

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СТРОИТЕЛЬСТВА, ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ
им. Н. ИСАНОВА**

**КЫРГЫЗСКО-РОССИЙСКИЙ СЛАВЯНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Б.Н. ЕЛЬЦИНА**

Диссертационный совет Д 05.14.495

На правах рукописи
УДК 691.12(575.3)(043.3)



Джумаев Джамшед Сатторович

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНО-ВЯЖУЩЕЙ
КОМПОЗИЦИИ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ
ТАДЖИКИСТАНА**

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Бишкек – 2016

Работа выполнена в лаборатории «Гидротехническое строительство» отдела «Инновационные технологии и научно-образовательные исследования» Института водных проблем, гидроэнергетики и экологии Академии наук Республики Таджикистан

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Ходжамуродов Сафар Кавракович

**Официальные
оппоненты:** доктор технических наук, профессор
Курдюмова Валентина Мифодьевна

кандидат технических наук, доцент
Чымыров Акылбек Уркалыйевич

Ведущая организация: Государственное унитарное предприятие
«Научно-исследовательский институт
строительства и архитектуры» Комитета
по архитектуре и строительству при
Правительстве Республики Таджикистан

Защита состоится «01» «октября» 2016 года в 12-00 часов на заседании диссертационного совета Д 05.14.495 при Кыргызском государственном университете строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина по адресу: 720020, г.Бишкек, ул. Малдыбаева 34б, факс: (996312) 543561.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках Кыргызского государственного университета строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова и Кыргызско-Российском Славянском университете им. Б.Н. Ельцина.

Автореферат разослан «___» августа 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
Д 05.14.495, к.т.н., доцент



Л.В. Ильченко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одной из важнейших задач строительного производства, на современном этапе, помимо наращивания объема производимых материалов, является повышение эффективности разрабатываемых материалов и увеличение их ассортимента. Одним из перспективных источников сырья является целлюлозосодержащие отходы органического происхождения, образующиеся после ежегодной уборки хлопка-сырца. Поиск наиболее эффективных источников сырья для производства энергосберегающих строительных материалов из местного сырья является актуальной проблемой современного строительного комплекса Таджикистана.

При производстве теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных строительных материалов для малоэтажного сельского строительства могут быть использованы отходы сельскохозяйственного производства, с применением как минеральных, так и органических вяжущих веществ.

Основной целью ранее проведенных другими авторами было решение задач получения энергосберегающих материалов. Немногочисленные исследования, были посвящены изучению только основных физико-технических свойств сельхозотходов, в т.ч. стеблей хлопчатника (гуза-паи), а также материалов и изделий изготовленных на основе этих отходов. Следует также отметить, недостаточный объем исследований по эксплуатационно-техническим свойствам и конструктивным особенностям изделий изготовленных на основе этих отходов, что имеет важное значение для прогнозирования долговечности материалов в условиях Таджикистана.

В работе на основе экспериментально-теоретических исследований рассмотрена целесообразность разработки и применения строительных материалов и изделий на основе растительно-вяжущей композиций (РВК) из стеблей хлопчатника и местного минерального сырья Республики Таджикистан.

Диссертационная работа направлена на реализацию основных задач по проблеме: «Концепция развития топливно-энергетического комплекса Республики Таджикистан на период 2003-2015 годы», утвержденной Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 3 августа 2002 года, №318, а также и «Стратегия Республики Таджикистан в области науки и технологий на 2011-2015 годы», утвержденной Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 3 марта 2011 года, №114.

Цель работы. Разработка состава и технологии изготовления энергосберегающих строительных материалов на основе РВК из стеблей хлопчатника, с учетом процессов их структурообразования.

