

## ОТЗЫВ

официального оппонента Бессмертного Василия Степановича

на диссертационную работу

Семеновых Марка Андреевича

(Ф.И.О. соискателя)

на тему: «Строительная керамика с анортитовой фазой на основе легкоплавких глин и техногенного непластичного сырья»

(тема диссертации)

по специальности 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

(шифр научной специальности)

на соискание ученой степени кандидата технических наук.

(отрасль науки)

### 1. Актуальность диссертационной работы

В настоящее время в РФ запасы месторождений высококачественных глин истощились. Это вынуждает предприятия по производству стеновой керамики изыскивать местные источники сырья. Однако низкокачественное глинистое сырье характеризуется существенным непостоянством минералогического состава и высокой запесоченностью, что затрудняет его использование для производства керамического кирпича. Для изготовления стеновой керамики на основе низкокачественных глин требуются различные корректирующие добавки, повышающие как реологические характеристики керамических масс, так и интенсифицирующие процесс спекания черепка. В качестве таких технологических добавок могут служить техногенные отходы промышленности, использование которых позволяет решать не только экологические, но и экономические вопросы. В свете вышеизложенного, тема диссертационного исследования является весьма актуальной.

### 2. Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

Установлены закономерности формирования фазового состава керамического материала на основе глины и непластичного сырья при соотношении компонентов в шихте  $\text{CaO}:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2=1:2:6$ , заключающиеся в синтезе анортита в количестве 18 мас. % при содержании в смеси оксида кальция 7 мас. %.

На основе изучения объективной взаимосвязи между исходными сырьевыми материалами, разработанными технологическими решениями и свойствами керамического материала установлено влияние железосодержащих оксидов в количестве 12 мас. % в композициях глины и непластического сырья на интенсификацию процесса синтеза анортита за счет образования эвтектик, что обеспечивает снижение температуры спекания на  $82^\circ\text{C}$ .

Установлены закономерности формирования макро- и микроструктуры керамического материала, заключающиеся в формировании конгломератов кварца, волластонита и кристаллов анортита размерами 5-20 мкм с последующим образованием при термообработке пространственного керамического каркаса, обволакиваемого стеклофазой, что обеспечивает высокие прочностные показатели конечного продукта.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений и выводов**

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов обеспечиваются применением комплекса взаимодополняющих методик, адекватных цели и задачам исследования, получением обширного фактического материала и его разносторонним анализом, применением современных методов исследования и статистической обработки полученных данных. Результаты работы не противоречат известным в научной литературе сведениям в области использования техногенных отходов промышленности в составе керамических материалов.

**4. Научная и практическая значимость работы** заключается в получении новых данных о процессах синтеза анортита при взаимодействии глины и кальцийсодержащего металлургического отхода в условиях температуры обжига 1050 °С. Развита представления о получении анортитовой фазы при определенном соотношении компонентов  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{SiO}_2$ . Разработаны научные положения получения строительных керамических материалов с анортитовой фазой с использованием кальцийсодержащего вторичного сырья. Разработанный состав, содержащий  $\text{CaO}$  в количестве 6,93 масс. %, с использованием шлама газоочистки конвертерного производства в составе шихты 20 масс. % позволяет получить керамические изделия, содержание анортита в которых составляет 12 %, со следующими свойствами: прочность при сжатии – 44 МПа, плотность – 2010 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 8,5 %. Разработанный состав, содержащий  $\text{CaO}$  в количестве 3,96 масс. %, с использованием шлака доменного в составе шихты 20 масс. % обеспечивает получение керамического образца, содержание анортита в котором составляет 4 %, со следующими свойствами: прочность при сжатии – 29 МПа, плотность – 2050 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 12 %. Разработанный состав, содержащий  $\text{CaO}$  в количестве 5,16 масс. %, с использованием шлама газоочистки доменного производства в составе шихты 20 масс. % позволяет получить керамический образец, содержание анортита в котором составляет 9 %, со следующими свойствами: прочность при сжатии – 35 МПа, плотность – 1990 кг/м<sup>3</sup>,

водопоглощение – 9,6 %. Разработаны технологические основы получения строительного керамического материала на основе глины и непластичного сырья в виде кальцийсодержащих отходов металлургической отрасли. По результатам проделанной работы получен патент на изобретение № 2797169 «Керамический кирпич и способ его получения».

## **5. Анализ содержания диссертационной работы**

Диссертационная работа включает в себя введение, пять глав, основные выводы, заключение, список литературы и приложение, включающий 132 наименования. Диссертация изложена на 144 страницах текста, содержит 43 рисунка и 35 таблиц.

Во введении автор обосновывает актуальность темы исследований, формулирует цель работы и основные задачи, отражает научную новизну и практическую значимость результатов, представляет положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние и перспективы развития получения керамических материалов с использованием природного и некондиционного техногенного сырья» автор обобщает сведения об использовании техногенных сырьевых материалов в производстве строительной керамики и описывает влияние кальцийсодержащих компонентов различного происхождения на свойства получаемых керамических материалов и изделий.

