

3. Улавливание и хранение углерода [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Улавливание\\_и\\_хранение\\_углерода](https://ru.wikipedia.org/wiki/Улавливание_и_хранение_углерода) Загл. с экрана. Дата обращения 27.03.17

**ОБЖИГОВЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ**

*Н.К. Скрипникова, д.т.н., проф., А.В. Луценко к.т.н., доц., В.А. Литвинова, к.т.н., доц.,  
М.А. Семеновых, студент.*

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2,  
nks2003@mail.ru*

Аннотация: Проведены исследования по использованию золошлаковых отходов в производстве строительных керамических изделий. Определены физико-механические свойства лабораторных образцов керамического кирпича в зависимости от компонентного состава. Представлены результаты физико-химических исследований. Установлено, что использование зольных отходов ГРЭС-2 Томской области позволяет получать керамический кирпич с марочной прочностью до М250.

Abstract: This work presents the results research about use the ash for get ceramic product. There are presents characteristics of laboratory pattern the Ceramic product. The result exemplifies of the physico-chemical characteristics of the products of ceramic product. The ash Tomsk region can be used for producing ceramic product.

Промышленное производство стеновых материалов – керамического кирпича, все больше сталкивается с нехваткой доброкачественных сырьевых материалов, обеспечивающих выпуск продукции, отвечающей требованиям рынка.

Уровень утилизации золошлаковых отходов (ЗШО) в России составляет около 4–5 %; в ряде развитых стран – около 50, во Франции и Германии – 70, а в Финляндии – около 90 их текущего выхода. В этих странах применяются в основном сухие золы, и проводится государственная политика, стимулирующая их использование. Так, в Польше резко повышена цена на землю под золоотвалы, поэтому ТЭЦ доплачивают потребителям с целью снизить собственные затраты на их складирование. В Китае золы доставляются потребителям бесплатно, а в Болгарии сама зола бесплатна. В Великобритании действуют пять региональных центров по сбыту зол [1].

На территории г. Томска на двух крупных золоотвалах тепловой электростанции ГРЭС-2 (ОАО ТГК-11), находящихся в долинах рек Ушайки и Малой Киргизки, на площади 77,5 га накоплено 3863,8 тыс. т. ЗШО, по состоянию на 01.01.2010 [2].

Известно большое количество исследований по использованию зол в строительстве [3, 4, 6, 8], но практическое применение носит лишь эпизодический характер. В связи с этим, не теряет актуальность обоснование использования ЗШО в производстве строительных материалов, особенно на региональном уровне.

Целью работы была оценка возможности применения ЗШО г. Томска, при получении таких строительных материалов, как керамический кирпич. Для этого в лабораторных условиях были проведены эксперименты по подбору рационального состава смеси сырьевых материалов.

Подготовка золы к использованию проходила в два этапа: подсушивание до воздушно-сухого состояния при температуре 50 °С и помол в шаровых мельницах.

Приготовление образцов керамического кирпича производили методом полусухого прессования с использованием глины Верхового месторождения Томской области со следующими технологическими характеристиками: формовочная влажность 10–12%, давление прессования 25 МПа, сушка 24 ч, температура обжига 950 °С [5, 7, 9]. Содержание золы в шихте изменялось от 10 до 100 % по массе.

Готовые образцы были подвергнуты физико-механическим испытаниям в соответствии с ГОСТ 530–2007 и ГОСТ 8462–85 с учетом масштабного фактора для одинарного полнотелого кирпича.

Установлено, что добавление ЗШО до 70 % позволяет получать керамический кирпич с прогнозируемой марочной прочностью М150, что позволяет его использовать при возведении перегородок в различных типах зданий и сооружений. Составы с золой до 50 % позволяют производить кирпич с прочностью М200, который можно использовать в качестве рядового при возведении несущих стен.

Основными исследованиями, описывающими физико-химические процессы, происходящие при обжиге керамических изделий, являются: рентгенофазовый анализ (РФА), позволяющий просле-

дить образование кристаллических фаз, а также микроструктурный анализ (выявление сформировавшихся фазовых образований по характерным их признакам). Указанные методы анализа позволяют понять некоторые механизмы структурообразования керамического черепка в каждом конкретном случае и, как следствие, получить представления о способах управления физико-механическими свойствами изделий.