Задачи исследования:

- исследование основных физико-технических свойств стеблей хлопчатника рыхлой структуры;
- проведение рентгенофазового анализа условий твердения РВК;

- выполнение экспериментальных исследований по изучению свойств материалов на основе РВК из гуза-паи;
- выявление основных механизмов процессов структурообразования энергосберегающих материалов на основе РВК из стеблей хлопчатника с модифицированными добавками;
- технико-экономическое обоснование применения энергосберегающих материалов на основе РВК из гуза-паи в качестве теплоизоляции наружных стен малоэтажных зданий.

Научная новизна:

- впервые предложены новый состав и технология энергосберегающих материалов на основе РВК из стеблей хлопчатника и местного вяжущего с модифицированными добавками и введением щелочного экстракта стеблей хлопчатника (ЩЭСХ);
- выявлен механизм структурообразования материалов на основе РВК из гуза-паи путем исследования процессов их гидратации;
- определены весовые закономерности процессов структурообразования строительных материалов на основе РВК из гуза-паи с учетом особенностей их строения;
- по результатам комплексной оценки экспериментально-теоретических исследований обоснована для условий Таджикистан целесообразность применения стеновых панелей с теплоизоляцией - материалов на основе РВК из гуза-паи вместо однослойных керамзитобетонных панелей.

Достоверность результатов работы обусловлена и подтверждена использованием современных методов физико-технических и физико-химических исследований и экспериментально-статистического моделирования, проведением необходимых объемов экспериментальных исследований, а также сопоставлением их с подобными результатами, полученными другими авторами.

Значение для науки и практики. Результаты работы являются новым этапом в развитии теории и совершенствования технологии производства и применения в строительстве энергосберегающих материалов на основе РВК.

Практическая ценность работы:

- разработаны состав и технология производства энергосберегающих материалов на основе РВК из гуза-паи, с учетом различных факторов производства;
- пополнен банк данных физико-технических свойств энергосберегающих материалов на основе РВК из гуза-паи с рекомендациями по их применению в строительстве;
- обоснована эффективность применения панелей с теплоизоляцией из арболитовых материалов на основе РВК из стеблей хлопчатника и минерального вяжущего.

Основные результаты диссертационной работы апробированы и внедрены в производство на предприятиях Комитета по архитектуре и строительству при Пра-

вительстве Республики Таджикистан (ООО «Самт-2» (ЖБК-2)), а также и в проектных организациях ТаджикНИИ проблем архитектуры и градостроительства.

Экономический эффект от применения энергосберегающих арболитовых материалов на 1 м² стены по сравнению с керамзитобетонными панелями составляет 3,61 у.е.

Научные положения и результаты, выносимые на защиту:

- результаты комплексных исследований физико-технических свойств гуза-пай и других растительных отходов в виде органически рыхлых и органически связанных материалов;
- особенности структурообразования энергосберегающих арболитовых материалов на основе РВК из гуза-пай и их оптимальные составы;
- результаты исследований по рентгенофазовому анализу процесса кристаллизации арболита в зависимости от срока его гидратации и твердения, как в воде, так и в присутствии водорастворимых веществ;
- технология производства конструкционно-теплоизоляционного энергосберегающего материала на основе РВК из гуза-пай для стеновых панелей;
- технико-экономическое обоснование использования наружных стеновых панелей с теплоизоляцией на основе РВК из стеблей хлопчатника для малоэтажного жилищного строительства в условиях Таджикистана.

Личный вклад соискателя. Непосредственное участие автора в научно-исследовательских и экспериментальных работах по данной проблеме позволило предложить промышленности работоспособную технологию получения нового энергосберегающего материала на основе РВК из местного растительного заполнителя и минерального вяжущего для применения в качестве теплоизоляции наружных стеновых панелей малоэтажных зданий в Республике Таджикистан. Результаты исследований внедрены в производство при личном участии автора.

Апробация работы.

