

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной деятельности

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

д-р. пед. наук, профессор



*Т.М. Давыденко*

Т.М. Давыденко

«14» ноября 2019 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова» на диссертационную работу Дубинецкого Виктора Валерьевича по теме: «Керамический кирпич с применением карбонатсодержащего отхода бурения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - Строительные материалы и изделия.

Для отзыва представлены следующие материалы:

1. Диссертация в объеме 191 страница компьютерной верстки, состоящая из введения, пяти глав, выводов, заключения, списка литературы из 170 источников, 3 приложений; содержит 56 рисунков и 31 таблицу.
2. Автореферат диссертации объемом 1 п.л.

**Актуальность темы выполненной диссертационной работы.** В условиях постоянно растущих цен на сырье и энергоносители одной из основных задач является разработка эффективных технологий строительных материалов, среди которых особый интерес благодаря комплексу физико-механических показателей, экологичности и архитектурной выразительности представляют керамические стеновые изделия.

В настоящее время отечественные предприятия вынуждены отказаться от применения качественных привозных глин и ориентироваться на использование регионального алюмосиликатного сырья, в составе которого присутствуют различные примеси. Это обуславливает, как правило, низкие технологические свойства глин местных месторождений и ухудшение эксплуатационных качеств керамического кирпича.

Для регулирования исходных свойств глин применяются добавки разного происхождения, которые в композиции с алюмосиликатным сырьем активизируют процесс спекания, определяя направленное фазо- и структурообразование кирпича. К числу таких добавок относятся отходы промышленности.

Для регионов с развитой промышленностью добычи и переработки газа и нефти, актуально решение проблемы утилизации отходов бурения скважин. Ежегодно объем их накопления составляет более 25000 т и для складирования необходимо устройство шламовых амбаров, что усиливает загрязнение окружающей среды.

В связи с вышесказанным, представленная на отзыв диссертация Дубинецкого Виктора Валерьевича, направленная на разработку научных основ ресурсосберегающей технологии керамического кирпича, включающая оценку качества сырья, проектирование составов, управление физико-химическими процессами фазо- и структурообразования, что в совокупности обеспечивает высокие эксплуатационные свойства изделий, актуальна, своевременна и соответствует паспорту специальности 05.23.05 Строительные материалы и изделия.

**Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства.** Тема диссертационной работы Дубинецкого В.В. полностью совпадает с планами развития промышленности стеновой керамики России, которые неоднократно излагались на страницах журнала «Строительные материалы» и озвучивались при проведении ежегодной международной научно-практической конференции «Развитие керамической промышленности России – «Керамтэкс» на протяжении последних лет. Полученные автором результаты способствуют в полной мере реализации плановых задач отрасли. Следует подчеркнуть, что помимо научных результатов, диссертационная работа Дубинецкого В.В. направлена на достижение конкретных практических результатов и может значительно ускорить научно-практический прогресс в производстве изделий стеновой строительной керамики.

**Новизна исследований, полученных результатов, выводов и положений, сформулированных в диссертации**

Новизна научных результатов, выводов и положений, сформулированных в диссертации, подтверждается следующим:

– обоснованием применения карбонатсодержащего отхода бурения (КОБ) в производстве кирпича, что обеспечивает в композиции с суглинком требуемые технологические свойства формовочных масс, их активное участие в процессах фазо- и структурообразования керамического черепка в ус-

ловиях пирогенного синтеза, получение керамического кирпича с улучшенными физико-механическими свойствами;

– установлением точечного механизма спекания частиц пресс - порошка, и их последующей агрегацией расплавом; укрупнения диаметра пор вследствие диссоциации кальцита суглинка при обжиге и формирования переходной, безопасной и опасной пористости в соотношении 1:7,9:8,9, что обеспечивает паропроницаемость и работу кирпича в естественных условиях;

– выявлением в структуре синтезированного керамического композита кальцийсодержащих кристаллических новообразований: анортита  $\text{CaAl}_2[\text{Si}_2\text{O}_8]$ , геденбергита  $\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$ , твердых растворов сложного состава с волластонитовой структурой  $\text{Ca}(\text{Mg}_{0,41}\text{Fe}_{0,59})\cdot[\text{Si}_2\text{O}_6]$ ; формирования на оплавленных поверхностях гранул спутанно-волоконистых агрегатов, с длиной волокна от десятых долей до 1—2 мм, что характерно для анортита; образования геденбергита из расплавов вследствие изоморфного замещения в силикатах кальция  $\text{Ca}^{2+}$  ионами  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ;

