

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе ФГБОУ ВО

УфИТУ, д.т.н. профессор

Ибрагимов И.Г.

«27» сентября 2023 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» на диссертационную работу Хеирбекова Руслана Азеровича на тему «Высокоэффективный поризованный арболит на основе шлакосиликатных вяжущих веществ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

1. Актуальность темы исследования

Увеличение объемов потребления в современном обществе обуславливает рост числа предприятий различных отраслей промышленности. Создаваемые в ходе производства и последующей реализации продукции вредные вещества и отходы сильно загрязняют окружающую среду, а также ведут к скоплению большого количества вторичного сырья на территориях вблизи действующих предприятий, тем самым создавая напряженную экологическую обстановку.

С начала 21-го столетия, все большую популярность набирает тенденция к использованию техногенных отходов в производстве строительных материалов,

например доменного гранулированного шлака и отходов производства деревообрабатывающей промышленности.

Кроме того, в связи с растущей потребностью в жилье возрастает спрос на дешевые и энергоэффективные строительные материалы, которые с успехом могли бы заменить существующие на рынке аналоги.

Наиболее популярным решением в области производства высокоэффективных строительных материалов на основе техногенных отходов является производство поризованных арболитовых материалов на основе шлакосиликатных вяжущих веществ. Данная технология позволяет не только решить проблему скопления техногенных отходов металлургической и деревообрабатывающей промышленности, но в будущем позволит заменить широко распространенные в строительстве вяжущие вещества, такие как портландцемент.

Однако, проблема производства композиционных поризованных арболитовых материалов на основе техногенных отходов промышленных предприятий, а именно доменных гранулированных шлаков и отходов деревообрабатывающей промышленности с оптимальными параметрами, обеспечивающими получение их с максимальными строительно-техническими свойствами, до настоящего времени с использованием системных методов исследований не изучалась. Поэтому исследования в данной области являются перспективными и актуальными.

2. Структура и содержание работы

На отзыв представлены автореферат и диссертационная работа, включающая введение, основную часть, состоящую из 5 глав, заключение, список литературы из 150 наименований и 2 приложения. Работа изложена на 137 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц и 36 рисунков.

Во введении представлены данные об актуальности научного исследования, сведения о научной новизне, теоретической и практической

значимости, представлены цели и задачи работы. Приведена научная гипотеза и положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит обзор российской и зарубежной научно-технической литературы по тематике диссертационной работы. Системно рассмотрена проблема получения и применения высокоэффективных композиционных арболитовых материалов полученных на основе промышленных отходов. Приведены общие сведения о шлакосиликатных вяжущих веществах, а также рассмотрены вопросы формирования ячеистой структуры поризованных композиционных шлакосиликатных арболитов. Определены цели задачи исследований.

Во второй главе описаны методы исследований, использованные в экспериментальной части работы. Представлены характеристики использованных в работе материалов и оборудования.

Третья глава посвящена разработке составов поризованных шлакосиликатных арболитовых материалов. Представлены результаты экспериментов по получению технической пены с оптимальными параметрами качества, а также результаты по оптимизации её состава с помощью добавок модификаторов. Было установлено, что наилучшие свойства (кратность и устойчивость) показали образцы, полученные с использованием синтетического пенообразователя и бентонитовой глины в качестве добавки модификатора. Исследована кинетика процессов формирования структуры композиционных поризованных арболитовых материалов. Кроме того с помощью математических методов анализа были разработаны оптимальные составы шлакосиликатного поризованного композита, а также установлено влияние компонентов смеси на физико-механические характеристики материала. Изучена структура полученных поризованных шлакосиликатных арболитовых материалов. Было установлено, что новообразования поризованного шлакосиликатного арболитового материала представляют собой в основном низкоосновные гидросиликаты различного состава. Кроме того исследование композита с помощью электронного микроскопа показало

наличие новообразований на поверхности заполнителя из древесной щепы схожих по структуре с новообразованиями в самом шлакощелочном композите, что обуславливает сниженное водопоглощение щепы полученной из шлакощелочного поризованного арболитового материала по сравнению с контрольным образцом.