Результаты диссертации, докладывались и обсуждались на: I-ой Международной научно-практической конференции (НПК) «Научно-технический прогресс и развитие инженерной мысли в XXI веке» (г.Худжанд, 2007г.); II Республиканской НПК «Из недр земли до горных вершин» (г.Чкаловск, 2008г.); Республиканской НПК «Строительное образование на современном этапе». (г.Душанбе, 2009 г.); Республиканской НПК «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» (г.Душанбе, 2009г.); 15-Internationale Baustofftagung (International Conference on Building Materials) (Weimar, 2009); Республиканской НПК «Прогрессивные методы производства» (г.Душанбе, 2009г.); Республиканской НПК «Горные, геологические и экологические аспекты развития горнорудной промышленности в XXI веке» (г.Душанбе, 2010г.); Республиканской НПК «Наука и строительное образование на современном этапе» (г.Душанбе, 2011г.); Республиканской НПК «Современные проблемы химии, химической технологии и металлургии» (г.Душанбе, 2011г.); Республиканской

НПК «Наука и энергетическое образование на современном этапе» (г.Курган-түбе, 2011, 2012гг.); Международной НПК «Инновации в области строительства и образования: становление, проблемы и перспективы» (г.Бишкек: КГУСТА, 2012г.); Международной НПК «Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов» (г.Йо(г.Бишкек: КГУСТА, 2014 г.); III Международной межвузовской НПК - Кон-курса научных докладов студентов и молодых ученых «Инновационные технологии и передовые решения» (г.Бишкек, 2015г.).

Публикации. Основные результаты исследований опубликованы в 15 научных статей, 4 из которых напечатаны в изданиях, рекомендованных ВАК Кыргызской Республики и 3 входящих в базу данных РИНЦ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка использованной литературы из 111 наименований и 2 приложений. Общий объем диссертационной работы состоит из 145 страниц текста. Основной текст диссертации изложен на 139 страницах, включая 12 рисунков и 35 таблицы.

шкар-Ола, 2013г.); Международной НПК «Современные тенденции в архитектуре, строительстве и образовании в Республике Таджикистан» (г.Душанбе, 2014г.); Международной НПК «Строительное образование и наука Кыргызстана: перспективы интеграции, инновации и партнерства»

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрены актуальность проблемы, научная новизна и практическая ценность полученных результатов. Сформулированы цель и задачи исследований.

В первой главе выполнен анализ опыта по состоянию вопроса получения строительных материалов из местного растительного сырья Таджикистана и рассмотрены: строительные материалы, используемые для наружных стен зданий в Республике Таджикистан; местные сырьевые минеральные ресурсы для производства композиционных строительных материалов; обзор состояния вопроса применения растительных отходов для получения материалов на основе РВК.

Определено, что основные приоритеты развития производства и применения строительных материалов во временных рамках меняются. Прослеживаются пути перехода от традиционных понятий совершенствования структуры и составов к модернизации и совершенствованию технологии их производства. При этом, повышенное внимание уделяется процессу структурообразования легких бетонов. Исследования И.Н. Ахвердова, Ю.М. Баженова, Г.А. Батырбаева, Г.И. Горчакова, В.Г. Батракова, А.В. Волженского, З.М. Ларионовой, П.С. Красовского, В.Г. Микульского, А.Н. Ребиндера, В.И. Соломатова, В.И. Соловьева, В.В. Стольниковой, В.М. Хрулева, И.К. Касымовой, В.М. Курдюмовой, А.А. Абдыкалыкова, А.С. Мавлянова, Б.Т. Ассакунова, М.Т. Касымовой, А. Шарифова,

З.В. Кобулиева, Д.Х. Саидова и многих других ученых-исследователей способствовали развитию данного направления.

Установлено, что Республика Таджикистан располагает значительными запасами минерального сырья и отходов сельхозпроизводства – растительного сырья, использование которых в производстве строительных арболитовых материалов и изделий на основе РВК позволяет расширить как сырьевую базу, так и ассортимент изделий для строительства.

Во второй главе приведены характеристики сырья и материалов с методами их исследований, статистическая достоверность полученных результатов, а также описано оборудование и приборы, используемые при исследовании.