– проведением обработки КОБ на амбаровых площадках 3 % раствором  $\text{HCl}$ , обеспечивающей: химическое разрушение структуры арагонита, доломита до обжига, безопасное выделение  $\text{CO}_2$  и воды, образование  $\text{CaCl}_2$  в твердом виде с плотностью  $2,51 \text{ г/см}^3$  и раствора  $\text{CaCl}_2[\text{OH}_2]$ , который при  $t = 260 \text{ }^\circ\text{C}$  обезвоживается и плавится в интервале  $t = 772 - 782 \text{ }^\circ\text{C}$   $\text{CaCl}_2$ , интенсифицируя образование жидкой фазы в структуре и спекание кирпича, что позволило снизить температуру его обжига на  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### **Значимость результатов исследований для развития науки и производства**

Теоретическая значимость полученных автором результатов исследований заключается

– в выявлении содержания в минеральной части отходов бурения полиморфной разновидности кальцита – арагонита в виде игольчатых кристаллов, которые собраны в тонкозернистые агрегаты и при температуре  $346,43 \text{ }^\circ\text{C}$  монотропно превращается в кальцит, что сопровождается разрыхлением структуры кирпича и ростом открытой пористости;

– в разработке принципиально нового технического решения - обработке минеральной части отходов бурения в условиях амбаровых площадок 3 % раствором  $\text{HCl}$ , обеспечивающего дообжиговую диссоциации кальцита и снижение температуры перехода  $\text{CaCl}_2$  в расплав на  $100 \text{ }^\circ\text{C}$

– в моделировании механизма образования в процессе обжига анортита: в результате перекристаллизации полевых шпатов и частичного замещения атомов кремния атомами алюминия и, при избыточном содержании

CaO в шихте, кристаллизацией продукта взаимодействия метаксаолинита с CaO;

- в выявлении микрорасплава в виде пленок на поверхности частиц пресс-порошка в местах их контактов, что определяет агрегацию гранул массы и точечный механизм спекания изделий, отформованных методом полусухого прессования;

- определена перспектива практического использования керамического кирпича с эффективной добавкой ОКОБ до 40 % в строительстве и смежных отраслях промышленности.

Практическая значимость результатов заключается

- в установлении закономерностей динамики изменения структурных характеристик керамического кирпича в зависимости от содержания КОБ (или обработанного карбонатсодержащего отхода бурения - ОКОБ) и технологических режимах различных переделов: помола, формования, термической обработки;

- в разработанной и промышленно апробированной инженерно-технологической методике активации КОБ;

- в разработанных, промышленно апробированных рациональных и патентозащищённых технологических режимах для получения керамического кирпича с улучшенными физико-механическими параметрами на основе композиции умеренно – пластичной глины – суглинка и карбонатсодержащего отхода бурения.

Таким образом, работа Дубинецкого В.В. по совокупности проведенных автором всесторонних исследований, направленных на получение керамического кирпича из нетрадиционного для этого производства сырья – легкоплавкого суглинка и карбонатсодержащего отхода бурения имеет большую **практическую значимость** для промышленности строительной керамики в целом. Предложенные автором решения позволяют возратить в промышленное использование значительные природные ресурсы, разработка и изъятие на поверхность земли которых уже выполнена, и производить продукцию современного качества.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.**

Результаты и выводы, представленные в диссертационной работе, наиболее целесообразно внедрять при реконструкции и модернизации производственных линий на существующих заводах керамического кирпича, а также при строительстве новых предприятий. Представленная автором технологическая схема позволит организовать выпуск высококачественного кирпича методом полусухого прессования на основе композиции суглинка и отходов

бурения с повышенным содержанием карбонатных включений с маркой по прочности М 125-150, морозостойкостью более F75, водопоглощением 12,0 – 14,0 %. Проведенные опытно-промышленные испытания изделий экспериментальных составов на заводах: ООО «Бузулукский кирпичный завод», г. Бузулук, ООО «Керамик», г. Бугуруслан, подтвердили техническую возможность и экономическую целесообразность проведённых исследований. Теоретические положения диссертационной работы, результаты экспериментальных исследований и промышленной апробации используются в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Строительство».