Во второй главе «Характеристика исходных материалов, методы исследований и методология работы» автор представляет характеристики используемых в работе сырьевых материалов: глины Верхового месторождения Томской области, глины Мазуровского месторождения Кемеровской области и техногенного непластичного сырья в виде шлама газоочистки конверторного производства, шлака доменного и шлама газоочистки доменного производства, их характеристики. Описывает методики исследования физико-химических и физико-механических свойств сырьевых компонентов, композиций на их основе и обожженных керамических материалов.

В третьей главе «Физико-химические процессы фазообразования анортита при обжиге легкоплавкой глины, кальцийсодержащего техногенного сырья» автор демонстрирует результаты исследований по определению технологических характеристик сырьевых материалов, физико-химических процессов, протекающих при обжиге сырьевых компонентов, определена оптимальная температура обжига экспериментальных образцов. В результате проведенных исследований была

установлена оптимальная температура обжига композиций глины и кальцийсодержащих отходов, составляющая 1050 °С. Согласно дифрактограммам, установлено, что количество СаО в сырьевых компонентах непосредственно влияет на интенсивность дифракционных максимумов анортита, наибольшие интенсивности идентифицируются в продукте обжига шлама газоочистки конвертерного производства.

В четвертой главе «Разработка компонентных составов и технологии получения строительной керамики с анортитовой фазой» разработаны модельные составы и проведен их анализ. Исследованы процессы фазообразования композиций, состоящих из глины и вторичного сырья в различных соотношениях. Представленные в главе результаты свидетельствуют о том, что количество рефлексов анортита с введением шлама газоочистки конвертерного производства в состав шихты увеличивается. Образующаяся в результате спекания композиции глины и металлургического отхода керамическая структура, армированная кристаллами анортита, способствует увеличению прочностных характеристик в композиции глины и шлама в соотношении 1:1 до 38 МПа.

В пятой главе «Технология получения строительной керамики с анортитовой фазой на основе композиций легкоплавкой глины и кальцийсодержащего непластичного сырья» описаны результаты исследования физико-механических свойств керамических материалов с использованием в составе шихты трех видов кальцийсодержащего вторичного сырья в различных соотношениях. Детальное изучение влияния количества металлургических отходов на физико-механические свойства демонстрируют увеличение прочности при содержании отхода шлама газоочистки конвертерного в количестве 20 масс. % до 44,3 МПа, что на 38 % превосходит показания контрольного образца. Разработана технология получения лабораторного керамического кирпича и представлены результаты внедрения разработанной технологии на действующем предприятии по производству керамического кирпича.

В заключении изложены основные результаты и общие выводы по выполненной диссертационной работе.

### **Личный вклад автора**

Автор принимал участие в постановке цели и задач научного исследования. Лично были проведены исследования по определению физико-механических характеристик, реализована обработка результатов исследования физико-химических свойств керамических материалов и разработаны технологические

основы получения анортитсодержащих керамических материалов. Были проведены расчетные и экспериментальные исследования, результаты которых проанализированы, интерпретированы и подготовлены к публикации.

### **Соответствие автореферата основному содержанию диссертации**

Автореферат содержит основные результаты представленных в диссертации исследований. Его структура построена логично, повествование является четким и последовательным. Отсутствующие результаты не нарушают целостность картины. Содержание автореферата в полной мере отражает объем проделанной работы.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В первой главе научно-квалификационной работы нет четкого разделения кальцийсодержащих отходов и золошлаковых отходов.

2. Во второй главе упоминается использование глины Мазуровского месторождения, однако, ее характеристики в работе не представлены.

3. В четвертой главе при исследовании фазового состава композиции с содержанием глины и шлама газоочистки конвертерного заявляется наличие фазы  $\text{CaFe}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ , однако, в работе не указано ее влияние на свойства керамического образца.

4. В пятом разделе отсутствует обоснование выбора режимов сушки и обжига.

5. В работе (стр. 40) приведено некорректное выражение «Что позволяет сказать, что...».

6. На рисунках 3.10, 3.12 (стр. 59, 62) нет единообразия в обозначениях осей дифрактограмм.

7. Имеются неточности в оформлении списка цитируемых литературных источников, в частности в отечественных источниках страницы обозначены «Р» вместо «С».

Указанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

### **Заключение**

Принимая во внимание вышеизложенное, считаю, что диссертация «Строительная керамика с анортитовой фазой на основе легкоплавких глин и техногенного непластичного сырья» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, изложенным в п. 2.1 Порядка присуждения ученым степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, а Семеновых Марк Андреевич заслуживает присуждения учёной степени

кандидата технических наук по специальности 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Я, Бессмертный Василий Степанович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,  
доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры стандартизации и  
управления качеством, Федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Белгородский  
государственный технологический  
университет им. В.Г. Шухова»



(подпись)

/ В.С. Бессмертный /

(расшифровка подписи)

Дата « 13 » 11 2023\_ г.

Почтовый адрес: 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46,  
комплекс БГТУ им. В.Г. Шухова.

Тел.: 8 1 21

E-mail: vbessmertnyi@mail.ru

Подпись Бессмертного В. С. заверяю: 

Первый проректор БГТУ им. В.Г. Шухова



/ Е.И. Евтушенко

(расшифровка подписи)