К объектам исследования (рис. 1) отнесены:

1. Сырье: вяжущее вещество – минеральное сырье: цемент, гипс и лёссовид-ный суглинок; наполнитель органический: отходы переработки сельхозпроизводства; химические и минеральные добавки.

2. Материалы: органически связанные композиционные материалы на основе РВК; материалы из растительно-цементной композиции (РЦК); материалы из растительно-гипсовой композиции (РГК); материалы из растительно-комбинировано-вяжущей композиции (РКВК); бетоны с использованием добавки ЩЭСХ.

Объектом внедрения является конструкция стеновых панелей с теплоизоляцией на основе материалов из РВК.

Исследованиями доказано сходство стеблей хлопчатника с древесиной, как по химическому составу, так и по структурному строению. Это означает, что для определения основных характеристик гуза-паи рыхлой структуры можно воспользоваться общими характеристическими данными целлюлозосодержащих органических систем для материалов растительного происхождения, наиболее изученной из которых является древесина. Однако, гуза-пая имеет свои особенности и по строению и по химическому составу, которые определяют основные характеристики условия формирования структурообразования гуза-паи.

Сравнительные данные некоторых значений химико-минералогического состава избранных пород древесины и стеблей хлопчатника свидетельствуют, что основную часть клетчатки составляют целлюлоза и лигнин, которые не оказывают отрицательного влияния на процесс твердения цементных вяжущих. Пектины и гемицеллюлоза гидратируются в щелочной среде и могут переходить в водорастворимые сахара. В небольшом количестве - 0,1-0,5% от ее массы, содержатся в стеблях хлопчатника простейшие водорастворимые сахара. Малый размер молекул водорастворимого сахара дает возможность их вымывания под влиянием раствора «минерализатора», что в дальнейшем составляют «цементные яды» для цементного теста.