Четвертая глава посвящена изучению свойств полученного композиционного поризованного арболитового материала. Кроме того, были определены рецептурные составы поризованного шлакосиликатного композиционного арболита. Получен композит с маркой по плотности D600 и прочностью 1,50 МПа. Определен коэффициент размягчения полученного композита, который находился на уровне 0,63. Был определен модуль упругости композита. Для композита с маркой по плотности D600 данный показатель находился на уровне 1,69 ГПа. Также была определена усадка образцов при высыхании. В работе было установлено, что тепловлажностная обработка при температурах 80°C и 90°C положительно влияет на показатели прочности полученного композита. При этом повышение температуры изотермической выдержки на 10 °C (до 90°C) ведет к сокращению времени изотермической выдержки с 10 до 8 часов, при повышении показателей прочности.

В пятой главе представлены опытно-промышленные испытания полученных поризованных композиционных арболитовых материалов изготовленных на основе шлакосиликатных вяжущих веществ. В результате работы было установлено, что разработанный шлакосиликатный поризованный арболит, кроме высоких физико-механических показателей обладает низкой теплопроводностью (на уровне 0,081 Вт/(м°C)), что в свою очередь может снизить себестоимость строительства, за счет исключения необходимости дополнительного утепления.

В заключении сформулированы основные выводы и рекомендации по практическому применению результатов работы, а также предложены рекомендации по использованию полученного материала.

Автореферат соответствует тексту диссертации, а публикации автора полно и всесторонне отражают содержание рецензируемой работы.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов обеспечена аналитическими и экспериментальными исследованиями, которые проводились с использованием сертифицированных и метрологически поверенных лабораторных приборов и установок, а также с применением актуальных и современных физико-химических методов анализа. Для определения свойств разработанного шлакосиликатного поризованного арболита использовано большое число методов, указанных в действующих нормативных документах. Заключение и основные выводы по работе, сделанные на основании данных, полученных различными методами, не противоречат общепризнанным положениям и дополняют опубликованные ранее результаты исследований других авторов по теме диссертации.

4. Научная новизна

Результаты работы обладают научной новизной, которая заключается в разработке конструкционно-теплоизоляционного поризованного арболитового материала высокого качества на основе тонкомолотого доменного гранулированного шлака, жидкого стекла, щепы хвойных пород древесины и технической пены с оптимальными параметрами качества. Установлено, что доменный гранулированный шлак, содержащий 85% и более аморфной фазы с дисперсностью не менее $500 \text{ м}^2/\text{кг}$, а также модифицированное жидкое стекло плотностью не менее 1310 кг/м^3 , щепы хвойных пород древесины, а также техническая пена с оптимальными параметрами качества являются эффективными компонентами для производства конструкционно-

теплоизоляционного поризованного арболита высокого качества с маркой по плотности D600 - D700.

Показано, что высокое качество арболита достигается поризацией шлакосиликатной арболитовой смеси синтетическими пенообразующими добавками, стабилизированными тонкомолотой бентонитовой глиной, которая позволяет получать пену с низким водоотделением (28,2%) и высокой кратностью (12,4), а также проникновением в структуру заполнителя шлакощелочного связующего с последующей его кристаллизацией в порах заполнителя, что обуславливает получение водостойкого композита.

5. Научная и практическая ценность диссертации

Предложена технология получения высокоэффективного композиционного поризованного арболитового материала с использованием отходов производства металлургической и деревообрабатывающей промышленности: доменного гранулированного шлака и древесной щепы, а также натриевого жидкого стекла и технической пены с оптимальными параметрами качества. Предложенная технология позволяет решать задачу использования отходов действующих предприятий улучшая экологическую обстановку в районе их действия. Кроме того, высокие строительно-технические свойства полученного композиционного материала, на основе шлакосиликатного вяжущего позволяют с успехом применять его в строительной отрасли в качестве конструкционно-теплоизоляционного материала для зданий и сооружений. Разработаны рекомендации по изготовлению и применению данного материала в строительстве

6. Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки

В диссертационной работе показана возможность получения композиционного поризованного арболитового материала на основе

шлакосиликатных вяжущих веществ. Установлены закономерности влияния содержания компонентов полученного композиционного материала на его физико-механические свойства. Кроме того, получены результаты по подбору и оптимизации свойств пенообразователя с добавкой модификатором для получения технической пены с оптимальными параметрами качества и применения её в качестве структурообразующего компонента в композиционном шлакощелочном арболитовом материале. Изучена структура и свойства полученного поризованного композиционного материала на основе шлакосиликатных вяжущих веществ. Была изучена кинетика гидратации вяжущей, а также определена природа новообразований, возникающих в твердеющем шлакощелочном композите, что дополняет представление о физико-химических закономерностях твердения таких композиций.

