

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования

**«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)**

Московский пр., д.9, Санкт-Петербург. 190031  
Телефон: (812) 457-86-28, факс: (812) 315-26-21  
E-mail: dou@pgups.ru; http://www.pgups.ru  
ОКПО 01115840, ОГРН 1027810241502,  
ИНН 7812009592/ КПП 783801001

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор – проректор по  
научной работе ФГБОУ ВО  
«Петербургский государственный  
университет путей сообщения  
Императора Александра I»,  
д.т.н., профессор

Тамила Семёновна Титова

« 06 » 2019 г.

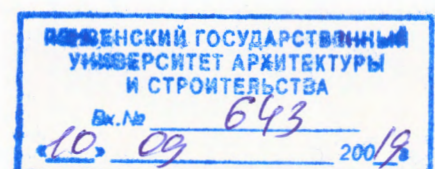
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_  
Г \_\_\_\_\_ Г \_\_\_\_\_

**ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертационную работу Власова Алексея Васильевича на тему  
«Жаростойкие вяжущие и бетоны с применением  
высокоглиноземистого шламового отхода», представленную на  
соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

**Актуальность избранной темы**

В настоящее время существует проблема, характерная для всех географических регионов и которая связана с увеличением запасов техногенных продуктов. В то же время сейчас востребованы такие характеристики огнеупорного материала, которые позволяют ему выдерживать не только высокие температуры, но и различные напряжения, возникающие при эксплуатации. В современном материаловедении огнеупорного производства обозначилась необходимость решения одновременно двух проблем, связанных с сегодняшним состоянием развития жизни, науки и техники. Это материаловедческие задачи, связанные с созданием безобжиговых жаростойких материалов, не уступающих по



эксплуатационным характеристикам обжиговым огнеупорным и экологические, направленные на использование техногенного сырья и экономию природных ресурсов. Известно достаточно большое число работ по использованию техногенных продуктов в производстве строительных материалов. Однако, получение жаростойких материалов на основе техногенного сырья практически до сих пор затронуто очень мало.

Поэтому комплексный подход к решению материаловедческой задачи с учетом современной экологии следует признать актуальным, так как при этом в промышленности строительных материалов решается целый ряд экономических, технологических и экологических вопросов.

### **Связь работы с планами соответствующих отраслей науки и народного хозяйства**

Современный спрос на строительные огнеупорные материалы концентрируется вокруг таких отраслей промышленности как металлургическая промышленность, машиностроение и промышленность строительных материалов. Указанные отрасли покрывают основной объем рынка жаростойких материалов, вместе с тем, зачастую на таких предприятиях скапливается большое количество отработанных материалов, частично или полностью сохраняющих жаростойкие свойства. Включение вторичных ресурсов в производство строительных материалов позволит не только уменьшить их себестоимость, но и уменьшить экологический риск, связанный с хранением и утилизацией отходов. Согласно концепции "устойчивого развития", закрепленной Декларацией по окружающей среде и устойчивому развитию, главная цель развития современного общества - создание условий, обеспечивающих потребности и интересы как ныне живущих, так и будущих поколений людей. Одна из важнейших задач - решение проблемы утилизации побочных продуктов промышленных производств. Очевидно, что рациональное использование природных ресурсов и защита окружающей среды от загрязнений её техногенными отходами является важнейшей задачей современного общества. Одним из

решений этой задачи является разработка технологий утилизации существующих отходов и побочных продуктов. Для этого требуется поиск путей переработки вторичного сырья и побочных продуктов, которые в настоящее время не используются по каким-либо причинам.

При оценке современного состояния промышленности строительных материалов были выявлены ряд проблем, одна из которых это низкий уровень вовлечения отходов промышленности в новое производство. В приоритетных направлениях реализации «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации в 2016 году, ставится задача вовлечения в производство строительных материалов в качестве сырья техногенных отходов. Там же отмечается, что: «Реализация Стратегии приблизит Российскую Федерацию к уровню самых развитых стран мира по показателю доли утилизации отходов в общей массе их ежегодного производства».

Таким образом, диссертационная работа соискателя Власова Алексея Васильевича имеет непосредственную связь с планами соответствующей отрасли науки – «Строительные материалы и изделия», и народного хозяйства.

**Новизна исследования и полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Научная новизна работы определяется с нашей точки зрения следующими основными положениями.

Первое – это научное обоснование выбора техногенного сырья в виде шлама щелочного травления алюминия для получения жаростойких композиционных материалов на смешанных вяжущих.