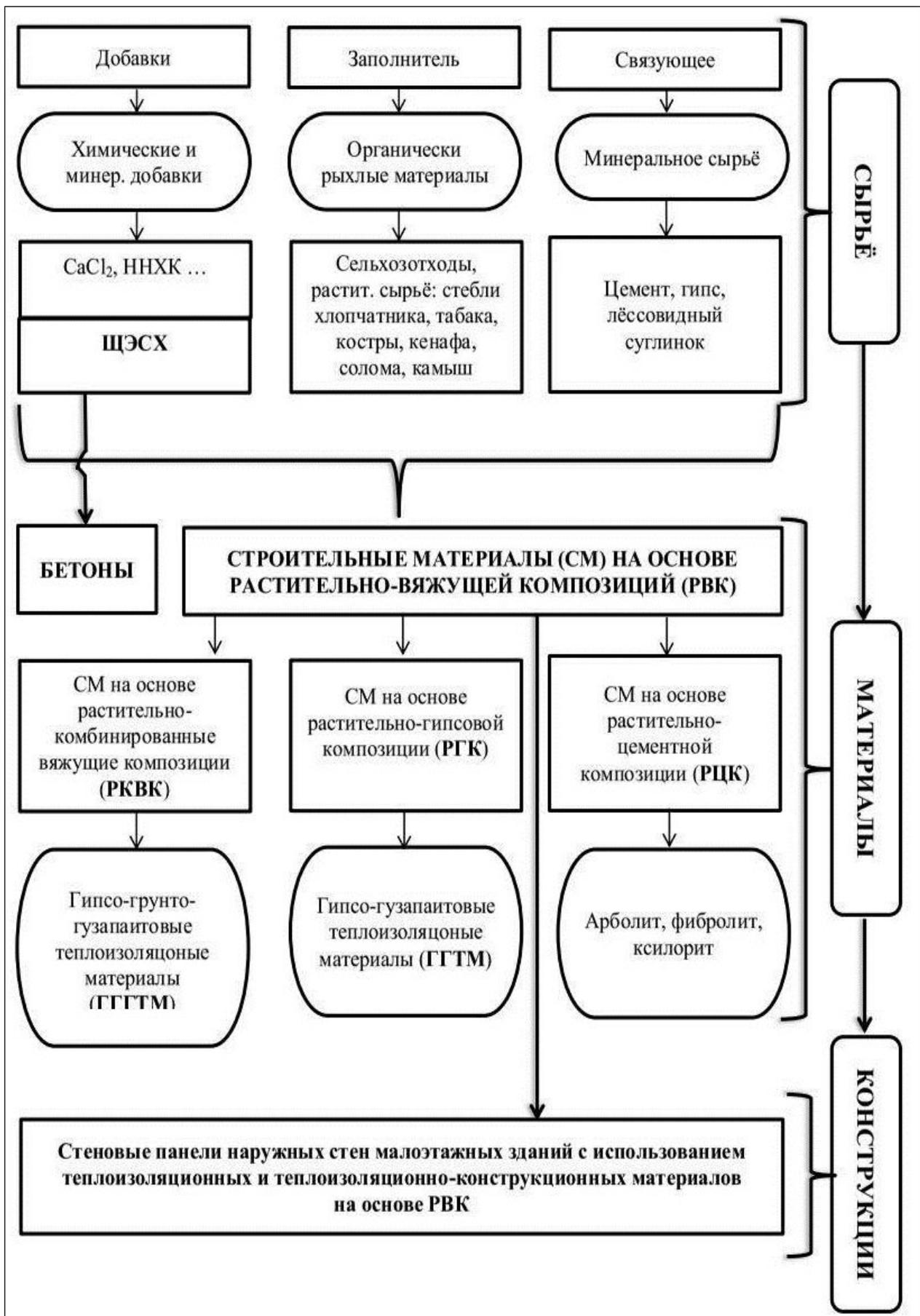


Рисунок 1 – Объекты исследования.

Для измельчения гуза-паи использована усовершенствованная кормодробилка ДКУ-2,0-1 «Украинка», выходные решета с мелкими отверстиями (4-8 мм) которой, были заменены на решета с большим диаметром отверстий (15-30 мм).

В исследованиях, в основном, использовали цемент марки М400 Душанбинского цемзавода. Результаты рентгенограммы данного цемента выявили следующие фазы: C_3S ($3CaO \cdot SiO_2$); C_2S ($2CaO \cdot SiO_2$); C_4AF ($4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot F_2O_3$). Также в исследуемом объекте выявлены линии этtringита слабой интенсивности ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot CaSO_4 \cdot x(32-34)H_2O$) ($d=3,474; 3,662; 5,608 \text{ \AA}$).

С целью модификации основных свойств цементсодержащих композиций и в развитие методики д.т.н., проф. Шарифова А. использована полученная добавка - щелочной экстракт стеблей хлопчатника (ЩЭСХ).

Результаты проведенного рентгеноструктурного анализа процесса гидратации C_3A , при ее твердении в течение 3 месяцев показывает, что при наличии водорастворимых веществ, на ряду негидратированного C_3A (4,30; 4,14; 3,03; 2,74; 2,23; 1,94; 1,58 \AA) и гидроалюмината состава C_3AH_6 ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3H_2O$) (4,52; 3,41; 3,20; 2,86; 2,50; 2,08; 1,77; 1,70 \AA) имеется гидроалюминат C_3AH_8 ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 4H_2O$) (3,62; 2,90; 2,60; 2,50; 2,10; 1,66 \AA) и вероятно C_3AH_n ($3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 0,5nH_2O$).

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям структурообразования и технологии изготовления материалов из РВК. Она содержит: планирование эксперимента; влияние заполнителей из растительных отходов на структурообразование арболитовых композиций; оптимизацию состава исследуемого РВК и подбор состава арболита; кинетику формирования прочности арболита в зависимости от свойств растительного компонента; особенности адгезии растительного заполнителя с цементным вяжущем при твердении арболита; технологический процесс изготовления строительных материалов из РВК на основе гуза-паи.