Рентгенофазовый анализ проводился для рациональных составов керамических образцов из золы. Данные РФА этих составов сравнивались с рентгенограммами образцов из 100% сырья – глины и соответствующих зол.

По данным РФА (рис. 1, 1) обожженных образцов из глины при температуре 975°C основными кристаллическими фазами являются: кварц (0,335, 0,425 нм), анортит (0,320, 0,251 нм) и муллит (0,269, 0,228 нм).

При обжиге рациональных составов (1000°C) с золой (рис.1, 2, 3) образуются фазы кварца (0,335, 0,428 нм), муллита (0,270, 0,228 нм) и анортита (0,320, 0,251 нм). Фазы геленита в составе с золой исчезают, за счет относительно малого содержания некондиционного сырья в шихте (40 % по массе). Стоит отметить, большое выгорание органической составляющей и высокую температуру обжига (1000°C), что способствует ускорению процессов фазообразования и увеличивает количество первоначального расплава в процессе термической обработки изделия.

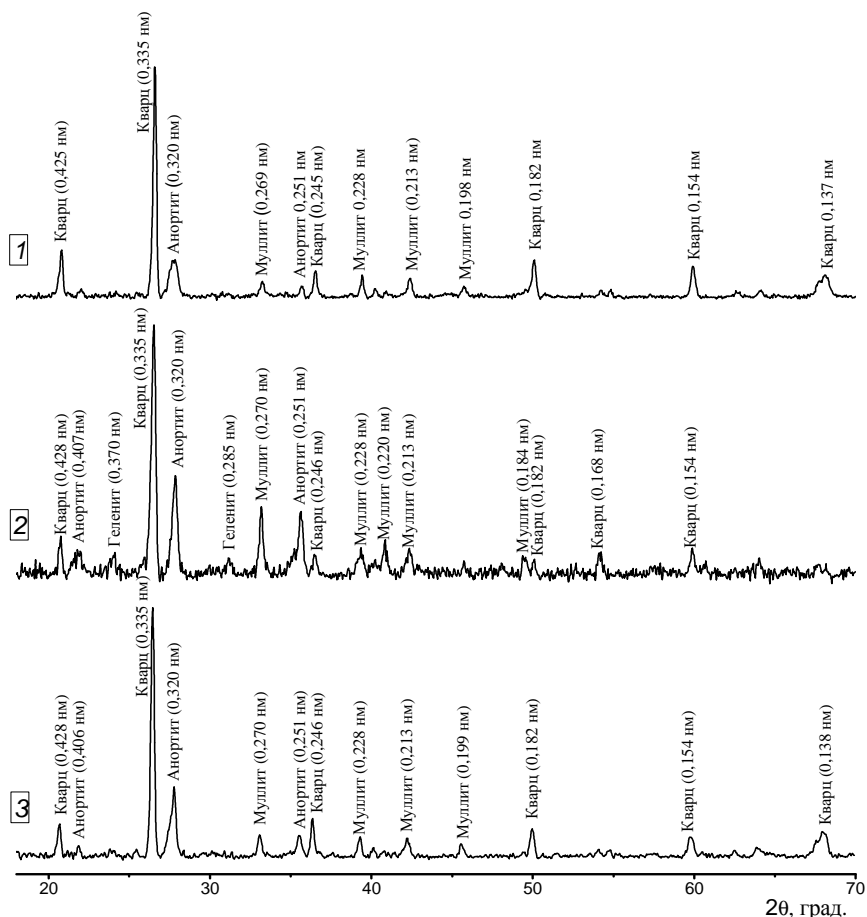


Рис.1. Рентгенограммы керамических образцов с использованием золы ТЭС:  
1 – глина 100 %; 2 – зола 100 %; 3 – глина/ зола: 60/40 %.

Данные микроскопического анализа (рис. 2, 1) керамических образцов из рациональных составов с золой, обожженных при 1000°C, показывают при увеличении 1000x большое количество развитой стеклофазы, что говорит о преобладании процессов жидкофазного спекания при участии глинистого вещества. Наличие межзерновых пор и большее количество пор от выгорания углистых остатков наблюдается при увеличении 5000x и 10000x (рис. 2, 2, 3). Увеличение (рис. 2, 4) 40000x, показывает кристаллы игольчатой формы, замоналиченные в стеклофазе, что подтверждает содер-

жание муллитоподобных соединений в керамической композиции, состоящей из глинистого сырья и алюмосиликатных отходов.

