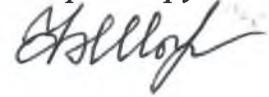


На правах рукописи



ШОГЕНОВА ФАТИМА МУХАМЕДОВНА

**ТЕПЛООГНЕЗАЩИТНЫЕ
ФИБРОГИПСОЦЕМЕНТНОВЕРМИКУЛИТОБЕТОННЫЕ
И РАСТВОРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА И ПЕМЗЫ**

Специальность

2.1.5 Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Махачкала – 2026

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

Научный руководитель	доктор технических наук, профессор, советник РААСН Хежев Толя Амирович
Официальные оппоненты	Пухаренко Юрий Владимирович доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РААСН, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно- строительный университет», кафедра «Технологии строительных материалов и метрологии», профессор-консультант Сайдумов Магомед Саламувич кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», доцент кафедры «Технология строительного производства»
Ведущая организация	ФГБОУ ВО «Донской государственный и технический университет»

Защита состоится «17» апреля 2026 года в 14-00 часов на заседании диссертационного совета 24.2.295.01, созданного на базе ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» по адресу: 367026, г. Махачкала, пр. Имама Шамиля, 70, ауд. 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный технический университет» и на сайте <https://dstu.ru/>.

Сведения о защите и автореферат диссертации размещены на официальном сайте ВАК Министерства науки и высшего образования РФ <https://vak.gisnauka.ru/>.

Дата рассылки автореферата « ____ » _____ 2026 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н., доцент



Х.Р. Зайнулабидова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. При проектировании и строительстве зданий I и II степени огнестойкости к ним предъявляются повышенные требования по огнезащите, особенно при высоте жилых зданий более 28 метров. Одной из тенденций современного гражданского строительства, особенно в условиях плотной городской застройки, является рост этажности возводимых зданий, в результате в 2024 г. более 71 % вводимой площади составили здания высотой 13 и более этажей, в т.ч. высотные.

Значительный ущерб от пожаров, число которых в 2024 г. превысило 280 тыс., предопределяет актуальность разработки новых и совершенствования известных конструктивных решений и материалов, обеспечивающих снижение пожарной опасности зданий. Обеспечение пожарной безопасности (огнезащиты) предусматривает, наряду с реализацией специальных конструктивных решений, снижение пожарной опасности применяемых материалов и конструкций, а требуемая огнестойкость различных конструкций эффективно обеспечивается применением огнезащитных составов в виде облицовок, экранов и штукатурных покрытий, наносимых набрызгом или торкретированием.

Стоимость мероприятий по снижению пожарной опасности зданий может составлять до 10 %, а обеспечению огнестойкости строительных конструкций до 30 % их стоимости, в связи с чем являются актуальными исследования в области разработки эффективных составов для производства бетонов и строительных растворов на основе местного природного и техногенного сырья в сочетании с эффективными многокомпонентными вяжущими и дисперсным армированием различными волокнами для огнезащитных облицовок, экранов и штукатурных покрытий, характеризующихся низкими показателями стоимости и трудоемкости в сочетании с технологичностью, декоративностью, атмосферостойкостью и, при определенных условиях, акустическими функциями.

Степень разработанности темы исследований. Огнезащитные изделия и штукатурки на основе различных вяжущих и вспученных вермикулита и перлита с добавкой волокон асбеста и других широко применяются для огнезащиты различных строительных конструкций. Повышенная трещиностойкость композитов на основе вспученного вермикулита и высокая его стоимость предопределяют актуальность поиска частичной либо полной замены вспученного вермикулита местными материалами. Многокомпонентные (комбинированные) гипсовые вяжущие являются эффективными материалами и применяются для производства материалов различного назначения, что предопределяет актуальность исследований по совершенствованию их рецептур с использованием местного сырья для производства дисперсно-армированных огнезащитных композитов.

Рабочая гипотеза. Рациональные огнезащитные составы могут быть разработаны на основе выявленных закономерностей влияния рецептурных и технологических факторов на основные строительные-технические свойства дисперсно-армированных огнезащитных композитов на основе местного сырья, комбинированного гипсового вяжущего и химических добавок.

Цель работы и задачи исследований. Целью диссертационной работы является выявление общих закономерностей и получение количественных зависимостей влияния вида заполнителей, минеральных добавок, состава комбинированного вяжущего «гипс + портландцемент + минеральные + химические добавки» в сочетании с дисперсным и полидисперсным армированием разномодульными волокнами при различных технологиях приготовления смеси и формования композитов на показатели: технологические свойства смесей, средней плотности, прочности при сжатии и изгибе, коэффициента размягчения и теплофизические показатели огнезащитных композитов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **следующие задачи:**

- выявить закономерности изменения показателей прочности и водостойкости композита в зависимости от состава комбинированного гипсоцементного и гипсопеплоцементного вяжущего;
- выявить влияние технологических параметров приготовления смеси и формования изделий из огнезащитных составов на эксплуатационные показатели дисперсно-армированных композитов;
- выявить влияние параметров дисперсного и полидисперсного армирования на эксплуатационные показатели огнезащитных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих и вулканических пород Кабардино-Балкарии;
- оценить целесообразность и эффективность применения воздухововлекающих и пластифицирующих добавок, в т.ч. комплексных модификаторов, на эксплуатационные показатели огнезащитных дисперсно-армированных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих и вулканических пород Кабардино-Балкарии;
- разработать рекомендации по рецептурам и способам производства огнезащитных дисперсно-армированных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих и вулканических пород Кабардино-Балкарии, оценить их соответствие нормативным требованиям и экономическую эффективность.

Объектом исследования являются рецептуры и свойства теплоогнезащитных дисперсно-армированных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих, вспученного вермикулита, химических добавок и вулканических пород Кабардино-Балкарии.

Предметом исследования являются закономерности изменения в зависимости от рецептурных и технологических факторов основных эксплуатационных свойств теплоогнезащитных дисперсно-армированных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих, вспученного вермикулита, химических добавок и вулканических пород Кабардино-Балкарии.

Научная новизна работы:

- развиты научные представления о закономерностях изменения и впервые получены зависимости изменения показателей прочности, огне и водостойкости гипсопепловых и гипсопемзовых дисперсно-армированных композитов на основе многокомпонентного вяжущего и комбинированного заполнителя, содержащего вулканические породы;

- выявлены закономерности влияния параметров приготовления дисперсно-армированных смесей на основе многокомпонентных гипсовых вяжущих в сочетании с химическими добавками и комбинированного заполнителя, содержащего вулканические породы, а также параметров формования изделий из них на основные эксплуатационные показатели, получены зависимости изменения свойств композитов от рецептурных факторов;

- выявлены закономерности влияния и получены количественные показатели эффективности армирования высокомодульными и низкомодульными дисперсными волокнами, а также полидисперсного армирования на прочностные свойства огнезащитных композитов;

- уточнены зависимости предела прочности при сжатии от средней плотности, параметров дисперсного армирования, зависимость предела прочности при изгибе от предела прочности при сжатии разработанных огнезащитных композитов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в:

- развитии научных представлений о влиянии рецептуры комбинированных гипсовых вяжущих на основные эксплуатационные показатели их качества;

- уточнении закономерностей влияния параметров дисперсного и полидисперсного армирования на строительные-технические свойства огнезащитных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих;

- выявленных закономерностях влияния технологических параметров приготовления смеси и формования изделий на их строительные-технические свойства;

- полученных новых данных о влиянии вида комбинированного заполнителя с содержанием вулканических пород в составе огнезащитных композитов на их показатели прочности и водостойкости;

- развитии научных представлений о влиянии воздухововлекающей и полифункциональной добавок на технологические свойства смесей и огнезащитные свойства композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих и вулканических пород.