С целью установления зависимости теплопроводности от соотношения компонентов в составе ГГГТМ, проведено исследование теплопроводности гипсо-грунто-гузапаитового теплоизоляционного материала (ГГГТМ) с использованием математико-статистического метода планирования эксперимента.

В качестве независимых входных переменных показателей - варьируемых факторов состава исследуемого материала, приняты следующие величины:

- соотношение массы гипса к массе лёссовидного суглинка - Z_1 ;
- соотношение массы измельченной гуза-паи (дробленки) к суммарной массе гипса и грунта (лёссовидного суглинка) - Z_2 ;
- водо-вяжущее отношение - Z_3 .

Входным параметром является коэффициент теплопроводности ГГГТМ в сухом состоянии (λ_0) - Y .

Предварительными экспериментами установлены диапазоны варьирования входных параметров, оказывающие наиболее существенное влияние на теплопроводность ГГГТМ, что позволило определить их численные значения - ос-

новой уровень и шаг варьирования (табл. 1), где $G_{гр}$, $G_{гп}$, $G_{др}$ и B - масса грунта, гипса, дробленки в кг и объема воды в литрах и произвести расчет состава ГГГТМ с учетом интервалов изменения варьируемых факторов.

Таблица 1 - Диапазоны варьируемых факторов

№ пп.	Варьируемые Факторы	Основной уровень	Шаг варьирования	Нижний уровень	Верхний Уровень	Обозначение
1.	$(G_{гп}/G_{гр})$	1,08	0,78	0,30	1,86	Z_1
2.	$G_{др}/(G_{гп}+G_{гр})$	0,30	0,12	0,18	0,42	Z_2
3.	$B/(G_{гп}+G_{гр})$	0,60	0,10	0,50	0,70	Z_3

На основании проведенного эксперимента и расчетов, получено уравнение теплопроводности ГГГТМ следующего вида:

$$Y = \lambda_0 = 0,183 - 0,017X_1 - 0,004X_2 + 0,008X_3 + 0,006X_1^2 - 0,008X_3^2 + 0,012X_1X_2 + 0,006X_1X_3 \dots\dots\dots(1)$$

Для проверки пригодности полученного уточненного уравнения, определено расчетное значение коэффициента Фишера F_p . Полученное значение сравнивалось с F_T – для степеней свободы в зависимости от Критерия Стюдента: $F_p = 8,31 < F_T = 19,35$, что свидетельствует о пригодности уточненного уравнения теплопроводности материала ГГГТМ (1) для выражения искомой зависимости в намеченных пределах изменения основных факторов.

Далее поставляя в (1) натуральные значения факторов - $X_1 = (Z_1 - Z_1^0)/\Delta Z_1 = (Z_1 - 1,10)/0,8$; $X_2 = (Z_2 - Z_2^0)/\Delta Z_2 = (Z_2 - 0,32)/0,12$; $X_3 = (Z_3 - Z_3^0)/\Delta Z_3 = (Z_3 - 0,50)/0,10$ и проведя алгебраические преобразования, окончательно имеем регрессионное уравнение определения коэффициента теплопроводности ГГГТМ в сухом состоянии, в зависимости от расчетных соотношений его компонентов:

$$\lambda_0 = 0,081 - 0,126Z_1 - 0,462Z_2 + 0,960Z_3 + 0,009Z_1^2 - 0,798Z_3^2 + 0,124Z_1Z_2 + 0,076Z_1Z_3 \quad (2)$$

Достоверность результатов и значимость различий сопоставимых результатов проверена с помощью критерия Z по функции Лапласа. Достоверность опытных и вычисленных величин в виде результатов расчета подтверждается выполнением условия $Z_{набл} > Z_{кр}$.

Уравнение (2) решено численным методом, с помощью разработанной автором программы расчета. На рис. 2 приведен пример графического представления данного решения при $Z_3 = 0,50$. Используя представленные номограммы (рис. 3), можно спрогнозировать теплофизические свойства разработанного материала ГГГТМ в зависимости от соотношений его структурообразующих компонентов.