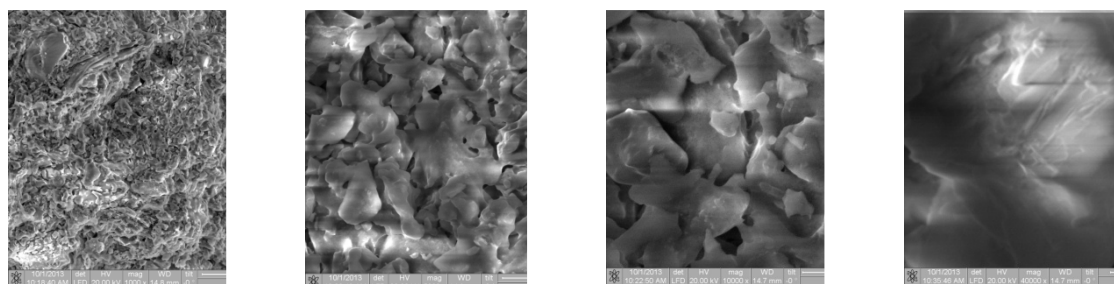


Рис.2. Микрофотографии структуры керамических образцов оптимального состава (глина 60%, зола 40%): 1 – увеличение 1000х; 2 – увеличение 5000х; 3 – увеличение 10000х; 4 – увеличение 40000х.

Таким образом, определены оптимальные составы керамического кирпича с применением золы, которые позволяют получать изделия с высокими физико-механическими характеристиками. На основе проведенных исследований установлено, что золошлаковые отходы можно считать перспективным техногенным сырьем для использования при производстве строительных материалов и изделий. Применение техногенного сырья при изготовлении керамического кирпича, снижает его себестоимость и решает экологическую проблему.

#### Литература.

1. Путилин Е.И., Цветков В.С. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС // Союздорнии, – 2003. – 60 с.
2. Адам А.М., Коняшкин В.А., Воробьев С.Н., Лунева Ю.В. Состояние окружающей среды в Томской области в 2010 году // Экологический мониторинг – Томск: Графика ДТР, 2011. – 144 с. – Условия доступа: [http://www.green.tsu.ru/upload/File/doc/ecoobzor/monitoring\\_2010\\_innet.pdf](http://www.green.tsu.ru/upload/File/doc/ecoobzor/monitoring_2010_innet.pdf)
3. Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Волланд С. Технология получения минеральных волокон путем утилизации золошлаковых отходов и отходов горючих сланцев // Стекло и керамика. – № 8. – 2011. – С. 3–5.
4. Ватин Н.И., Петросов Д.В., Калачев А.И., Лахтинен П. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве // Инженерно-строительный журнал. – № 4 – 2011.– С. 16–21.
5. Юрьев И.Ю., Скрипникова Н.К. Комплексное использование золошлаковых отходов Томской области для получения различных видов строительных материалов // Вестник ТГАСУ. – № 2 . – 2013.– С. 245–249.
6. Скрипникова Н.К., Юрьев И.Ю., Литвинова В.А., Космачев П.В., Семеновых М.А. Использование золошлаковых отходов для получения различных видов строительных материалов // Строительные материалы. – 2015. – №1. – С.1–4.
7. Скрипникова Н.К., Юрьев И.Ю., Литвинова В.А., Волокитин О.Г., Луценко А.В. Физико-химические процессы формирования структуры керамического кирпича на основе алюмосиликатных отходов // Перспективные материалы в строительстве и технике. – 2015. – С.506–508.
8. Скрипникова Н.К., Литвинова В.А., Луценко А.В., Семеновых М.А. Обжиговые стеновые материалы с использованием алюмосиликатных отходов // Межд. сборник науч. трудов СТРОЙСИБ-2017 «Эффективные рецептуры и технологии в строительном материаловедении». –2017. – С. 249–253.
9. Willi Bender. Vom Ziegelgott zum Industrieelektroniker. Boon. 2004. P.436.