

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора технических наук, профессора Козловой Валентины Кузьминичны на диссертационную работу Хеирбекова Руслана Азеровича на тему «Высокоэффективный поризованный арболит на основе шлакосиликатных вяжущих веществ», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.5. Строительные материалы и изделия.

Актуальность темы диссертационного исследования

Повышение требований к строительным конструкциям, а также увеличение объемов строительства за последнее десятилетие обуславливают рост разработок в области получения высокоэффективных строительных материалов с низкой себестоимостью.

Кроме того, увеличение выбросов техногенных отходов, связанное с ростом количества промышленных предприятий становится глобальной проблемой. В этой связи актуальным становится вопрос переработки и применения техногенных отходов для производства строительных материалов.

В представленной работе решается вопрос использования техногенных отходов металлургической и деревообрабатывающей промышленности для производства высокоэффективного поризованного композиционного арболитового материала на основе шлакосиликатных вяжущих веществ. Поризация смеси ведет к улучшению строительно-технических свойств получаемого композита, а также снижению его теплопроводности. Кроме того, использование отходов промышленности при производстве композиционных строительных материалов не только решает проблему утилизации крупнотоннажных отходов, но в значительной степени снижает себестоимость продукции, что является **актуальной** задачей.

Структура и содержание работы

На отзыв представлена диссертационная работа, изложенная на 137 страницах машинописного текста, состоит из введения, основной части, включающей 5 глав, заключения, списка литературы из 150 наименований и 2 приложений, содержит 36 рисунков, 27 таблиц.

Во введении представлена актуальность выбранной темы исследования, степень её разработанности, цели и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, методология и методы исследования, а также положения, выносимые на защиту, степень достоверности достигнутых результатов, личный вклад автора и где осуществлялась апробация результатов работы, её объём и структура.

Первая глава содержит обзор литературы по теме исследования и отражает современное состояние вопроса производства композиционных арболитовых материалов на основе промышленных отходов. Кроме того, приведены сведения из российских и зарубежных источников о шлакосиликатных вяжущих веществах, а также показаны некоторые аспекты формирования структуры поризованных композиционных арболитовых материалов. Анализ литературы позволил автору сформулировать цели и задачи исследования.

Во второй главе представленной диссертации приведены сведения об использованных в работе материалах и методах исследований. Для получения композиционного поризованного арболитового материала использовался доменных гранулированный шлак, в котором содержится 85% и более аморфной фазы и дисперсностью $517 \text{ м}^2/\text{кг}$. Для затворения смеси использовалось натриевое жидкое стекло с массовой долей SiO_2 – 19,95%; плотность – $1,31 \text{ г/см}^3$; массовая доля Na_2O – 10,35%. В качестве наполнителя использовалась древесная щепа хвойных пород. Подробно описаны свойства используемых материалов, в том числе гранулометрический состав доменного гранулированного шлака и бентонитовой глины.

В работе использовали такие методы анализа как РФА, РЭМ, химический, гранулометрический и ДТА. Физико-механические свойства композиционного арболитового материала производились в соответствии с действующими ГОСТами.

Третья глава посвящена вопросам разработки составов поризованных шлакосиликатных арболитовых материалов. Изучены вопросы получения

технической пены с оптимальными параметрами качества. Показана возможность использования бентонитовой глины в качестве добавки модификатора позволяющего получать пены с высокими физико-механическими характеристиками. Так в работе показано, что добавка бентонитовой глины в количестве 4% от массы не влияет на кратность получаемой пены и в то же время, в значительной степени снижает водоотделение до значения в 28,2%. Были проведены исследования по изучению кинетики процессов формирования структуры композиционного поризованного арболита. Эксперименты по определению сроков схватывания шлакощелочного связующего на натриевом жидком стекле показали сравнительно короткие сроки схватывания композита, в пределах 50 минут, что указывает на высокую гидравлическую активность вяжущего. Были проведены исследования по подбору оптимального состава с помощью методов математического планирования эксперимента. Установлено, что на прочность влияет, в основном, количество вяжущего и в меньшей степени кол-во щепы. В то же время на плотность в большей степени влияет количество шлака и в меньшей степени количество щепы и сочетание этих двух факторов. В рамках работы для образцов полученного композиционного материала был проведен рентгенофазовый анализ, который показал наличие более 90% аморфной фазы в образцах. Проведенные термогравиметрические исследования показали, что аморфная фаза в основном состоит из низкоосновных гидросиликатов различного состава. На основании проведенного электронно-микроскопического исследования поверхности композита соискатель отмечает стабильную поровую структуру с равномерным распределением пор по размеру.

В четвертой главе диссертации проводятся исследования по определению физико-механических свойств полученного композита, а также исследования по влиянию тепловлажностной обработки на свойства композита. Диссертант утверждает, что оптимальные физико-механические характеристики достигаются при температуре изотермической выдержки на уровне 80°C и времени изотермической выдержки равном 10 часов. При этом повышение температуры изотермической выдержки на 10 °C (до 90°C) ведет

к сокращению времени выдержки с 10 до 8 часов, при этом повышаются показатели прочности.

В пятой главе диссертационного исследования приводятся данные по проведению опытно-промышленных испытаний полученного композиционного поризованного арболитового материала. По данным, полученным в результате работы, готовый материал имеет среднюю плотность 600-700 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,081 Вт/(м°С), прочность при сжатии не менее 1,9 МПа. Кроме того отмечается, что полученный материал имеет низкую себестоимость по сравнению с аналогами. Снижение себестоимости достигается за счет использования техногенных отходов для производства композита. Разработаны рекомендации по применению полученного материала в строительстве.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность результатов научной работы подтверждается комплексом аналитических и экспериментальных исследований, 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 данные других авторов.