На основании проведенных исследований в табл. 2 предложено несколько расчетных составов разработанного материала ГГГТМ.

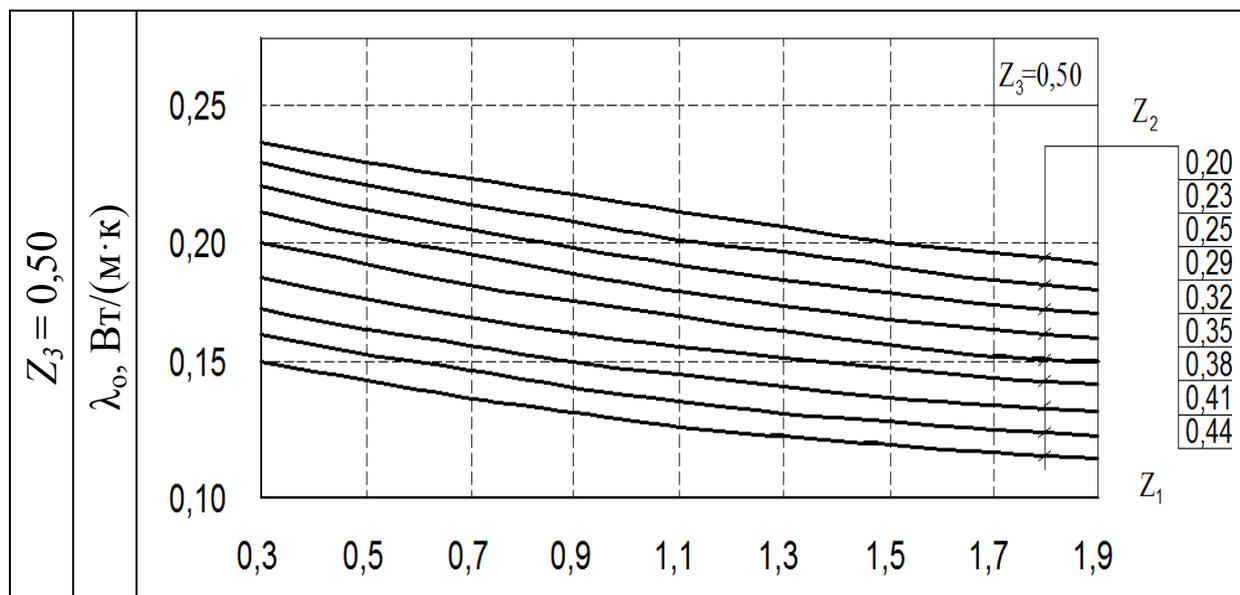


Рисунок 2 - График численного решения регрессионного уравнения теплопроводности ГГТМ.

Таблица 2 – Предлагаемые составы материала ГГТМ

Номера составов	Свойства материала в сухом состоянии		Компоненты расхода материалов на 1 м ³ смеси				
	Средняя плотность γ_0 , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·К)	Гипс строительный, кг	Лёссовидный суглинок, кг	Дробленка гуза-пай фракции до 30 мм, кг (м ³)	Вода, л	10%-й раствор CaCl ₂ , л
1.	430	0,122	173	91	116 (0,64)	132	10
2.	470	0,136	190	100	110 (0,61)	145	10
3.	500	0,153	145	161	116 (0,64)	153	10
4.	550	0,181	195	150	100 (0,56)	190	10
5.	600	0,212	159	226	100 (0,56)	212	10
6.	650	0,248	104	346	90 (0,50)	225	10

На основании проведенных исследований и используя формулу Б.Н. Кауфмана определено значение коэффициента теплопроводности ГГТМ λ_w , Вт/(м·°С) в зависимости от его средней плотности (γ_0), а также и равновесной влажности (W), применимой в пределах $(350 \pm 50) < \gamma_0 < (650 \pm 50)$ кг/м³, $W \leq 16\%$:

$$\lambda_w = 0,0285 \exp(0,00336 \gamma_0) + (0,00096 + 0,00001 \gamma_0) W \quad (3)$$

Расчеты показывают, что в указанных пределах плотности и влажности, коэффициент теплопроводности ГГТМ равен 0,08-0,42 Вт/(м °С).