Решение проблемы выбора техногенного сырья для получения композиционных вяжущих и бетонов – чрезвычайно трудная задача. С одной стороны существуют жесткие эксплуатационные требования к жаростойким

материалам, а с другой стороны – особенности техногенного сырья, описанные в главе 2 диссертации, и связанные с тем, что оно является побочным продуктом других производств. И Власов А.В. должен был найти взаимосвязь эксплуатационных свойств жаростойкого композиционного материала (ЖКМ) с технологическими параметрами и химической природой техногенного сырья на таком уровне, который бы позволил прогнозировать необходимые свойства ЖКМ. Диссертант справился с этой задачей таким образом, что предложил параметры, используемые в современных фундаментальных науках для описания свойств веществ: первое – это наличие высокотемпературных техногенных фаз как критерий устойчивости материала при эксплуатации; второе – размер частиц техногенного сырья, что позволяет в свою очередь разделить техногенные системы на нано-, ионные и грубодисперсные.

Таким образом, научное обоснование выбора техногенного сырья в виде шлама щелочного травления алюминия для получения смешанных жаростойких вяжущих и бетонов, приведенные в главе 3 диссертации, с нашей точки зрения соответствуют решению задачи получения ЖКМ с повышенными физико-термическими свойствами, как основанные на современном уровне развития материаловедческой науки. Продуктивность выбора техногенного сырья доказана практической стороной работы, в результате которой реализация механизмов влияния наночастиц сырья приводит к таким крупным достижениям, как повышение огнеупорности, термостойкости, температуры применения, и создание в итоге ассортимента новых жаростойких материалов.

Вторая принципиальная позиция научной новизны связана с рассмотрением влияния шлама щелочного травления на процессы фазо- и структурообразования при температурах эксплуатации ЖКМ от 800 до 1500°C, а также на реологические и технологические свойства жаростойких композиций.

В работе исследован процесс синтезирования жаростойких вяжущих на основе гидравлических цементов и жидкостекольных композиций с применением коллоидного отхода промышленности, содержащего наночастицы, – шлама щелочного травления алюминия.

Автор использовал коллоидные свойства дисперсной фазы шлама щелочного травления алюминия во-первых для интенсификации процессов фазо- и структурообразования тугоплавких соединений, которые в процессе первичного обжига при температуре 1200°C и выше формируют фазы муллита ( $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ) и силлиманита ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ), чему способствует аморфизация фаз глиноземистого и кремнеземистого состава и наноразмер частиц, во-вторых, наноразмер способствует росту площади контакта, что приводит к повышению прочности ЖКМ и в конечном итоге улучшению термостойкости и огнеупорности всей композиции, и, в-третьих коллоидные свойства шлама дают возможность регулировать реологические и технологические свойства бетонной смеси на основе смешанных вяжущих, что описано в 3 главе диссертации. Применение нанотехногенного шлама высокоглиноземистого состава в составах жаростойких композиций позволило улучшить реологические характеристики растворных и бетонных смесей, а также увеличить весьма важные показатели огнеупорных футеровочных материалов, как прочность после обжига в зоне критических температур (800÷1000 °C) и термическую стойкость.

Базируясь на этих особенностях свойств техногенных наночастиц, диссертант прогнозирует, и получает новые жаростойкие материалы, отличающиеся повышенной температурой эксплуатации не менее 1500°C, улучшенной термостойкостью и прочностью, а также возможность управлять структурой пористости, что описано в главах 3, 4 диссертации.

Таким образом, введение элементов нанотехнологии в жаростойкие композиционные материалы, нам представляется в равной степени и современным и полезным для улучшения свойств материала.

## **Значимость для науки и производства (практики) полученных автором диссертации результатов.**

Основная значимость для науки предлагаемой работы состоит в том, что в ней впервые выявлены закономерности влияния вводимого в жаростойкую композиционную смесь техногенного компонента, содержащего наночастицы, на эксплуатационные характеристики смешанных вяжущих и материалов на их основе и описаны механизмы реализации этого влияния. Так автором установлены закономерности формирования структуры жаростойких вяжущих, синтезированных на основе гидравлических цементов, жидкостекольных композиций и нанотехногенного шламового отхода; получены экспериментальные зависимости влияния техногенного сырья – шлама щелочного травления алюминия на основные реологические свойства растворных и бетонных композиций. Используя установленные физико-химические процессы структурообразования автор доказал возможность получения эффективных жаростойких вяжущих с повышенными эксплуатационными характеристиками как на основе гидравлических цементов, так и жидкостекольных композиций. Максимальные физико-термические показатели жаростойких вяжущих получены при оптимальном содержании шлама щелочного травления алюминия (10 %). В составы жаростойких вяжущих на основе портландцемента и жидкого стекла вводился еще тонкодисперсный высокоогнеупорный отход промышленности – алюмохромистый порошок – отработанный катализатор в нефтехимической промышленности ИМ-2201, а введение различных огнеупорных заполнителей в композиции с жаростойкими вяжущими позволило получить автору широкую гамму бетонов различного назначения с более высокой температурой применения и повышенной термостойкостью.