Практическая значимость работы заключается в том, что:

- предложены уравнения, описывающие зависимость предела прочности при изгибе от предела прочности при сжатии огнезащитных композитов в зависимости от рецептурных и технологических факторов;

- выявлены закономерности изменения пределов огнестойкости слоистых конструкций по критериям несущей способности и теплопроводности в зависимости от средней плотности, толщины слоя и состава огнезащитных композитов;

- предложены уравнения зависимости коэффициентов теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры огнезащитных композитов для расчетов температурных полей при оценке пределов огнестойкости конструкций расчетными методами;

- предложена методика экспериментальной оценки предела огнестойкости по критериям несущей способности и теплопроводности огнезащитных композитов;

- разработаны рекомендации по производству штукатурных составов огнезащитных композитов, в т.ч. производимых по технологии сухих строительных смесей.

Методология и методы исследования. Методология работы основывается на анализе и обобщении требований нормативных документов, трудов отечественных и зарубежных исследователей по тематике, связанной с оценкой влияния рецептурных и технологических факторов на строительно-технические свойства дисперсно- и полидисперсно-армированных огнезащитных композитов.

При реализации экспериментальных исследований применялось современное высокотехнологичное оборудование, методы исследований и испытаний, регламентированные нормативными документами в сочетании с исследовательскими методиками, методы моделирования и математического планирования эксперимента.

Положения, выносимые на защиту:

- установленные закономерности и полученные зависимости изменения показателей прочности и водостойкости комбинированных гипсовых вяжущих в зависимости от вида и дозировки вулканической породы и портландцемента;

- установленные закономерности и полученные зависимости влияния параметров дисперсного и полидисперсного армирования на строительно-технические свойства огнезащитных композитов на основе комбинированных гипсовых вяжущих;

- установленные закономерности влияния способов приготовления смеси, формования изделий или нанесения составов огнезащитных композитов на их эксплуатационные показатели;

- полученные численные значения показателей прочности и водостойкости, коэффициентов теплопроводности и теплоемкости в зависимости от рецептурных и технологических факторов и условий эксплуатации;

- результаты оценки экономической эффективности огнезащитных композитов на основе местного сырья Кабардино-Балкарии.

Степень достоверности полученных результатов обеспечена комплексом проведенных исследований с использованием сертифицированного и метрологически поверенного современного лабораторного оборудования, стандартных средств измерений и методов научных исследований, непротиворечивостью полученных результатов и выводов общепризнанным положениям строительного материаловедения и результатам исследований других авторских коллективов.

Апробация результатов работы. Основные результаты выполненных исследований докладывались и обсуждались на Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2020» (Нальчик, КБГУ, 2020); Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2021» (Нальчик, КБГУ, 2021); VI-ой

Международной научно-технической конференции «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (САТРИД 2021) (Нальчик, КБГУ, 2021); Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2022» (Нальчик, КБГУ, 2022); Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2023» (Нальчик, КБГУ, 2023); Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2024» (Нальчик, КБГУ, 2024); Международной научно-практической конференции «Наука, образование, общество» (Тамбов, 2025); Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию д.т.н., профессора Абакарова А.Д. «Строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (Махачкала, ДГТУ, 2025); Международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2025» (Нальчик, КБГУ, 2025).

Внедрение результатов исследований. В ООО «Спас-сектор» разработанные фиброгипсоцементновермикулитовые огнезащитные растворы с применением вулканического пепла и пемзы используются для огнезащиты строительных конструкций.

В ФИРМЕ «СТРОЙИНДУСТРИЯ» ООО разработанные теплоогнезащитные фиброгипсоцементновермикулитобетонные композиты с применением вулканического пепла и пемзы используются для огнезащиты строительных конструкций плитами толщиной 20-25 мм из фиброгипсоцементновермикулитобетонного композита со средней плотностью 480-590 кг/м³.

Публикации. Основные положения диссертации изложены в 15 работах, в том числе: 5 статей в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, 1 статья в изданиях, входящих в международную реферативную базу данных и систему цитирования Scopus, получены 3 патента на изобретения.

Личный вклад автора состоит в обосновании рабочей гипотезы, постановке цели и задач исследования, в теоретическом анализе данных по проблеме исследования, в планировании и реализации экспериментов по исследованию влияния рецептурных факторов на свойства огнезащитных композитов, обработке и анализе результатов исследований, формулировке научной новизны, выводах и заключениях.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 177 наименований и приложений. Изложена на 176 страницах текста формата А4, шрифт Times new roman 14, 1,5 интервала, содержит 84 рисунка и 68 таблиц.

Область исследования соответствует требованиям паспорта научной специальности 2.1.5 Строительные материалы и изделия:

- п. 9 «Разработка составов и совершенствование технологий изготовления эффективных строительных материалов и изделий с использованием местного сырья и отходов промышленности, в том числе повторного использования материалов от разборки зданий и сооружений».

- п. 10 «Разработка новых и совершенствование существующих методов *повышения стойкости строительных материалов, изделий и конструкций в условиях воздействия физических, химических и биологических агрессивных сред* на всех этапах жизненного цикла».

- п. 15 «Развитие теоретических основ и технологии получения *вяжущих композиций и сухих строительных смесей* различного назначения».

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационного исследования, определены цели и задачи, сформулированы рабочая новизна, теоретическая и практическая значимость, изложены методология и методы исследований, приведены сведения об апробации, внедрении, структуре и объеме работы.

В первой главе обосновано, что в связи с ростом средней этажности жилищного строительства по данным 2019 г. до 17,7 этажей на 1 м² возводимых зданий, несущие конструкции которых выполнены в основном из железобетона, возрастает актуальность разработки новых и совершенствования известных конструктивных решений и материалов, обеспечивающих снижение пожарной опасности зданий, в первую очередь, посредством огнезащиты с использованием конструкций с пониженной пожарной опасностью и эффективных огнезащитных составов, в т.ч. для огнезащитных штукатурных покрытий традиционного или машинного нанесения, к достоинствам которых относятся низкая стоимость и трудоемкость, технологичность, декоративность и атмосферостойкость, в связи с чем актуальной задачей является разработка эффективных огнезащитных составов с максимальным использованием местного сырья и техногенных отходов. Отмечено, что для производства эффективных огнезащитных составов широко применяются гипсовые вяжущие, в т.ч. многокомпонентные, в первую очередь в сочетании с портландцементом и различными активными минеральными добавками, композиционные гипсовые вяжущие низкой водопотребности, в т.ч. с гидрофобизирующими добавками различного химического состава для повышения водостойкости и технологичности, в связи с чем актуальной является задача выявления влияния состава композиционного гипсового вяжущего с учетом особенностей свойств его компонентов на основные показатели, определяющие целесообразность его применения. Показано, что применение дисперсного армирования обеспечивает в одном технологическом процессе объединение приготовления смеси и армирования изделий, существенно повышает трещиностойкость изделий и стойкость композитов в агрессивных средах. Эффективность дисперсного армирования обеспечивается при условии высокомодульности волокон по отношению к матрице, сочетании высокомодульных и низко модульных волокон, близости значений коэффициентов линейного температурного расширения матрицы и волокон, обеспеченности уровня сцепления между матрицей и волокнами, химической (коррозионной) совместимости матрицы и волокон, технологичности, доступности и низкой стоимости волокон.

В связи с чем актуальной является задача определения параметров рационального дисперсного и полидисперсного армирования в зависимости от свойств

волокон и матрицы. Сделан вывод о том, что для рационального использования туфов, пеплов, пемзы Кабардино-Балкарии для производства огнезащитных составов целесообразно выявить влияние вида и дозировки указанных материалов, используемых в качестве заполнителей, наполнителей и активных минеральных добавок при производстве огнезащитных дисперсно-армированных композитов на основе гипсовых и композиционных вяжущих, в связи с чем актуальной является задача получения закономерностей изменения показателей качества огнезащитных композитов от рецептурных (состав вяжущего, вид и дозировка заполнителей, наполнителей, волокон) и технологических (способы приготовления смесей и формования изделий) факторов.

