМ получены эмпирические уравнения, описывающие зависимость эксплуатационных свойств керамических изделий от состава смеси шихты.

4. Получены облегченные стеновые керамические изделия со следующими характеристиками: $R_{сж} = 18$ МПа, $\rho_{ср} = 1680$ кг/м³ и конструктивно-теплоизоляционные изделия с $R_{сж} = 18$ МПа, $\rho_{ср} = 1690$ кг/м³.

5. Использование золошлаковых смесей в производстве стеновой керамики уменьшает объемы золы в золоотвалах, чем улучшает

экологическую ситуацию в районах их расположения.

6. Снижается материалоемкость производства стеновых керамических изделий на заводе "Ивстройкерамика" на 9.. 15%.

На защиту выносятся:

1. Результаты исследований минералогического состава глинистого и золошлакового сырья (Мало-Ступкинского месторождения Тейковского района Ивановской области и ТЭЦ-2)

2. Результаты экспериментальных исследований процесса обжига керамических изделий различного состава шихты.

3. Эмпирические уравнения для определения механических и технологических характеристик изделий в зависимости от соотношения "зола/глина" и температуры обжига, а также теплотехнических характеристик готовых изделий.

4. Технологическая схема производства стеновых керамических изделий предложенного состава.

Апробация работы.

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на конференциях:

X Международной Научно-технической конференции "Информационная среда ВУЗа", Иваново, ИГАСА, 2003, II Всероссийской научно-практической конференции "Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем" Пенза, МНИЦ, 2004, Международной научной конференции "Энергоресурсосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные производства". Иваново, ИГХТУ, 2004, Научно-технической конференции "Состояние и перспективы освоения недр. Охрана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона". Ярославль, 2004.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 работ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Содержание работы изложено на 104 страницах машинописного текста, содержит 12 таблиц, 26 рисунков и 3 приложения. Библиографический список включает 132 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность проблемы, сформулирована цель исследования, обоснована научная новизна, изложены основные положения, выносимые на защиту и практическая значимость результатов диссертационной работы.

В первой главе даются определения и классификация строительной керамики. Приводится характеристика сырьевых материалов для производства строительной керамики: глинистого сырья и применяемых добавок.

Керамические свойства глинистого сырья определяются главным образом химическим составом и кристаллической структурой, а также природой и количеством сопутствующих минералов. Подавляющую часть минералов, входящих в состав глинистого сырья составляет кварц, силикаты и алюмосиликаты. Преимущественное содержание того или иного глинообразующего минерала является одной из основных причин различных керамических свойств глинистого сырья.

Большинство применяемых в производстве строительной керамики глин не обладают требуемым комплексом технологических свойств, поэтому их приходится корректировать за счет введения добавок. П.И. Боженковым отмечены преимущества и недостатки добавок, а также целесообразность их применения. Наибольшее внимание в мировой и отечественной практике уделяется возможности замены традиционных добавок побочными продуктами производства.

Среди твердых промышленных отходов золы и шлаки

теплоэлектростанций занимают по своему объему ведущее место. Применение золошлаковых смесей ТЭС целесообразно при производстве стеновых керамических изделий благодаря подходящему минеральному составу, выгораемости органической составляющей и возможности их значительного содержания в изделии.

Из анализа литературных данных следует, что свойства материалов и изделий, полученных на основе техногенного сырья, оцениваются в большей степени по экспериментальным показателям механической прочности и водопоглощения. Изучение процессов формирования рациональной структуры, улучшающей эксплуатационные свойства изделий, уделено недостаточное внимание, что затрудняет поиск технологических решений производства стеновых керамических изделий.

Многообразие видов зол и шлаков ТЭС с различными химическим и минеральным составами осложняет возможность их использования в керамическом производстве. Поэтому предлагается дифференцированный подход при назначении добавок зол в зависимости от их гранулометрического и химического состава и пластичности глин. Таким образом для каждого месторождения глин и золоотвалов необходимо подбирать рациональное соотношение глины и золы.

Во второй главе диссертации приведены характеристики глинистых материалов и методы исследований. Объектом исследования является легкоплавкая глина Мало-Ступкинского месторождения Тейковского района Ивановской области.

Глина Мало-Ступкинского месторождения, пригодная к использованию при производстве керамических изделий представлена двумя слоями озерно-ледниковых и водно-ледниковых отложений времени отступления поздних стадий московского ледника.