Заслуга диссертанта в том, что задача исследования сформулирована исходя из практической потребности предприятий отрасли строительных

материалов, опыт которых может быть востребован другими предприятиями России.

Практическая ценность работы заключается в разработке составов и технологии жаростойких композиционных материалов различного назначения с использованием техногенных отходов и физико-механическими характеристиками, не уступающими существующим материалам, в разработке технологической документации и положительных результатах испытаний полученных автором материалов в промышленных условиях. Разработанные составы жаростойких бетонов прошли производственную апробацию на Бузулукском кирпичном заводе (Оренбургская область) в качестве огнеупорного футеровочного материала вагонеток туннельных печей.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы, имеющей прикладной характер.**

Результаты и выводы диссертационной работы Власова А.В. могут использоваться на предприятиях промышленности строительных материалов; предприятиях химической и нефтехимической промышленности; предприятиях металлургической и машиностроительной промышленности в качестве огнеупорного футеровочного материала, в печестроении в качестве огнеупорного припаса, а также при ремонтных работах различных тепловых агрегатов.

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

Власовым А.В. проведены комплексные взаимодополняющие исследования: физико-химические, физико-механические, петрографические, дифференциально-термические и другие, разработанных жаростойких материалов с использованием техногенного сырья. Полученные в работе результаты исследований позволяют с большой достоверностью синтезировать жаростойкие вяжущие и бетоны со специфическими свойствами (повышенная химическая стойкость). Применение различных

эффективных жаростойких вяжущих в комбинации с легкими и тяжелыми огнеупорными заполнителями позволяет расширить номенклатуру составов огнеупорных футеровочных материалов с заданными свойствами. Пример расчета оптимального состава жаростойкого вяжущего с помощью математического планирования эксперимента, приведенный в главе 4 диссертации демонстрирует вполне убедительные результаты и позволяет говорить о достоверности полученных экспериментальных данных, т.к. автором применяются современные стандартные методики и измерительные средства.

Достоверность выводов и надежность разработанных автором рекомендаций доказана экспериментально, причем не только в лабораторных, но и в производственных условиях.

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

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения с итогами выполненного исследования, списка литературы, включающего 214 наименований, трёх приложений. Общий объём работы составляет 203 страницы машинописного текста, диссертация содержит 60 рисунков, 26 таблиц.

В главе 2 подробно изложены методики эксперимента, описан состав и свойства основных материалов, использованных в работе. Глава 3 посвящена созданию и исследованию смешанного жаростойкого вяжущего на основе гидравлических цементов с учетом фазового состава и наноразмера частиц техногенного сырья – шлама щелочного травления алюминия. К достоинствам главы следует отнести применение автором современных методов исследования свойств и структурно-фазовых превращений цементного камня разработанных составов в процессе повышения температуры обжига. Глава 4 посвящена разработке состава и технологии получения жаростойкого вяжущего и бетонов на основе жидкого стекла и силикат-глыбы с использованием техногенного сырья – шлама щелочного



травления. Здесь следует отметить изучение автором химической стойкости разработанных жаростойких бетонов. В главе 5 описаны опытно-промышленные испытания разработанных жаростойких бетонов и расчет технико-экономической эффективности применения жаростойких бетонов на смешанном гидравлическом вяжущем.

Структура работы логичная и отвечает задачам исследования, однако, имеется ряд замечаний, как по форме, так и по содержанию.

1. Автором предложена технология получения жаростойких вяжущих и бетонов с применением местных промышленных отходов. Однако не приведены объемы по выходу и запасам данных сырьевых компонентов.

2. При определении химической стойкости у некоторых составов жаростойких бетонов автору следовало бы исследовать шлакоустойчивость новых огнеупорных футеровочных материалов.

3. Автор много внимания в работе уделяет петрографическому исследованию структуры разработанных жаростойких материалов, подтверждая их рентгено-фазовыми исследованиями. Однако при исследовании цементного камня на основе композиции: ПЦ 500-ДО+ТОД ИМ2201 с 10% шлама после обжига при температуре 1200°C автор делает вывод о присутствии фаз муллита и силлиманита только на основе петрографических исследований, что вызывает сомнения.

4. Одной из важнейших характеристик жаростойких бетонов является предельно допустимая температура применения, которая определяется по 4 и 40%-ной деформациям под нагрузкой. Согласно ГОСТ 20910 результаты определения деформаций под нагрузкой оформляют в виде диаграммы "Температура - деформация", но автор привел диаграммы только для тяжелых жаростойких бетонов на смешанном жидкостекольном вяжущем. На кривых диаграмм не отмечены точки начала размягчения, 4%-ной деформации, 40%-ной деформации и при которой произошло разрушение образца.

5. Не указаны выборка, доверительный интервал и статистическая обработка результатов измерения прочности лабораторных образцов.