Во второй главе представлена информация о методах экспериментальных исследований и использованных материалах. Строительно-технические свойства огнезащитных композитов исследованы на образцах 40x40x160 мм, отформованных литьевым, вибрационным либо вибрационным под пригрузом способом. Испытание образцов выполнялось в соответствии с ГОСТ 23789-2018. Огнезащитная эффективность композитов оценивалась испытанием двухслойных плит с несущим слоем 20 мм из мелкозернистого бетона, при этом формование огнезащитного слоя выполнялось литьевым способом с последующей после предварительного выдерживания сушкой в воздушно-сухих условиях. Образцы размерами 210×210 мм испытывали на электрической печи в горизонтальном положении по стандартному температурному режиму пожара по ГОСТ 30247.1-94 (рисунок 1). Отклонение температуры в изготовленной лабораторной электрической печи от стандартного температурного режима пожара во время испытаний образцов составляло всего 3 %.

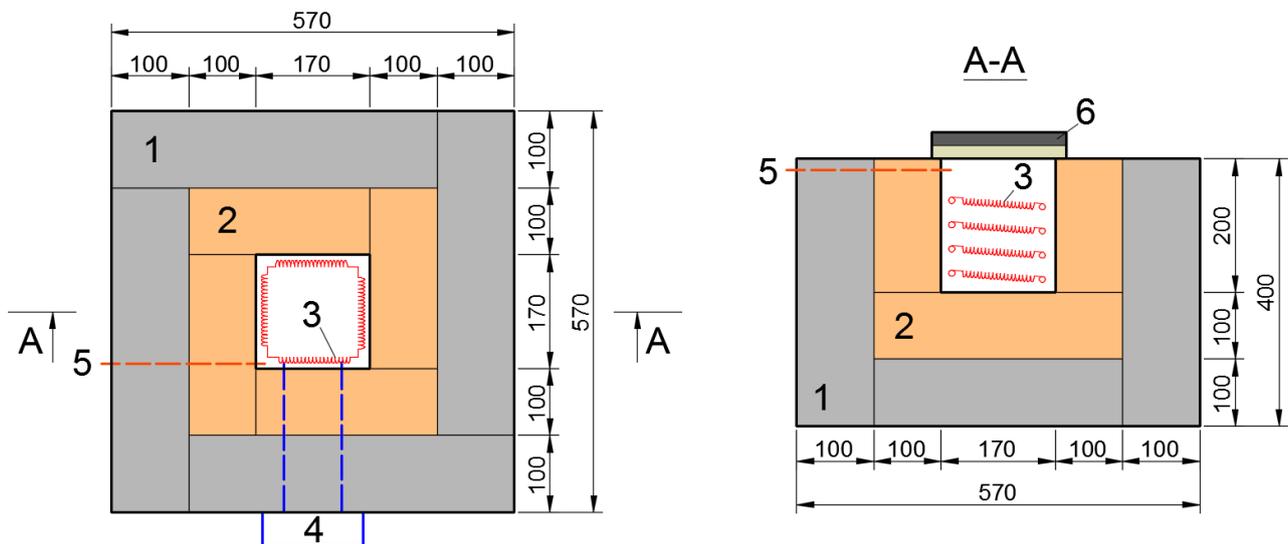


Рисунок 1 – Схема лабораторной электрической печи для определения огнезащитных свойств разработанных композитов

- 1 – газобетон плотностью D350; 2 – шамотно-волоконная плита ШВП-350;
 3 – нагревательная проволока из фехрали; 4 – блок управления нагревателем;
 5 – термопара WRP-100 К типа до 1300 °С; 6 – образец для испытания

Предел огнестойкости образцов по теплоизолирующей способности (L) определяли по показателю повышения температуры на необогреваемой поверхности более чем на $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ относительно температуры до начала испытаний и по несущей способности (R) по критерию прогрева тканой сетки до $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ на границе конструктивного и огнезащитного слоев.

Показатели качества использованных материалов и испытываемых образцов определялись по стандартным методикам ГОСТ 12730.1-2020, ГОСТ 310.4-81, ГОСТ 30256-94, ГОСТ 28013-98, ГОСТ Р 58767-2019.

Использованы материалы:

- гипс строительный Г-5 БП ГОСТ 125-2018 Усть-Джегутинского гипсового комбината с НГ 50 %, НС – 12 мин, КС – 17 мин, пределом прочности при изгибе 2,6 МПа; пределом прочности при сжатии 5,3 МПа;

- портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н ГОСТ 31108-2020 ПАО «Белгородский цемент» с НС - 174 мин, КС – 256 мин, пределом прочности при сжатии в 28 сут 49,4 МПа, в 2 сут 23,9 МПа;

- вспученный вермикулит фракции 0,14–5 мм Санкт-Петербургской слюдяной фабрики;

- вулканический пепел с максимальной крупностью зерен 5 мм Заюковского месторождения;

- песок кварцевый с $M_k = 2,2$ Малкинского месторождения КБР;

- песок пемзовый с насыпной плотностью 700 кг/м^3 Псыхурейского месторождения КБР;

- комплексная модифицирующая добавка Д-5 ТУ 5745-002- 37415339-2015 производства ООО НПП «ТОКАР», г. Владикавказ;

- смола древесная омыленная (СДО) ТУ 13-04-02;

- полипропиленовая фибра RS производства Руссеал длиной 12 мм;

- базальтовое волокно марки РНБ-9-1200-4с производства ПАО «Ивотстекло»;

- сетка тканая № 8-07 по ГОСТ 3826-82 с ячейкой 8×8 мм и диаметром проволоки 0,7 мм;

- вода водопроводная по ГОСТ 23732-2011.

В третьей главе представлены результаты исследований влияния рецептурных факторов на строительно-технические свойства композитов. Установлено, что введение в состав гипсового вяжущего рациональной дозировки портландцемента (ПЦ) 20 % обеспечивает повышение предела прочности при изгибе до 1,55 раза, при сжатии до 1,57 раза. Введение в состав гипсопеплового вяжущего рациональной дозировки ПЦ 20 % при соотношении гипс : пепел = 1 : 1 обеспечивает повышение предела прочности при изгибе в 1,1 раза, при сжатии в 1,17 раза, а при соотношении гипс : пепел = 1 : 2 повышение прочности при изгибе составляет до 1,23 раза, при сжатии до 1,37 раза.

Показано, что при соотношении гипс : пепел = 1:1 коэффициент размягчения возрастает с 0,45 у вяжущего без ПЦ до 0,7 у комбинированного вяжущего при дозировке ПЦ до 20 % от массы гипса. При соотношении гипс : пепел = 1 : 2

коэффициент размягчения возрастает с 0,4 у вяжущего без ПЩ до 0,6, у комбинированного вяжущего при дозировке ПЩ до 10 % от массы гипса.

Установлено, что дисперсное армирование базальтовыми (Б) волокнами при проценте армирования по объему 1,3 и соотношении длина/диаметр $l/d = 1444$ обеспечивает повышение предела прочности при сжатии до 36 % через 2 ч и до 20 % через 28 сут относительно других параметров армирования, при этом уровень от максимальной прочности не менее 90 % обеспечивается при соотношении l/d от 1100 до 1800. Дисперсное армирование повышает предел прочности при сжатии до 16 % в возрасте 2 ч и до 19 % в возрасте 28 сут, а при изгибе соответственно до 69 % и до 75 % в сравнении с показателями матрицы.

Установлено, что полидисперсное армирование базальтовыми волокнами с параметрами $l/d = 1444$; 1,3, мас. % и полипропиленовыми (П) волокнами с длиной 12 мм и коэффициентом армирования 0,42, мас. % обеспечивает по сравнению с составами, армированными только базальтовыми волокнами рост предела прочности фиброгипсопеплоцементного (ФГПЩ) композита при сжатии более чем в 1,37-1,38 раза, при изгибе в 1,33-1,35 раза в возрасте 2 часов и 28 суток соответственно.

На рисунке 2 представлена зависимость предела прочности при изгибе и сжатии исследованных композитов от способов формования и параметров фибрового армирования.