Исследованиями было установлено, что глинистое сырье верхнего горизонта является среднепластичным, низкодисперсным, с низким

содержанием включения, сырье нижнего горизонта - умереннопластичное, низкодисперсное, с низким содержанием включений с преобладанием средних включений.

Химический состав глинистого сырья приведен в таблице 1

Таблица 1

Горизонты полезной толщи	Содержание оксидов, % по массе							SiO ₂ своб	Al ₂ O ₃ на прокал л вещес тво	Классификация
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	П.П .П			
верхний	51 39- 60 60	12 67- 18 99	2 70- 6 84	5 47- 7 07	3 49- 5 42	0 19- 0 84	8 23- 12 09	24 25	15 11	Полуки слое
нижний	56 62- 75 10	15 02- 21 94	4 35- 8 01	1 76- 4 11	1 34- 3 48	0 01- 0 63	3 33- 9 82	33 12	13 07	Кислое

Анализ полученных результатов показал, что глинистое сырье верхнего горизонта имеет более низкое содержание диоксида кремния, но повышенное содержание остальных оксидов. Потери при прокаливании при этом несколько выше, что обусловлено наличием в пробе растительных остатков. По содержанию Al₂O₃ в пересчете на прокаленное вещество сырье верхнего горизонта относится к полукиислому, а нижнего к кислому (ГОСТ 9169).

На кривой дифференциально-термического анализа эндотермические эффекты при 190°C и 240°C свидетельствуют о присутствии в глине смешаннослоистых минералов гидрослюда - монтмориллонит. По данным ДТА проба нижнего горизонта отличается от пробы верхнего горизонта существенно большим содержанием гидрослюда и несколько меньшим монтмориллонита.

Минералого-петрографический анализ глины показал, что глины верхнего и нижнего горизонтов можно считать каолинит-хлорит-

гидроглинистой с примесью монтмориллонитизированной гидроглины.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно констатировать, что глинистое сырье относится к группе легкоплавкого кислого и полукислого сырья, с повышенной карбонатностью, но пригодное для получения изделий грубой керамики.

В ходе проведения лабораторно-технологических испытаний глинистого сырья соблюдались следующие режимы сушки и обжига изделий. Выдержка образцов в естественных условиях при температуре от 18°C до 21°C с относительной влажностью воздуха 75-80% с продолжительностью трое суток, затем в сушильном шкафу при температуре 80-95°C до остаточной влажности 6-8%. Обжиг осуществлялся по следующему режиму:

- подготовка (поднятие температуры до 400°C) - 3 часа,
- обжиг (повышение температуры от 400°C до 900-1000°C) - 3 часа,
- закал (выдержка при конечной температуре) - 4 часа,
- охлаждение в печи до 50-60°C.

Показатели, характеризующие основные керамические свойства сырья, приведены в таблице 2.

На основании выполненных исследований на спекаемость можно заключить, что глинистое сырье относится к группе среднетемпературного неспекающегося с водопоглощением от 6,4 до 28,4%. Интервал спекания очень небольшой ($\pm 50^\circ\text{C}$) и лежит в пределах **1130-1180°C**. Водопоглощение в этих и интервалах уменьшается до 6,6-3,1% по глинам верхнего горизонта и до 5,0-2,9% нижнего. Таким образом для обжига изделий можно принять температуру не более 1060°C. Температура 1100°C является предельной, а при 1150°C появляются первые признаки оплавления образцов.

Выявлено, что схожие по фазово-минералогическому составу глины двух горизонтов по разному проявляют свои технологические свойства.

Глина обоих горизонтов характеризуется высокой чувствительностью к сушке, что требует введения отошающих добавок.

Таблица 2

Наименование показателя	Верхний горизонт		Нижний горизонт	
	Температура обжига, °С			
	900	1000	900	1000
Формовочная влажность, %	17,60 - 28,40		17,90 - 27,20	
Коэффициент чувствительности к сушке	1,65-2,69		1,32-2,26	
Воздушная усадка, %	6,8-12,4		6,3-9,8	
Общая линейная усадка, %	6,84-11,56	7,12-12,48	6,38-9,47	6,53-10,98
Предел прочности, МПа при сжатии при изгибе	14,07-16,03	12,01-14,19	22,33-28,02	19,28-23,92
	3,62-4,80	2,84-3,66	5,27-8,39	4,85-8,10
Водопоглощение, %	21,92-15,27	28,37-20,73	14,42-4,79	20,87-13,38
Средняя плотность, кг/м ³	1670-1700	1530-1640	1830-1950	1740-1850
Морозостойкость	15		25	

В третьей главе диссертации отражено исследование зол из золоотвалов Ивановской ТЭЦ-2.