6. Требуется уточнения позиция о температуре применения легкого жаростойкого бетона на смешанном глиноземистом вяжущем. Так на рис. 3.19 остаточная прочность бетона после обжига при 1000°C практически равна нулю, в тоже время автор испытывает на теплопроводность образцы этого бетона после обжига при 1000°C, а рекомендует применение его при температуре 1100°C, хотя по данным таблицы 3.6 предельная температура применения такого бетона 1000°C (класс бетона И10).

7. В качестве общих редакционных замечаний следует отметить, что объем работы слишком велик, часть разделов можно было значительно сократить, оставив главное – обсуждение и выводы, так в главе 2 описание стандартных методик излишне подробное, в названиях глав 3 и 4, – не вошли бетоны, на стр. 63 по всей вероятности ошибочно указаны “анионы  $\text{Na}^-$ ” вместо катионов, на стр. 46 некорректно указан «дериватографический» метод анализа вместо «дифференциально-термического». Выводы, сформулированные на основании исследований, изложены пространно, с большим количеством цифровой информации. Так, выводы в заключении 2, 3, 4 можно объединить и сократить по объему, оставив наиболее важное; 6 и 7 – тоже самое.

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

Автореферат правильно и полно передает содержание диссертации, оформлен в соответствии с требованиями ВАК Минобрнауки России, хотя объем автореферата несколько превышает рекомендуемый (24 стр.).

#### **Подтверждения опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.**

По результатам выполненных исследований опубликовано 24 научных работы, в том числе шесть статей в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки России, и одна статья в издании, входящем в международную реферативную базу данных и систем

цитирования Scopus. Основные положения диссертации докладывались на международных и всероссийских научно-технических, научно-практических и научно-методических конференциях: XV Академических чтениях РААСН «Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии» (Казань, 2010 г.); «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре» (Самара, 2010-2016 гг.); «Проблемы прочности и долговечности бетона и железобетона» (Уфа, 2011 г.); «Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры» (Оренбург, 2013-2014 гг.); «Актуальные проблемы интеграции науки и образования в регионе» (Бузулук, 2013-2014 гг.); «Инновационные строительные технологии. Теория и практика» (Оренбург, 2015 г.); «Наука и образование: Фундаментальные основы, технологии, инновации» (Оренбург, 2015 г.); «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов» (Пенза, 2015 г. и 2017 г.); «Казахстанцы – нация единого будущего» (Уральск, 2016 г.); «Ресурсо-энергоэффективные технологии в строительном комплексе региона» (Саратов, 2017 г.).

Содержание печатных работ отражает основные положения диссертации в достаточно полном объеме.

**Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.**

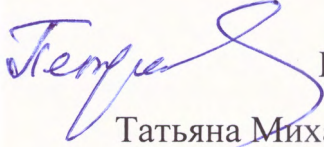
Таким образом, диссертация Власова Алексея Васильевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки по получению жаростойких композиционных материалов различного назначения с улучшенными эксплуатационными характеристиками с привлечением техногенного сырья, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на заседании кафедры «Строительные материалы и технологии», протокол № 1 от «06» сентября 2019 г.

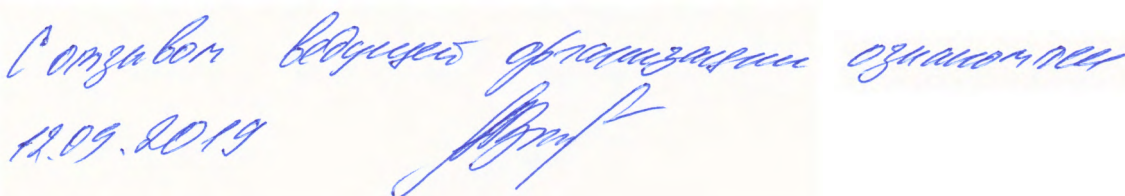
Присутствовали сотрудники кафедры: Заведующая кафедрой, д.т.н., профессор Петрова Т.М.; д.т.н., профессор Шангина Н.Н.; д.т.н., профессор Беленцов Ю.А.; к.т.н., доцент Джаши Н.А.; к.т.н., доцент Полетаев А.В.; к.т.н., доцент Хаддад Т.Х.; старший преподаватель Никольский К.В.  
Приглашенные: д.т.н., профессор кафедры «Инженерная химия и естествознание» ПГУПС - Масленникова Л.Л.

Заведующая кафедрой «Строительные материалы и технологии», д.т.н. по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, профессор

 Петрова  
Татьяна Михайловна

Профессор кафедры «Инженерная химия и естествознание», д.т.н. по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия, профессор

 Масленникова  
Людмила Леонидовна

  
С отзывом в качестве организатора ознакомлен  
12.09.2019