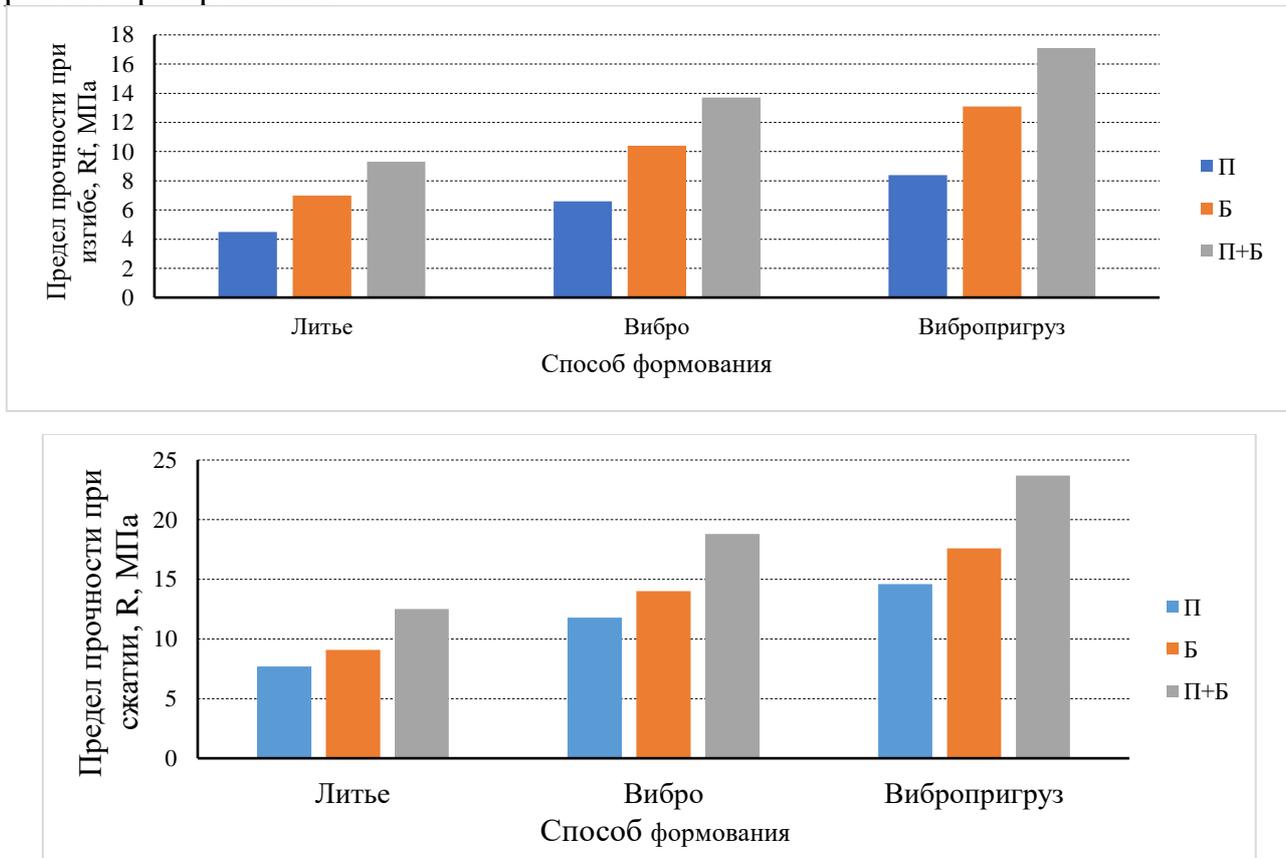


Рисунок 2 - Зависимость предела прочности при изгибе и сжатии исследованных композитов от способов формования и параметров фибрового армирования

П – полипропиленовая фибра; Б – базальтовое волокно

Выявлено, что вследствие уменьшения водосодержания смеси при пофракционном введении пепла имеет место рост прочности композита, при этом зависимость $R = f(W/V_{\text{вж}})$ практически идентична закономерности изменения прочности портландцементных бетонов от W/C :

$$R, R_f = k \left(\frac{W}{B} \right)^x, \quad (1)$$

коэффициенты ф. (1) представлены в таблице 1.

Таблица 1 – параметры уравнения ф. (1)

Значения параметров уравнения ф.(1)					
при изгибе			при сжатии		
k	x	$R^2 *$	k	x	$R^2 *$
4,17	-1,25	0,98	5,49	-1,29	0,99

Вследствие уменьшения величины водовяжущего отношения при переходе от литевой технологии к вибрационной имеет место повышение предела прочности при сжатии до 53 %, а при вибрировании с пригрузом до 93 %. Повышение предела прочности при изгибе составляет соответственно до 49 % и до 87 %. Независимо от способа формования дисперсионное и полидисперсное армирование обеспечивает увеличение соотношения R_f/R примерно в 1,5 раза.

В четвертой главе представлены результаты исследований влияния рецептурных и технологических факторов на строительные-технические и огнезащитные свойства композитов на многокомпонентном вяжущем и комбинированном заполнителе.

Исследовано влияние воздухововлекающей добавки СДО на возможность уменьшения средней плотности и пределов прочности при изгибе и сжатии гипсоцементнопепловермикулитобетонных (ГЦПВБ) композитов, улучшения удобоукладываемости смеси, а также повышения пределов огнестойкости конструкций с огнезащитным слоем из указанных материалов. Пределы прочности при сжатии и изгибе определялись на образцах – балочках 40x40x160 мм. Пределы прочности при изгибе и сжатии ГЦПВБ композитов определялись в возрасте 2 ч и 28 сут после выдерживания в воздушно-сухих условиях, а средняя плотность в возрасте 28 сут. Значения указанных величин, характеризующие степень влияния добавки СДО на свойства ГЦПВБ композитов, полученных их равноподвижных смесей с диаметром расплыва по вискозиметру Суттарда $d = 180 \pm 5$ мм, представлены в таблице 2.

Дополнительная пористость ΔP определялась по формуле:

$$\Delta P = 100 \left(1 - \frac{\rho_{\text{СДО}}}{\rho_{\text{э}}} \right), \% \quad (2)$$

где $\rho_{\text{СДО}}$, $\rho_{\text{э}}$ – соответственно средняя плотность составов с СДО и бездобавочного эталона.

Зависимость дополнительной пористости ГЦПВБ композитов (воздухововлечение) от дозировки СДО (D) описывается уравнением:

$$\Delta P = 28,4(D) - 28(D)^2 \quad (3)$$

с показателем достоверности аппроксимации $R^2 = 0,97$, из чего следует, что:

- величина воздухововлечения в исследованном диапазоне дозировки СДО составляет от 2,3 до 3,1 % вовлеченного воздуха на 0,1 % СДО при дозировке СДО до 0,2 % и от 0,8 до 1 % при дозировке СДО 0,3 %;
- соотношение Г : В мало влияет на величину воздухововлечения.

Таблица 2 – Влияние СДО на среднюю плотность и прочность ГЦПВБ композитов

№№ образцов	Состав смеси			Дозировка СДО, % Г+Ц+П (по массе)	ρ, кг/м ³	Предел прочности, МПа			
	Г:В (по объ- ему)	Ц, % от Г, (по массе)	П, % от Ц (по массе)			R _f в возрасте		R в возрасте	
						2 ч	28 сут	2 ч	28 сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1:2	20	30	–	621	0,48	1,08	0,89	2,78
2	1:2	20	30	0,1	605	0,5	1,15	0,9	2,9
3	1:2	20	30	0,2	590	0,55	1,2	0,8	2,8
4	1:2	20	30	0,3	585	0,5	1,2	0,75	2,7
5	1:3	20	30	–	480	0,4	0,75	0,8	1,5
6	1:3	20	30	0,1	470	0,45	0,8	0,85	1,55
7	1:3	20	30	0,2	455	0,4	0,75	0,8	1,5
8	1:3	20	30	0,3	450	0,37	0,7	0,75	1,4

Примечания: Г – гипс строительный; В – вермикулит; Ц – портландцемент; П – пепел; ρ – средняя плотность; R_f – при изгибе; R – при сжатии

В таблице 3 представлены составы исследованных фиброгипсоцементно-пепловермикулитобетонных (ФГЦПВБ) смесей.