Отвальные золы Ивановской ТЭЦ-2 представляют собой продукт сжигания каменных углей Кузнецкого бассейна.

При удалении отходов гидравлическим способом к золе примешивается небольшое количество шлаков, поэтому в золоотвалах наблюдается значительная неоднородность свойств золы по таким характеристикам, как гранулометрический состав, насыпная плотность, количество несгоревших частиц, а также физико-химическим и технологическим свойствам.

Гранулометрический состав определялся методом ситового анализа. Результаты представлены на рисунке 1.

В таблице 3 приведены усредненные данные по химическому

составу исследуемой золошлаковой смеси.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что наблюдается зависимость изменения химического состава, от крупности фракций. Так по мере уменьшения размеров частиц содержание несгоревшего топлива падает, а содержание кварца и аморфизированных глинистых минералов возрастает.

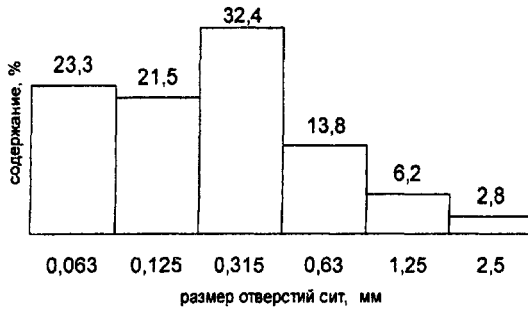


Рис 1. Распределение содержания частиц по размерам на ситах.

Химический состав золошлаковой смеси Ивановской ТЭЦ-2.

Таблица 3.

Компоненты	Содержание основных компонентов по фракциям, %					
	<0.063мм	0.063-0.125 мм	0.125-0.315 мм	0.315-0.63 мм	0.63-1.25 мм	1.25-2.5 мм
SiO ₂	56.76	54.00	47.67	37.07	27.73	19.25
Al ₂ O ₃ + TiO ₂	14.22	13.10	11.20	9.59	5.17	5.32
Fe ₂ O ₃ (FeO)	10.53	9.88	8.30	9.14	6.42	6.53
CaO	2.84	3.23	4.17	3.16	2.33	1.94
MgO	1.16	1.06	1.85	1.79	1.49	1.07
Na ₂ O	1.12	1.14	2.12	2.01	1.67	1.28
K ₂ O	2.80	2.76	2.57	3.83	3.54	3.16
SO ₃	0.11	0.18	0.23	0.38	0.40	0.41
П. П. П.	10.46	14.65	21.89	33.03	51.25	61.04

Дифференциальный термический анализ различных фракций золы, проведенный на дериватографе Q-1500D, показал, что термические свойства, как и другие физические свойства зависят от дисперсности.

Особенно сильно взаимосвязь свойств золы с крупностью частиц проявляется при низкотемпературном режиме сжигания угля, приводящем к увеличенному содержанию аморфизированного глинистого вещества и углистых частиц.

Карбонаты CaCO_3 и MgCO_3 , характеризующиеся эндотермическим эффектом при $630\text{--}800^\circ\text{C}$, присущи мелким фракциям и их содержание уменьшается по мере возрастания крупности частиц.

Выявлено, что низкотемпературное органическое вещество с экзотермическим эффектом при температуре 420°C и являющееся остатками угля, содержится в основном во фракциях $0,63\text{--}1,25$ мм; а высокотемпературное (максимум при 650°C) - коксовые и полукоксовые остатки, содержится в основном во фракциях менее $0,315$ мм.

В этой же главе приводятся результаты исследования изменения истинной и насыпной плотности от размера частиц золы. Зависимость истинной плотности золы от размеров зерен представлена на рис. 2.

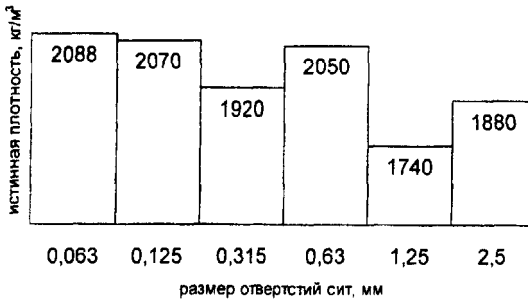


Рис. 2. Зависимость истинной плотности золы от размеров зерен.