Научная новизна заключается в разработке поризованного арболита с маркой по плотности D600-D700 на основе отходов промышленности, а именно доменного гранулированного шлака, содержащего 85% и более аморфной фазы с дисперсностью не менее 500 м²/кг, а также натриевого жидкого стекла плотностью не менее 1310 кг/м³, щепы хвойных пород древесины, и технической пены с оптимальными параметрами качества.

Кроме того, было установлено, что высокое качество арболита достигается поризацией шлакосиликатной арболитобетонной смеси синтетическими пенообразующими добавками, стабилизированными тонкомолотой бентонитовой глиной, которая позволяет получать пену с низким водоотделением (28,2%) и высокой кратностью (12,4). Другой особенностью данного материала является сниженное водопоглощение заполнителя за счет проникновения в структуру древесной щепы шлакощелочного связующего с последующим его кристаллизацией в порах заполнителя, что обуславливает получение водостойкого композита.

Теоретическая и практическая значимость работы

Соискателем предложен способ оптимизации структуры и улучшения свойств шлакосиликатного арболита путем введения в состав композиционного материала технической пены с оптимальными параметрами качества.

Для улучшения свойств технической пены были разработаны составы с добавкой модификатором в виде бентонитовой глины в количестве 4% от массы раствора и с концентрацией раствора пенообразователя 3,3%, позволяющий получать техническую пену с высокой кратностью 12,4 и низким водоотделением 28,2%.

С помощью математических методов планирования получены математические модели позволяющие получать состав композиционного арболитового материала на основе тонкомолотого доменного гранулированного шлака, древесной щепы хвойных пород, натриевого жидкого стекла и технической пены с оптимальными параметрами качества.

Практическая значимость заключается в получении композиционного строительного материала на основе крупнотоннажных отходов промышленности, доменного гранулированного шлака, древесной щепы, натриевого жидкого стекла и технической пены. Полученный композит имеет марку по плотности D600 и прочностью не менее 1,9Мпа, а также теплопроводность на уровне 0,081 Вт/(м°С).

Разработаны рекомендации по получению и применению поризованного арболитового материала в строительстве и проведены опытно-

промышленные испытания разработанного шлакосиликатного поризованного арболита.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автором для обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций проведён анализ 150 литературных источников отечественных и зарубежных авторов. Испытания, осуществленные в диссертационной работе, были проведены согласно действующим стандартам и нормативным документам, в совокупности с современными методами анализа.

Выводы по главам и заключения научно обоснованы, убедительны и отражают суть выполненных исследований. Автором проведен значительный объем экспериментальных и теоретических исследований. Определены перспективы дальнейшей работы.

Результаты, полученные в ходе выполнения диссертации, достаточно полно опубликованы и обсуждались на конференциях различного уровня. По теме диссертации было опубликовано 9 научных работ в том числе 4 публикации в журналах, включённых в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации, 1 работа опубликована в журнале, индексируемом в международной реферативной базе SCOPUS и 4 из них опубликованы в других международных научных журналах и изданиях.

Результаты исследования апробированы комиссией в составе представителей ООО «Мечел-Материалы» (акты опытно-промышленного опробования результатов диссертационной работы представлены в Приложениях к диссертации).

На основании вышеизложенного степень обоснованности и аргументации научных положений, заключения и рекомендаций не вызывает сомнений, а основные положения, выводы и рекомендации диссертационного исследования Хеирбекова Руслана Азеровича подтверждают научную новизну, высокую степень ее обоснованности и достоверности.

Замечания и вопросы по диссертации и автореферату

1. В главе 2 следовало бы при описании приготовления образцов поризованного арболита указать сроки твердения после которых определялись основные свойства материала, поскольку реакции, сопровождающие твердение жидкого стекла, протекают продолжительное время и фазовый состав продуктов изменяется.

2. В третьей главе диссертант указал сроки схватывания шлакощелочного вяжущего на основе доменного гранулированного шлака и натриевого жидкого стекла, но не было указано по какому стандарту были проведены испытания.

3. В работе проводились исследования по влиянию тепловлажностной обработки (ТВО) при различных температурах и времени изотермической выдержки на свойства поризованного шлакосиликатного композиционного материала. Не совсем понятно какой цикл испытаний использовался для проведения ТВО.

4. В третьем разделе на рисунках 3.7 и 3.8 встречаются лишние цветовые обозначения физико-механических характеристик. В частности показатели плотности от 800 кг/м^3 до 900 кг/м^3 не встречаются в сетке составов, но указаны на графиках.

5. В работе изучены физические закономерности структурообразования поризованных арболитовых материалов, обеспечивающие прочность образцов, но нет исследований на долговечность этих материалов.

6. В диссертации встречаются опечатки и пунктуационные ошибки.

Указанные замечания не являются существенными и не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе.

Заключение

Диссертационная работа Хеирбекова Руслана Азеровича является самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация на тему «Высокоэффективный поризованный арболит на основе шлакосиликатных

вяжущих веществ» отвечает 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.

Официальный оппонент:

доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Алтайский
государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»,
кафедра «Строительные материалы и
автомобильные дороги», профессор

Козлова Валентина Кузьминична

«22» ноября 2023 г.

Адрес: 656038, Российская Федерация, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46
E-mail: kozlova36@mai.ru
Тел.: 8(913)231-87-81.

Подпись заверяю:

Начальник УИ ДО Агеев