Таблица 3 – Составы и свойства ФГЦПВБ композитов

Со- ставы	Состав смеси, (% по массе)						Свойства бетона в возрасте 28 сут			
	Г	В	П	Ц	фибра		СДО	ρ - кг/м ³	R _f , (МПа)	R, (МПа)
					Б	ПП				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	40,1	45,83	3,3	10,7	–	–	0,07	480	0,75	1,5
2	40,1	45,33	3,0	10,0	1,5	–	0,07	480	1,3	1,75
3	40,1	46,35	3,0	10,0	–	0,48	0,07	480	0,9	1,7
4	40,1	44,85	3,0	10,0	1,5	0,48	0,07	480	1,7	2,1

Примечания: Г – гипс строительный; В – вермикулит; Ц – портландцемент; П – пепел; Б – базальтовая; ПП – полипропиленовая; ρ – средняя плотность; R_f – при изгибе; R – при сжатии

Установлено, что при армировании композитов полипропиленовой фиброй незначительно, в пределах 3 – 7 %, возрастает предел прочности при сжатии в зависимости от возраста композита, при этом повышение предела прочности при изгибе достигает 13 %. В случае применения более высоко модульных, в сравнении с полипропиленовыми, базальтовых волокон повышение предела прочности при изгибе достигает значений от 1,61 раза через 2 ч до 1,73 раза через 28 сут,

при этом, в зависимости от возраста композита, предел прочности при сжатии возрастает от 1,15 до 1,22 раза. Полидисперсное армирование базальтовыми волокнами в сочетании с полипропиленовой фиброй обеспечивает рост предела прочности при сжатии от 1,67 раза через 2 ч до 1,68 раза через 28 сут, а рост предела прочности при изгибе достигает значений от 2,17 раза через 2 ч до 2,3 раза через 28 сут. Предел прочности при изгибе R_f (МПа) исследованных композитов нелинейно зависит от соотношения l/d :

$$R = a + b \frac{l}{d} + c \left(\frac{l}{d}\right)^2, \quad (4)$$

коэффициенты уравнения ф. (4) представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры уравнения ф. (4)

Процент армирования	Время твердения					
	2 ч			28 сут		
	a	b	c	a	b	c
0,3	-0,03	0,0007	$-2 \cdot 10^{-7}$	0,1	0,0012	$-4 \cdot 10^{-7}$
0,6	0,1	0,0007	$-2 \cdot 10^{-7}$	0,48	0,0012	$-4 \cdot 10^{-7}$
0,9	-0,07	0,0007	$-2 \cdot 10^{-7}$	0,09	0,0012	$-4 \cdot 10^{-7}$

Параметры дисперсного армирования не оказывают значительного влияния на зависимость $R_f = f(R)$ исследованных композитов.

Установлено, что в содержащих вулканическую пемзу композитах превышение предела прочности при сжатии относительно составов, содержащих вулканический пепел при наличии дисперсного армирования составляет до 1,15 раза при плотности 620 кг/м³ и до 1,73 раза при плотности при плотности 470 кг/м³, а при отсутствии дисперсного армирования соответственно до 1,19 раза при плотности 620 кг/м³ и до 1,85 раза при плотности 470 кг/м³. Дисперсное армирование при равной прочности при сжатии повышает предел прочности при изгибе до 1,42 раза, при этом вид активной минеральной добавки на соотношение R_f/R влияет незначительно.

Установлено, что полидисперсное армирование базальтовыми и полипропиленовыми волокнами повышает предел прочности при сжатии и изгибе до 1,3 раза относительно композитов только на базальтовых волокнах. Применение полидисперсного фибрового армирования базальтовыми и полипропиленовыми волокнами в сочетании с матрицей на основе многокомпонентного вяжущего «строительный гипс + портландцемент + добавки» в сочетании с вулканической пемзой в качестве как активной минеральной добавки, так и заполнителя в составе комбинированного заполнителя «вулканическая пемза + вспученный вермикулит» обеспечивает получение эффективных огнезащитных композитов, предел огнестойкости которых в первую очередь определяется толщиной и коэффициентом теплопроводности огнезащитного слоя.

В таблице 5 представлены данные о составах и основных строительно-технических свойствах ФГЦВПМБ (ФГЦВПБ) смесей и композитов. В последней в качестве активной минеральной добавки использован вулканический пепел фракции 0-0,16 мм Заюковского месторождения Кабардино-Балкарии.

Таблица 5 – Составы и свойства ФГЦВПмБ и ФГЦВПБ композитов

№	Состав смеси, %							Свойства композита в возрасте 28 сут		
	Г ¹	В ¹	Пм ¹	П ¹	ПЦ ¹	БВ ²	СДО ¹	ρ, кг/м ³	R, МПа	R _f , МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	48,3	35,8	–	3,6	12,2	–	0,1	619	2,8	1,3
2	47,7	35,4	–	3,5	12,1	1,2	0,1	625	3,3	2,26
3	40,1	45,83	–	3,3	10,7	–	0,07	480	1,5	0,75
4	40,1	45,33	–	3,0	10,0	1,5	0,07	480	1,75	1,3
5	40,1	45,33	–	3,0	10,0	1,5	0,07	480	1,75	1,3
6	40,0	45,33	–	3,1	10,0	1,5	0,07	480	1,75	1,3
7	48,3	15,76	23,64	–	12,2	–	0,1	695	3,7	2,3
8	47,7	15,56	23,34	–	12,1	1,2	0,1	705	4,4	3,6
9	40,1	19,65	29,57	–	10,7	–	0,07	590	3,2	2,1
10	40,1	19,33	29,00	–	10,0	1,5	0,07	590	3,6	3,3
11	40,1	19,33	29,00	–	10,0	1,5	0,07	590	3,6	3,3
12	40,0	19,33	29,10	–	10,0	1,5	0,07	590	3,6	3,3

Примечания: 1 – % по массе; 2 – % по объему; Г – гипс строительный; В – вермикулит; П – пепел; ПЦ – портландцемент; БВ – базальтовые волокна; СДО – воздухововлекающая добавка; ρ – средняя плотность; R_f – при изгибе; R – при сжатии

Армоцементные конструкции имеют низкий предел огнестойкости, в связи с чем актуальной задачей является повышение огнезащитных свойств конструкций, например, посредством изготовления их с огнезащитным слоем. Исследования выполнены с использованием слоистых конструкций армоцемент 20 мм + огнезащитный слой 20 мм ФГЦПВБ либо ФГЦПмВБ композит. Формование армоцементного слоя реализовано по вибрационной технологии. Формование огнезащитного слоя реализовано с использованием литых ФГЦПВБ либо ФГЦПмВБ смесей. Выдерживание до испытаний осуществлялось в воздушно-сухих условиях.

Для проведения испытаний в условиях, моделирующих воздействие пожара, использованы двухслойные образцы 20+20 мм с размерами в плане 210×210 мм. Образцы устанавливались горизонтально на электрическую печь, обеспечивающую температурный режим «стандартного» пожара, регламентированному ГОСТ 30247.1–94. Влажности армоцементного и огнезащитного слоев к моменту испытаний составляли от 3 до 4 % и от 8 до 10 % соответственно. При испытаниях не зафиксировано разрушений двухслойных элементов.

На рисунке 3 представлена зависимость температуры на необогреваемой поверхности двухслойных армоцементных образцов от вида используемого в качестве огнезащитного слоя композита и его средней плотности, полученная экспериментально.