Полученные результаты исследований прошли практическую апробацию на предприятии ООО «Мечел-Материалы», одного из крупнейших производителей угля, железной руды, стали, проката, ферросплавов, тепловой и электрической энергии. Практическая значимость работы подтверждается ее востребованностью в строительной отрасли: подписаны акты об использовании результатов диссертации для определения возможности их реализации на предприятии ООО «Мечел-Материалы».

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы

Предложенная в работе технология по изготовлению высокоэффективного поризованного композиционного арболитового материала на основе шлакосиликатных вяжущих веществ позволит выпускать строительные материалы и изделия с высокими строительно-техническими свойствами для применения их при строительстве зданий и сооружений. Кроме того, данная технология позволяет значительно расширить номенклатуру изготавливаемой строительной продукции, а также снизить себестоимость

готовых изделий за счет использования техногенных отходов для производства данного вида материалов.

Теоретические положения и экспериментальные результаты диссертационного исследования могут быть с успехом использованы при подготовке бакалавров по направлению подготовки «Строительство» в таких курсах дисциплин, как «Строительное материаловедение» и «Технология конструкционных материалов».

8. Замечания

1. Автором была показана возможность стабилизации структуры технической пены путем введения добавки бентонитовой глины, но не совсем понятно, как и на каком этапе данная добавка вводилась в состав технической пены при замешивании.

2. В третьей главе автор использует для подбора состава поризованного композиционного арболитового материала метод математического планирования эксперимента, но нет объяснения почему в качестве рецептурных факторов для расчетов были взяты расход доменного гранулированного шлака и древесной щепы хвойных пород.

3. В работе были изучены физико-механические показатели полученного поризованного шлакосиликатного арболитового материала, рассмотрены вопросы формирования его структуры и изучена поверхность щепы в образцах, но нет исследований долговечности этого материала.

4. В третьей главе представлены результаты экспериментов по определению водопоглощения древесной щепы, полученной после механического разрушения образца композиционного материала и обычной древесной щепы высушенные до постоянной массы. Было установлено, что водопоглощение первого образца ниже на 68% чем контрольного, но нет объяснения почему срок эксперимента закончился на 25-е сутки.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертационной работы Хеирбекова Руслана Азеровича.

9. Заключение

Анализ работы позволяет сделать обоснованный вывод, что диссертация Хеирбекова Руслана Азеровича на тему «Высокоэффективный поризованный арболит на основе шлакосиликатных вяжущих веществ» является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, обладает научной новизной, научной и практической ценностью, а научные положения, выводы и рекомендации имеют существенное значение для развития соответствующей отрасли наук. Диссертационная работа полностью соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Хеирбеков Руслан Азерович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5 – Строительные материалы и изделия.

Отзыв на диссертацию рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (УГНТУ) «23» ноября 2023 года. Протокол заседания № 5 от «23» ноября 2023 г.

Заведующий кафедрой «Строительные конструкции»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», кандидат технических наук
(научная специальность 05.23.05 – «Строительные материалы и изделия»),
доцент

Дмитрий Александрович Синицин
«24» ноября 2023 г

Тел. +7 (347) 228-22-004,

E-mail: kafedra_sk@mail.ru

Профессор кафедры «Строительные конструкции»
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет», доктор технических наук
(научная специальность 05.23.05 –«Строительные материалы и изделия»)

Игорь Вадимович Недосеко
«24» ноября 2023 г

Тел.+7 (987) 254-00-96,

E-mail: nedoseko1964@mail.ru

Подпись Синицина Д.А. и Недосеко И.В. удостоверяю:

Начальник отдела по работе с персоналом



О.А. Дадаян

25.11.2023

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет»,

450064, Приволжский федеральный округ, Республика Башкортостан, г. Уфа,
ул. Космонавтов, д. 1, УГНТУ

Тел. +7 (347) 228-22-004

E-mail: kafedra_sk@mail.ru