Проведенными экспериментами выявлена зависимость насыпной плотности отдельных фракций золы от характерного размера зерен, которая аппроксимирована в виде:

$$\rho_n = 103,61 \text{ Lg}(x) + 434,26 \quad (1)$$

Фракции размером от $0,125$ мм до $2,5$ мм, имеющие максимальное

количество частиц несгоревшего топлива рекомендуется использовать для получения облепченных стеновых керамических изделий. Фракции размером менее 0,125 мм с высокой насыпной плотностью и небольшим содержанием несгоревшего топлива можно использовать в бетонах, растворах, при производстве пористого гравия и для получения стеновых изделий с улучшенной лицевой поверхностью и пониженной теплопроводностью.

В четвертой главе приводятся результаты экспериментальных исследований керамических свойств системы:

- глины верхнего или нижнего горизонтов залегания
- глин верхнего и нижнего горизонтов залегания в различных соотношениях.

- глина и зола с эквивалентным размером $d > 0,125$ мм

- глина и зола с эквивалентным размером $d < 0,125$ мм,

а также теплопроводные свойства керамического изделия с рекомендуемым составом шихты для получения облепченного и теплоизоляционного кирпича с улучшенной лицевой поверхностью.

Увеличение в смеси глины нижнего горизонта повышает прочность изделий, при этом открытая пористость для 100% содержания глины нижнего горизонта ниже чем для 100% глины верхнего горизонта. При содержании около 60% глины нижнего горизонта открытая пористость максимальна (около 28%).

Эта зависимость аппроксимирована следующими выражениями.

$$R_{сж} = 12,548 + 0,0883 X + 0,000483 X^2 - 5,478 \cdot 10^{-6} X^3 \quad (2)$$

$$П_{откр} = 27,53 + 0,0529 X + 0,00238 X^2 - 2,094 \cdot 10^{-5} X^3 \quad (3)$$

Общую усадку $\Delta l_{общ}$, водопоглощение B_n , среднюю плотность $\rho_{ср}$ описывают следующие выражения:

$$\Delta l_{\text{обш}} = 8,684 + 1,255 / [1 + (\frac{X - 45}{28,75})^2] \quad (4)$$

$$B_n = (14,5 - 0,136 X) / (1 - 0,01105 X + 1,683 \cdot 10^{-5} X^2) \quad (5)$$

$$\rho_{\text{ср}} = 1877,55 - 0,895 X - 0,024 X^2 + 2,65 \cdot 10^{-4} X^3 \quad (6)$$

где X - содержание глины нижнего горизонта в %

Анализ вышеприведенных зависимостей показывает, что для получения облепченных изделий рекомендуется соотношение 30% глин верхнего и 70% глин нижнего горизонтов залегания. Для конструкционно-теплоизоляционных изделий это соотношение рекомендуется 20% и 80% . При этом в облепченное изделие рекомендуется добавлять золу, с частицами размером 0,125-2,5 мм, а в конструкционно-теплоизоляционное изделие - золу мельче 0,125 мм.

При увеличении содержания золы, введенной в шихту предел прочности при сжатии уменьшается. Открытая пористость при этом увеличивается, уменьшается также усадка образцов, плотность, а водопоглощение возрастает. Предел прочности при сжатии ($R_{\text{сж}}$), открытая пористость (Π), усадка при сушке ($l_{\text{возд}}$), общая усадка ($\Delta l_{\text{обш}}$), водопоглощение (B_n), средняя плотность ($\rho_{\text{ср}}$) определяются общей эмпирической зависимостью

$$P = f(a, b, c, x^n), \quad (7)$$

где P - рассматриваемый параметр

x - содержание золы в шихте в %

a, b, c - эмпирические коэффициенты, зависящие от температуры обжига.