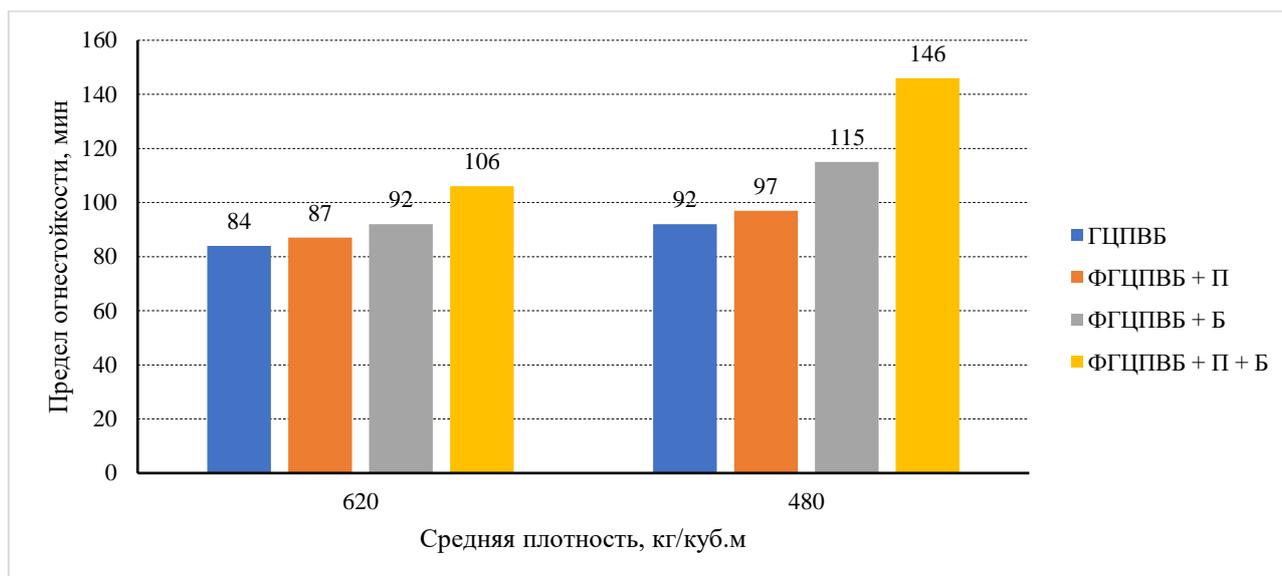


Рисунок 3 – Зависимость температуры на необогреваемой поверхности двухслойных армоцементных образцов от вида композита и его средней плотности (обозначения смотри таблицу 5)

1, 5, – ГЦПВБ композит; 2, 6 – ФГЦПВБ композит с полипропиленовыми волокнами; 3, 7 – ФГЦПВБ композит с базальтовыми волокнами; 4, 8 – ФГЦПВБ композит с базальтовыми и полипропиленовыми волокнами

Экспериментально-расчетным способом получены зависимости коэффициентов теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры разработанных ГЦПВБ и ФГЦПВБ, ГЦППМВБ и ФГЦППМВБ композитов (таблицы 6, 7).

Таблица 6 – Уравнения $\lambda (C) = f(t)$ ГЦПВБ и ФГЦПВБ композитов

№	Слой	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м·°К	C , Дж/кг·°К
	Несущий	2300	$\lambda_a(t) = 0,83 - 0,0004t$	$c_a(t) = 770 + 0,8t$
1	ГЦПВБ композит	620	$\lambda_o(t) = 0,102 + 0,00005t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
2	ФГЦПВБ + ПП композит	620	$\lambda_o(t) = 0,101 + 0,000045t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
3	ФГЦПВБ + Б композит	620	$\lambda_o(t) = 0,103 + 0,00004t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
4	ФГЦПВБ + ПП + Б композит	620	$\lambda_o(t) = 0,102 + 0,00003t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
5	ГЦПВБ композит	480	$\lambda_o(t) = 0,087 + 0,00006t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
6	ФГЦПВБ + ПП композит	480	$\lambda_o(t) = 0,087 + 0,00006t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
7	ФГЦПВБ + Б композит	480	$\lambda_o(t) = 0,088 + 0,00005t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
8	ФГЦПВБ + ПП + Б композит	480	$\lambda_o(t) = 0,088 + 0,00003t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$

Таблица 7 – Уравнения $\lambda(C) = f(t)$ ГЦППМВБ и ФГЦППМВБ композитов

№ п/п	Слой	ρ , кг/м ³	λ , Вт/м·°К	C , Дж/кг·°К
	несущий	2300	$\lambda_a(t) = 0,83 - 0,0004t$	$c_a(t) = 770 + 0,8t$
1	ГЦПМВБ композит	700	$\lambda_o(t) = 0,115 + 0,00006t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
2	ФГЦПМВБ + Б композит	700	$\lambda_o(t) = 0,115 + 0,00004t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
3	ГЦПМВБ композит	590	$\lambda_o(t) = 0,104 + 0,00005t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$
4	ФГЦПМВБ + Б композит	590	$\lambda_o(t) = 0,105 + 0,00002t$	$c_o(t) = 748 + 0,63t$

Примечания: ρ – средняя плотность; λ – коэффициент теплопроводности; C – коэффициент теплоемкости; ПП – полипропиленовые волокна; Б – базальтовые волокна

На рисунке 4 представлены обобщенные результаты оценки предела огнестойкости слоистых конструкций.