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и заключений.**

Приведённые в диссертационной работе научные положения и выводы в достаточной мере обоснованы и согласуются с основными законами физической химии силикатов и материаловедения. Достоверность полученных результатов и выводов обеспечена применением обоснованного комплекса стандартных методик, использованием сертифицированного и поверенного современного оборудования, применением математических методов планирования экспериментов, сходимостью полученных автором результатов теоретических и экспериментальных исследований в пределах относительной погрешности с доверительной вероятностью, равной 0,95, опытно-промышленными испытаниями и результатами практической апробации. Автор корректно интерпретирует полученные экспериментально результаты, сопровождая их выводами и рекомендациями для промышленной реализации разработанных составов на основании легкоплавкого суглинки и карбонатсодержащего отхода бурения и принципов энергосберегающего производства.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области строительного материаловедения.

**Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом, замечания по оформлению.**

В первой главе приведен аналитический обзор состояния и перспективы развития отечественной керамической промышленности, приведен обзор научно-технической литературы, касающейся композиции применения легкоплавкого глинистого сырья и карбонатсодержащих продуктов, в том числе промышленных отходов.

Анализ научных работ позволил установить, что в производстве строительной керамики отходы бурения, их минеральная составляющая ранее не применялась, что указывает на новизну и перспективность исследуемой те -

мы. На основании проведенного анализа научно-технической литературы соискатель формирует цель, задачи исследования и рабочую гипотезу.

**Во второй главе** диссертационной работы приведены стандартные методики: определения химико-минералогических составов, проведения структурно-минералогических исследований, определения основных технологических свойств сырья и формовочных масс, физико-механических свойств керамического кирпича; представлены результаты исследования технологических свойств местных сырьевых материалов: легкоплавких глин и карбонатсодержащего отхода бурения.

**В третьей главе** соискателем изложены результаты экспериментов по разработке составов и технологических основ производства керамического кирпича на базе легкоплавкого суглинка и карбонатсодержащего отхода бурения (КОБ).

Исследовано влияние продолжительности помола на изменение зернового состава двухкомпонентной шихты, свойств формовочных масс, что обеспечивает активацию спекания изделия-сырца, структурные изменения при обжиге и повышение физико-механических свойств керамического изделия.

Получены математические модели, позволяющие прогнозировать изменение структурных показателей двухкомпонентной системы в зависимости от содержания карбонатного отхода бурения и его обработки 3 % раствором HCl, что использовано при создании рациональных составов сырьевых шихт. Разработаны технологические режимы производства: формовочная влажность, давление и режим прессования, режим сушки и обжига керамических изделий на основе местных месторождений суглинка с оптимальным содержанием ОКОБ с улучшенными свойствами: M125 и M150, F75, водопоглощением 12 – 14 %.

**В четвертой главе** приведены результаты исследований фазовых и структурных изменений. Установлено образование кальцийсодержащих соединений: анортита, геденбергита, твердых растворов сложного состава с волластонитовой структурой, активное участие ОКОБ в формировании фазового состава и структуры керамики при спекании изделия-сырца на основе легкоплавких суглинков. Выявлено, что процессы кристаллизации новообразований на основе опытного сырья схожи для суглинков разных месторождений и определяются методом подготовки исходного сырья, температурой диссоциации минералов и образования жидкой фазы.

**В пятой главе** приводятся результаты опытно-промышленных испытаний и расчет себестоимости керамического кирпича на основе суглинка и карбонатсодержащего отхода бурения. Приведены результаты опытно -

промышленной апробации, разработанной технологи производства керамического кирпича методом полусухого прессования. Расчетная себестоимость единицы кирпича составила 7,76 рублей, что ниже заводской продукции на 4,9 %.

Диссертационная работа Дубинецкого В.В. является законченным научным исследованием с перспективой проведения дальнейших углублённых исследований по некоторым аспектам. Название работы полностью соответствует ее содержанию. Оформление диссертационной работы соответствует требованиям стандарта. Работа написана грамотным техническим языком. Полученные соискателем результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. По каждой главе и работе в целом сделаны исчерпывающие выводы.

#### **Соответствие автореферата основным положениям диссертации.**

Текст автореферата соответствует содержанию диссертации, однако не все главы работы отражены в равной степени, некоторым моментам автор уделит больше внимание, а некоторым меньше. Подрисуночные подписи, обозначения осей на графиках мелкие и трудны для чтения. В целом, по объёму и оформлению автореферат отвечает необходимым требованиям.