Таким образом, для получения облепченных изделий рекомендуется

следующий состав шихты:

$$\frac{\text{глина_верхнего_горизонта}}{\text{глина_нижнего_горизонта}} + \text{зола } (d > 0,125\text{мм}) = \frac{27\%}{63\%} + 10\%, \quad (8)$$

что позволяет получить кирпич со следующими свойствами:

$$R_{\text{сж}} = 18 \text{ МПа} \quad B_n = 17\% \quad \Pi = 28,45\% \quad \rho_{\text{ср}} = 1680 \text{ кг/м}^3$$

$$l_{\text{возд}} = 7,4\% \quad t_{\text{обж}} = 1000^\circ\text{C}. \quad \Delta l_{\text{обш}} = 8\%$$

Конструкционно-теплоизоляционные изделия

$$\frac{\text{глина_верхнего_горизонта}}{\text{глина_нижнего_горизонта}} + \text{зола } (d < 0,125\text{мм}) = \frac{18\%}{72\%} + 10\% , \quad (9)$$

что позволяет получить кирпич со следующими свойствами:

$$R_{сж} = 18 \text{ МПа} \quad V_n = 17\% \quad \Pi = 28,45\% \quad \rho_{ср} = 1690 \text{ кг/м}^3$$

$$l_{вод} = 7,4\% \quad t_{обж} = 1000^\circ\text{C}. \quad \Delta l_{обж} = 8\%$$

Коэффициент теплопроводности смеси при использовании рекомендуемых составов шихты определялся нестационарным методом, разработанным сотрудниками ИГХТУ и ИГАСА. Приводится принципиальная схема установки и методика эксперимента. Сущность метода заключается в следующем. Цилиндрическая диатермическая оболочка с малым коэффициентом теплопроводности и помещенным внутри его цилиндрическим образцом вводится в обогреваемую камеру с постоянной температурой среды. С помощью потенциометра измеряется изменение температуры на поверхности диатермической оболочки, на границе "диатермическая оболочка - образец" и в центре образца. На диаграмме получают три кривые $t = f(\tau)$.

При известном коэффициенте теплопроводности диатермической оболочки по уравнению Фурье определяют тепловой поток в промежутке времени $\Delta \tau$, а затем рассчитывают коэффициент теплопроводности испытуемого образца. Обработка полученных данных на ПЭВМ позволила получить следующие эмпирические уравнения для расчета коэффициентов теплопроводности смеси предлагаемых составов:

$$\text{для облегченного кирпича } \lambda = 0,23 (1 + 0,008 t), \quad (10)$$

$$\text{с улучшенной лицевой поверхностью } \lambda = 0,12 (1 + 0,0014 t) \quad (11)$$

В пятой главе представлена разработанная технологическая схема производства керамических изделий на базе действующего предприятия и технико-экономическая эффективность производства. Технологическая

схема производства дополняется схемой подготовки золошлаковых смесей, включающей в себя: золозапасник, барабанную сушилку, шнековый питатель, гравитационный сепаратор, позволяющий разделять золошлаковую смесь на золу с эквивалентным диаметром менее 0,125 мм и выше, которая поступает в бункер основного производства, и в зависимости от того какой тип кирпича производится в данный момент, поступает в бегуны мокрого помола, где смешивается с глиной, а далее полученная смесь, пройдя соответствующие стадии действующей линии, формируется, подается на сушку и обжиг.

Установка дополнительного оборудования и повышение эксплуатационных расходов окупается за счет снижения материалоемкости керамических изделий и улучшения их качества. Технично-экономический эффект производства стеновой керамики с добавкой золошлаковой смеси за счет снижения материалоемкости изделий составит 207 773 руб./год, а общий эколого-экономический эффект - 234 773 руб./год, при производстве 30 млн. штук условного кирпича.

В заключении приведены основные выводы по диссертации:

1. С целью изучения и последующего улучшения физико-механических характеристик керамических материалов и изделий, производимых в Ивановском регионе, были проведены комплексные исследования глин Мало-Ступкинского месторождения Тейковского района Ивановской области. Установлено, что глины месторождения имеют два горизонта залегания, и являются каолинит-хлорит-гидрослюдистыми с различающимся содержанием примеси монтмориллонитизированной гидрослюды. Глина верхнего горизонта является среднепластичной, низкодисперсной, полукислой, с низким содержанием включений, глина нижнего горизонта - умереннопластичной, низкодисперсной, кислой, с низким содержанием включений с

преобладанием средних включений.

2. Изучен химический и гранулометрический состав золы ТЭЦ-2 г. Иваново. Показано, что многокомпонентный состав золы имеет выраженную зависимость от размеров фракций.