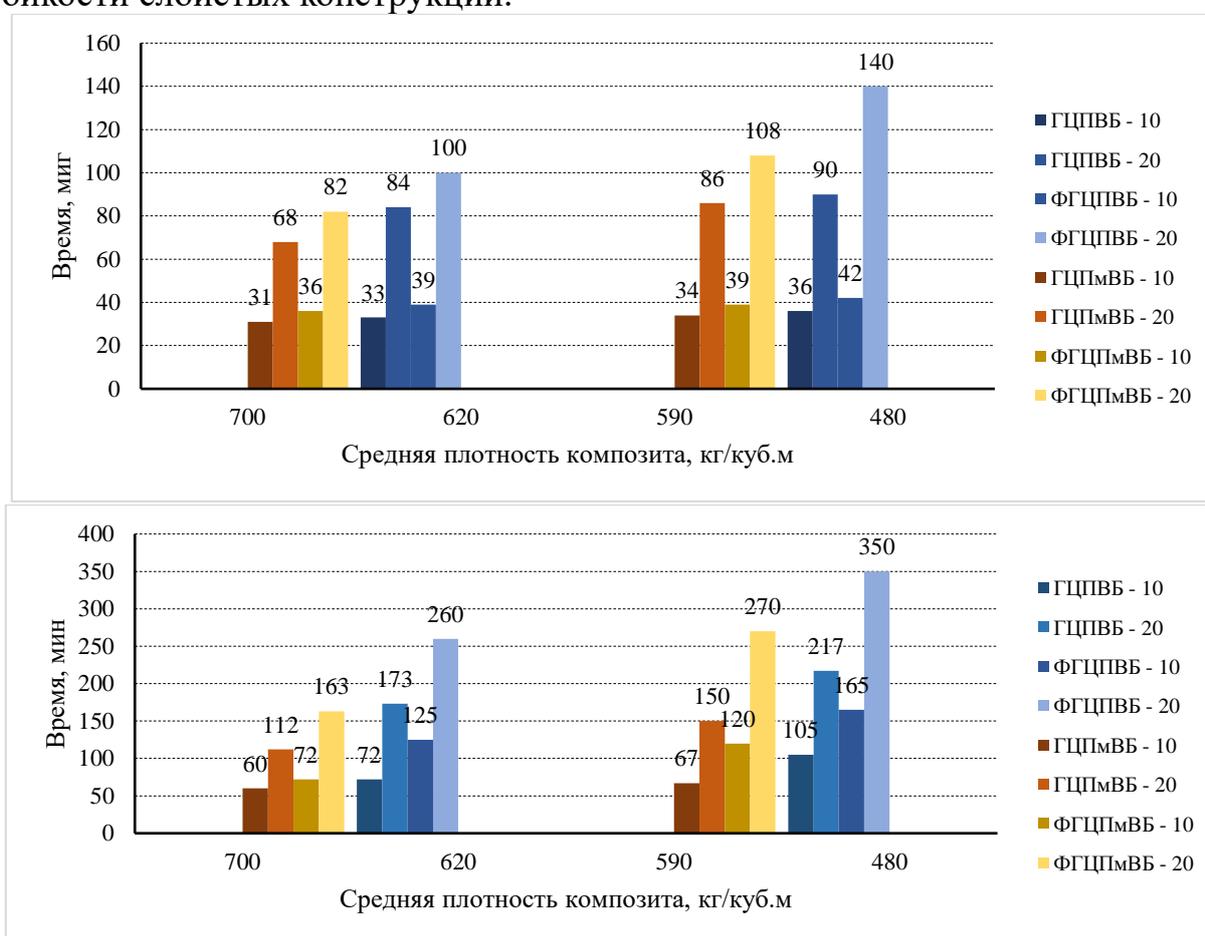


Рисунок 4 – Предел огнестойкости слоистых конструкций по критериям теплопроводности (вверху) и несущей способности (внизу) ГЦПВБ, ФГЦПВБ – гипсоцементнопепловермикулитобетонные и фиброгипсоцементнопепловермикулитобетонные композиты; ГЦПМВБ, ФГЦПМВБ – гипсоцементнопемзовермикулитобетонные и фиброгипсоцементнопемзовермикулитобетонные композиты; 10, 20 – толщина огнезащитного слоя, мм

Установлено, что предел огнестойкости $[\tau]$ исследованных двухслойных элементов с огнезащитным слоем из различных композитов нелинейно зависит от толщины огнезащитного слоя h :

$$[\tau] = 20 + ah + bh^2, \quad (5)$$

Параметры уравнения ф. (5) представлены в таблице 6. Показатель достоверности аппроксимации во всех случаях $R^2 = 1$.

Таблица 6 – Параметры уравнения ф. (5)

Критерий огнестойкости	Параметры уравнения ф. (3)							
	ГЦПВБ				ФГЦПВБ			
	$\rho = 620$		$\rho = 480$		$\rho = 620$		$\rho = 480$	
	a	b	a	b	a	b	a	b
Предел прочности	3,75	0,195	7,15	0,135	9,0	0,15	12,5	0,2
Теплопроводность	- 0,6	0,19	- 0,3	0,19	- 0,2	0,21	- 1,6	0,38

Обосновано, что для приготовления фиброгипсоцементновермикулитопеплобетонной и фиброгипсоцементновермикулитопемзобетонной смеси целесообразно использовать турбулентный смеситель. Для литых смесей рекомендуется после подачи воды с добавкой СДО в смеситель вначале загружать предварительно перемешанную всухую смесь гипса, портландцемента, пепла (пемзы) и базальтового волокна, предварительно готовить смесь, а затем после добавления вспученного вермикулита повторно перемешать. Сделан вывод, что формование изделий из теплоогнезащитных ФГЦПВБ и ФГЦПмВБ композитов целесообразно осуществлять по литьевой технологии, а метод вибропрессования рекомендуется для изготовления изделий, к которым предъявляются повышенные требования к прочности.

В пятой главе представлены результаты исследований свойств теплоогнезащитных штукатурных растворов на основе вулканического пепла и пемзы. Установлено, что добавка Д-5 вызывает сокращение сроков схватывания штукатурных растворов смесей до 30 %, обеспечивает повышение предела прочности при сжатии в зависимости от вида вяжущего, соотношения вяжущее/заполнитель и возраста раствора от 9 % до 60 %, при этом в меньшей степени эффект проявляется в составах без ПЦ и в возрасте 2 ч. Добавка Д-5 практически не влияют на зависимость $R_f = f(R)$ штукатурных растворов.

В зависимости от вида заполнителя и соотношения «многокомпонентное вяжущее/заполнитель» дисперсное армирование штукатурных растворов обеспечивает рост предела прочности при изгибе:

- базальтовыми волокнами через 2 ч в 1,57 – 1,61 раза, через 28 сут в 1,65 – 1,69 раза;
- полипропиленовыми волокнами через 2 ч в 1,04 – 1,11 раза, через 28 сут в 1,07 – 1,12 раза;
- базальтовыми и полипропиленовыми волокнами через 2 ч в 2,05 – 2,16 раза, через 28 сут в 2,06 – 2,13 раза.

В зависимости от вида заполнителя и соотношения «многокомпонентное вяжущее/заполнитель» дисперсное армирование штукатурных растворов обеспечивает рост предела прочности при сжатии:

- базальтовыми волокнами через 2 ч в 1,09 – 1,15 раза, через 28 сут в 1,23 – 1,38 раза;
- полипропиленовыми волокнами через 2 ч в 1,02 – 1,13 раза, через 28 сут в 1,02 – 1,1 раза;
- базальтовыми и полипропиленовыми волокнами через 2 ч в 1,45 – 2,17 раза, через 28 сут в 1,36 – 2,19 раза.

В зависимости от вида заполнителя и соотношения «многокомпонентное вяжущее/заполнитель» при равной прочности при сжатии дисперсное армирование штукатурных растворов обеспечивает рост предела прочности при изгибе:

- в 1,02 – 1,09 раза при армировании полипропиленовой фиброй;
- в 1,44 – 1,27 раза при армировании базальтовыми волокнами;
- в 1,53 – 1,47 раза при полидисперсном армировании.

Показано, что разработанные огнезащитные штукатурные растворы с вулканическим пеплом и пемзой соответствуют требованиям ГОСТ 28013–98 и могут производиться по технологии сухих строительных смесей. Фиброгипсоцементновермикулитовые огнезащитные растворы с применением вулканического пепла либо пемзы фракции 0–0,315 мм взамен части вспученного вермикулита фракции 0–0,315 мм дешевле эталонных огнезащитных растворов на 64 руб. 10 коп и 65 руб соответственно на 1 м² стоимости материалов огнезащитной штукатурки толщиной 20 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итоги выполненного исследования

1. При рациональной дозировке портландцемента 20 % в составе гипсоцементного вяжущего обеспечивается повышение предела прочности при сжатии и изгибе более чем в 1,5 раза. В составе гипсопеплового вяжущего при введении 20 % портландцемента обеспечивается повышение предела прочности при сжатии от 1,17 раза при Г:П=1:1 до 1,37 раза при Г:П=1:2, при изгибе от 1,1 раза при Г:П=1:1 до 1,23 раза при Г:П=1:2. Коэффициент размягчения при этом от возрастает 0,45 до 0,7 раза при Г:П=1:1 и от 0,4 до 0,6 при Г:П=1:2.

2. Полидисперсное армирование базальтовыми ($l/d = 1444$; 1,3, мас. %) и полипропиленовыми (длиной 12 мм; 0,42, мас. %) волокнами позволило по сравнению с составами на базальтовых волокнах повысить прочность фиброгипсопеплоцементного композита на сжатие более чем в 1,37-1,38 раза, на изгиб в 1,33-1,35 раза в возрасте 2 часов и 28 суток.

3. Пофракционное введение пепла при приготовлении смеси обеспечивает рост предела прочности. При переходе от литевой технологии к вибрационной рост прочности при сжатии составляет до 53 %, при уплотнении с пригрузом до 93 %. При изгибе соответственно предел прочности возрастает до 49 % и 87 %.

Дисперсное и полидисперсное армирование обеспечивает повышение соотношения прочностей изгиб/сжатие примерно в 1,5 раза независимо от способа формирования.

4. Дозировка СДО до 0,2 % не оказывает негативного влияния на предел прочности при сжатии гипсоцементновермикулитобетонных композитов в возрасте 28 сут. При дозировке СДО 0,3 % снижение предела прочности при сжатии не превышает 7 %. При равной прочности при сжатии рост предела прочности при изгибе составляет до 1,09 раза при армировании полипропиленовой фиброй, до 1,44 раза при армировании базальтовыми волокнами, до 1,53 раза при полидисперсном армировании. Добавка СДО обеспечивает повышение объема вовлеченного воздуха от 2,3 до 3,1 % на 0,1 % СДО при дозировке СДО до 0,2 % и от 0,8 до 1 % при дозировке СДО 0,3 %. Соотношение гипс/вермикулит мало влияет на величину воздухоовлечения.