**Подтверждение публикации основных результатов диссертации в научной печати.** Приведённые в автореферате и проверенные сведения об апробации работы и научных публикациях свидетельствуют о том, что научное сообщество в полной мере информировано о выполненных исследованиях и их основных результатах. Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях различного уровня. По теме диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, в том числе 7 в журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК Минобрнауки России, 2 статьи в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систем цитирования Scopus. Получен патент на изобретение РФ№ 2646292 от 02.03.2017 г.

Результаты работы апробированы в докладах на конференциях различного уровня и получили одобрение ведущих специалистов в области строительного материаловедения. Результаты, представленные на защиту, согласуются с данными, опубликованными ранее в технической литературе и приведенными автором в ссылках на использованную литературу.

Соискателя Дубинецкого Виктора Валерьевича. по анализу содержанию выполненной им диссертационной работы, оценке ее качества, количеству опубликованных научных работ, можно характеризовать как квалифицированного специалиста в области технологии стеновой керамики, способного самостоятельно решать сложные научно-технические и практические задачи, имеющие актуальное значение.

Оценивая положительно диссертационную работу Дубинецкого Виктора Валерьевича, считаем необходимым сделать следующие **замечания**:

1. Представленные результаты коэффициентов теплопроводности определенных по методике Некрасова В.П. для образцов с различных месторождений не подкреплены методикой расчета.

2. При описании процесса обработки КОБ 3% раствором HCl не прописана норма расхода раствора и время, необходимое для протекания полного химического разрушения структуры арагонита, доломита до обжига, сопровождающееся выделением CO<sub>2</sub> и воды, образованием CaCl<sub>2</sub> и раствора CaCl<sub>2</sub>[OH<sub>2</sub>].

3. В работе отсутствуют данные о классе опасности применяемой минеральной составляющей отхода бурения.

4. В главе 5 диссертации целесообразно привести для сравнения сводную таблицу физико-механических свойств, предъявляемых к керамическому кирпичу ГОСТом 530-2012, для керамического кирпича опытных составов и керамического кирпича предприятий, где проводилась опытно-промышленная апробация.

5. В п. 3.2 диссертации приведены результаты исследования помола исходных компонентов в шаровой мельнице как эффективного технологического приема повышения качества сырья. При этом было бы целесообразно сравнить полученные результаты с диспергированием с применением других аппаратов (например, виброизмельчителя, электромассклассификатора и др.).

Однако, данные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертационной работы и не снижают общую положительную оценку выполненного исследования.

### **Заключение**

Несмотря на отмеченные недостатки, ведущая организация ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» считает, что диссертационная работа Дубинецкого Виктора Валерьевича является научно-квалификационной работой, соответствующей паспорту специальности 05.23.05 «Строительные материалы и изделия» (формуле специальности и п. 1, 3, 7 областей исследований), в которой содержится решение важной научно-технической задачи по разработке основ энергосберегающих и экологически безопасных технологических процессов получения керамического кирпича на основе местного сырья – легкоплавких суглинков с добавкой карбонатсодержащих отходов бурения с изложением новых научно обоснованных технических решений и разработок, имеющих важное значение для развития строительной отрасли Российской Федерации, что соответствует требованиям п. 9 положения «О порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Феде-



рации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 21.04.2016 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Дубинецкий Виктор Валерьевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 «Строительные материалы и изделия».

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Дубинецкого Виктора Валерьевич рассмотрены и одобрены на расширенном заседании кафедры «Технологии стекла и керамики» ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова» (протокол № 3 от 14.11.2019 г.).

Заведующий кафедрой «Технологии  
стекла и керамики»  
ФГБОУ ВО «Белгородский государственный  
технологический университет  
имени В.Г. Шухова»,  
доктор технических наук по специальности  
05.23.05 «Строительные материалы  
и изделия», профессор

Евтушенко Евгений  
Иванович

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования «Белгородский  
государственный технологический  
университет имени В.Г. Шухова»  
308012, г. Белгород,  
ул. Костюкова 46,  
БГТУ им. В. Г. Шухова  
Тел. 8 (4722) 55-24-49  
Эл.почта: rector@intbel.ru

Подпись и данные Е.И. Евтушенко  
заверяю.  
Проректор по научной и инновационной  
деятельности, д-р техн. наук, профессор



Давыденко Татьяна  
Михайловна