3. Проведены экспериментальные исследования влияния различных соотношений глин верхнего / нижнего горизонта залегания / золошлаковой смеси, разделенной по размерам частиц, на свойства получаемого керамического кирпича. Проведенные экспериментальные исследования показали, что наиболее рациональным составом шихты для получения облегченного кирпича является следующий:

глина верхнего горизонта залегания	-27% объема шихты
глина нижнего горизонта залегания	-63% объема шихты
золошлаковая смесь ($d = 0,125 - 2,5$ мм.)	-10% объема шихты.

Для теплоизоляционного кирпича с улучшенной лицевой поверхностью рациональной является шихта следующего состава:

глина верхнего горизонта залегания	-18% объема шихты
глина нижнего горизонта залегания	-72% объема шихты
золошлаковая смесь ($d < 0,125$ мм.)	-10% объема шихты.

4. Получены составы шихт, применение которых в производстве керамических изделий, дает энергосберегающий эффект, выражающийся в 15.. 19 кг. условного топлива на 1000 шт. условного кирпича по сравнению с традиционными, за счет частичной замены составляющих, потребляющих тепловую энергию при сушке и обжиге изделий на инертные и тепловыделяющие.

5. Проведены специальные экспериментальные исследования по определению теплофизических характеристик шихты для стадии сушки изделия. Экспериментальные данные обобщены эмпирическими выражениями для расчета коэффициента теплопроводности материала в зависимости от температуры, влажности и состава шихты. Особенностью

методики экспериментов является использование нестационарной модели. Кроме того, получены эмпирические выражения для определения предела прочности при сжатии, открытой пористости, усадки при сушке, общей усадки, водопоглощения, средней плотности.

6. Разработана технологическая схема производства керамических изделий облепленного и теплоизоляционного типов, отличительной особенностью которой является предложенный способ предварительного разделения золошлаковой смеси по крупности зерен.

7. Полученные керамические изделия имеют повышенные теплоизоляционные свойства, благодаря снижению коэффициента теплопроводности с 0,7 до 0,45..0,5 Вт/м °С.

8. На основе теоретических и экспериментальных разработок, а также экономического анализа даны конкретные рекомендации для производства керамических изделий на заводах Ивановского региона Ивстройкерамика, Пелгусовстром. Ожидаемый экономический эффект составляет 207 773 руб./год, при производстве 30 млн. штук условного кирпича.

Основные положения диссертационной работы отражены в следующих публикациях:

1. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Экологический аспект золоудаления теплоэлектростанций. Материалы X Международной Научно-технической конференции "Информационная среда ВУЗа".-Иваново, ИГАСА,2003,-С. 172.
2. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Использование добавок на основе зол теплоэлектростанций в производстве строительных керамических изделий. Материалы X Международной Научно-технической конференции "Информационная среда ВУЗа".-Иваново, ИГАСА, 2003,-С. 169.
3. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Влияние систем золоудаления

05.23

теплоэлектростанций на геоэкологическую ситуацию. II Всероссийская научно-практическая конференция "Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологической реабилитации нарушенных экосистем".-Пенза, МНИЦ, 2004,-С. 144

4. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Технологическое оборудование для применения фракционированной золы теплоэлектростанций в качестве многофункциональной добавки в производстве строительных материалов. Международная научная конференция "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные производства".-Иваново, ГОУВПО ИГХТУ, 2004, т. II.-С.89..90.
5. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Применение фракционирования золошлаковых отходов теплоэлектростанций для увеличения экологической безопасности в производстве строительных материалов. Международная научная конференция "Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование, экологически безопасные производства".-Иваново, ГОУВПО ИГХТУ,2004, т. II.-С.38..39
6. Федосова Н.Л. Костерин А.Я. Утилизация зол теплоэлектростанций при производстве строительных материалов. Научно-техническая конференция "Состояние и перспективы освоения недр. Охрана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона". Ярославль, 2004.-С. 204..205.
7. Федосова Н.Л. Костерин А.Я; Рациональное использование глиняных сырьевых ресурсов в производстве глиняного кирпича. Научно-техническая конференция "Состояние и перспективы освоения недр. Охрана окружающей среды Ярославской области и Верхне-Волжского региона". Ярославль, 2004.-С. 206..207.

1063

Печать офсетная Усл. Печ. л.1.0. Тираж 80 экз. Заказ № 22

Изготовлено по технологии и на оборудовании фирмы
XEROX The Document Company
ООО «Ренкид-Центр»
г. Иваново, ул. Степанова, 17, тел.: 41-00-33 /многоканальный/
Лицензия серия ПД № 5-0053 от 1 июля 2000 г.