5. Уровень 0,9 от максимальной прочности обеспечивается при отношении длины базальтового волокна к диаметру от 1100 до 1800. В зависимости от состава гипсоцементновермикулитопеплобетонной матрицы при армировании высокомодульными волокнами повышение предела прочности при сжатии может составлять до 1,16 раза, при изгибе до 1,73 раза, при армировании полипропиленовыми волокнами при сжатии до 1,07 раза, при изгибе до 1,13 раза, при полидисперсном армировании при сжатии до 1,4 раза, при изгибе до 2,3 раза, Замена в дисперсно-армированных составах пепла пемзой приводит к повышению прочности при сжатии в 1,15-1,73 раза, отношение прочностей изгиб/сжатие возрастает до 1,42 раза.

6. Предел огнестойкости разработанных композитов в зависимости от состава, средней плотности от 480 до 700 кг/м³ и толщины слоя от 10 до 20 мм по критерию теплопроводности составил от 31 до 140 мин, по критерию несущей способности от 60 до 350 мин. Получены зависимости коэффициентов теплопроводности и удельной теплоемкости от температуры разработанных фиброгипсоцементновермикулитопеплобетонных и фиброгипсоцементновермикулитопемзобетонных композитов.

7. Для приготовления фиброгипсоцементновермикулитопеплобетонной и фиброгипсоцементновермикулитопемзобетонной смеси целесообразно использовать турбулентный смеситель. Для литых смесей рекомендуется после подачи воды с добавкой СДО в смеситель вначале загружать предварительно перемешанную всухую смесь гипса, портландцемента, пепла (пемзы) и базальтового волокна, предварительно готовить смесь, а затем после добавления вспученного вермикулита повторно перемешать.

8. Разработанные фиброгипсоцементновермикулитовые огнезащитные штукатурные растворы с вулканическим пеплом или пемзой соответствуют требованиям ГОСТ 28013–98 и могут производиться по технологии сухих строительных смесей. Добавка Д-5 практически не влияет на зависимость $R_f = f(R)$ штукатурных растворов. Замена части вспученного вермикулита фракции 0–0,315 мм на пепел либо пемзу таких же фракций обеспечивает снижение себестоимости материалов на 1 м² огнезащитного слоя толщиной 20 мм в ценах 2026 г.

относительно эталонных огнезащитных составов на вспученном вермикулите 64 руб. 10 коп и 65 руб.

Перспективы дальнейших исследований. Целесообразно исследовать эффективность применения других химических добавок в составе огнезащитных композитов.

Список работ, опубликованных автором по теме диссертации:

Статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ

1. Хежев Т.А. Свойства огнезащитного вермикулитобетонного композита и мелкозернистого бетона для двухслойных армоцементных конструкций / Хежев Т.А., Хаджишалапов Г.Н., **Шогенова Ф.М.**, Артабаев А.Х., Машукова М.Х. // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала, ДГТУ – 2022 – том 49 (№ 2) – С. 165-176.

2. Хежев Т.А. Строительно-технические свойства вермикулитобетона и фибровермикулитобетона с вулканической пемзой при воздействии повышенных температур / Хежев Т.А., Хаджишалапов Г.Н., Журтов А.В., **Шогенова Ф.М.**, Калажоков А.В. // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала, ДГТУ – 2023 – том 50 (№ 1) – С. 215-228.

3. Хежев Т.А. Фиброгипсоцементовермикулитобетонные теплоогнезащитные композиты с вулканическим пеплом / Хежев Т.А., **Шогенова Ф.М.** // Инженерный вестник Дона, №4 (2025) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2025/9977.

4. Хежев Т.А. Фиброгипсопеплоцементобетонные композиты с полидисперсным армированием / Хежев Т.А., **Шогенова Ф.М.** // Инженерный вестник Дона, №3 (2025) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2025/9889.

5. Шогенова Ф.М. Огнезащитные гипсоцементовермикулитовые штукатурные растворные композиты с вулканической пемзой / **Шогенова Ф.М.**, Хежев Т.А., Журтов А.В., Кажаров А.Р. // Инженерный вестник Дона, №9 (2025) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2025/10344.

Статьи в журналах, индексируемых наукометрической базой Scopus и Web of Science:

6. Tolya Khezhev. Fiber-Hypsum-Cement-Vermiculite-Concrete Composites Using Volcanic Ash / Tolya Khezhev, **Fatima Shogenova**, Madina Bugova, Nikolay Kalambet, Inal Tanashev // Materials Science Forum. Vol. 1043, pp. 67-73, 2021.

Патенты на изобретения:

7. Хежев Т.А. Сырьевая смесь для изготовления фиброгипсоцементобетонного композита с полидисперсным армированием / Хежев Т.А., Хежев Х.А., **Шогенова Ф.М.** // Патент на изобретение RU 2841146 С1, 03.06.2025. Заявка № 2024138270 от 18.12.2024.

8. Хежев Т.А. Фиброгипсоцементовермикулитобетонная сырьевая смесь с полидисперсным армированием для изготовления огнезащитного покрытия / Хежев Т.А., Хежев Х.А., **Шогенова Ф.М.** // Патент на изобретение RU 2841947 С1, 18.06.2025. Заявка № 2024138271 от 18.12.2024.

9. Хежев Т.А. Фиброгипсовермикулитопемзобетонная сырьевая смесь для изготовления огнезащитного покрытия / Хежев Т.А., Хежев Х.А., **Шогенова Ф.М.** // Патент на изобретение RU 2848176 С1, 16.10.2025. Заявка № 2024138269 от 18.12.2024.

Публикации в других изданиях:

10. Шогенова Ф.М. Композиты на смешанных гипсовых вяжущих с применением вулканического пепла / **Шогенова Ф.М.**, Ансоков А.А., Настуев М.А. // Материалы международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2020». Нальчик, «Каб.-Балк. ун-т», Том III. – 2020. – С. 262–267.

11. Шогенова Ф.М. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканического пепла / **Шогенова Ф.М.**, Абдураимов П., Шогенцуков М.А. // Материалы международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2021». Нальчик, «Каб.-Балк. ун-т», Том IV. – 2021. – С. 236–240.

12. Шогенова Ф.М. Влияние пуццолановых добавок на основе вулканического пепла КБР на свойства цементного камня / **Шогенова Ф.М.**, Балаева К.Ж., Чомартова А.Б. // Материалы международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2022». Нальчик, «Каб.-Балк. ун-т», Том IV. – 2022. – С. 231–234.

13. Шогенова Ф.М. Влияние соотношения компонентов на свойства гипсоцементопуццолланового композита / **Шогенова Ф.М.**, Гетажеев А.А., Гадиев И.Х. // Материалы международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2022». Нальчик, «Каб.-Балк. ун-т», Том II. – 2022. – С. 312–316.

14. Шогенова Ф.М. Составы и свойства теплоогнезащитных фиброгипсоцементных штукатурных растворов на основе вулканического пепла / **Шогенова Ф.М.** // Материалы международной научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «ПЕРСПЕКТИВА – 2025». Нальчик, «Каб.-Балк. ун-т», Том II. – 2025. – С. 707–711.

15. Шогенова Ф. М. Влияние способа приготовления смеси на свойства фиброгипсоцементопеплобетонного композита / **Шогенова Ф.М.** // Вестник научных конференций. – 2025. – № 2-1(114). – С. 124-127.

Шогенова Фатима Мухамедовна

**ТЕПЛООГНЕЗАЩИТНЫЕ
ФИБРОГИПСОЦЕМЕНТНОВЕРМИКУЛИТОБЕТОННЫЕ
И РАСТВОРНЫЕ КОМПОЗИТЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА И ПЕМЗЫ**

Специальность 2.1.5 Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать хх.хх.2026 Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 1,0

Тираж 100 экз. заказ № ххх