Исследования кинетики формирования прочности арболита на основе гуза-паи в зависимости от размера частиц растительного заполнителя - гуза-пай показали, что увеличение размеров частиц заполнителя из гуза-пай обратно пропорционально повышению средней плотности и прочностным характеристикам арболита. С учетом полученных результатов в дальнейших исследованиях были использованы стебли хлопчатника фракций до 30 мм.

Данные табл. 3 позволяют подбирать расходы основных компонентов арболита – цемента, измельченной гуза-пай в сухом состоянии, химические добавки, в нашем случае - технический хлорид кальция CaCl_2 и воды.

Таблица 3 – Значения расходов компонентов в расчете на 1 м^3 арболитовой смеси из гуза-пай (на 1 м^3 арболита)

№ пп.	Арболит класса (марки)	Расход компонентов, кг на 1 м^3 арболита на основе гуза-пай			
		Заполнитель из гуза-пай	Цемент	Химические добавки	Вода
1.	B0,35 (M5)	197-203 (200)	257-263 (260)	7,7-8,3 (8)	397-403 (400)
2.	B0,75 (M10)	207-213 (210)	287-293 (290)	8,7-9,3 (9)	457-463 (460)
3.	B1 (M15)	217-223 (220)	317-323 (320)	9,7-10,3 (10)	477-483 (480)
4.	B2 (M25)	227-233 (230)	357-363 (360)	10,7-11,3 (11)	507-513 (510)

В четвертой главе приведены физико-технические свойства и технология изготовления арболитовых материалов с использованием гуза-пай. В ней рассмотрены: физико-технические свойства гуза-пай рыхлой структуры; физико-технические свойства материалов связанной структуры из РВК на основе гуза-пай; технологический процесс изготовления строительных материалов из растительно-вяжущей композиций на основе гуза-пай; влияние влажности на прочность арболита на основе гуза-пай; физико-технические свойства материалов на основе РВК при использовании добавок растительного происхождения; коррозионностойкость материалов на основе РВК.

Установлено, что арболитовые материалы на основе гуза-пай, в основном обладают хаотической волокнистой структурой и ограждающие конструкции на их основе имеют III степень долговечности и относятся к V группе по биостойкости. Арболит в виде теплоизоляционно-конструкционного материала имеет среднюю плотность более 400 кг/м^3 . Согласно нормативным требованиям и техническим условиям арболит относится к категории «трудно-сгораемые» и его морозостойкость более F25.

На рис. 3 приведен технологический процесс изготовления арболитовых материалов, изделий и конструкций. Согласно приведенной технологической схеме из склада хранения гуза-пай подаются ленточным транспортером 1 на измельчение в молотковую дробилку 2 и в последующем на рассев в наклонное вибросито 3. Измельченная гуза-пай из бункера с питателем 4 (приемником) вводится в ковшовую мешалку 5, куда подается вода из бака 6. Через 15 мин.

выдержки в воде гуза-пая поступает на транспортер с сетчатой лентой 7, через которую стекает вода. Измельченная гуза-пая на вымачивание подается в сетчатый контейнер - в ванну с водой, а в последующем транспортируется тельфером в бункер 9. При этом агрегатами 5, 7 и 8 можно пренебречь. После этого масса подается в бункер 9 с помощью элеватора 8, а также, в последующем, через дозатор 11 в смеситель 12.

Согласно приведенной технологической схемы цемент транспортером подается в расходный бункер 9 и далее через дозатор 11, из расходного бункера передается в смеситель 12. В смеситель 12, из баков, оборудованные дозаторами 11, вводятся добавки минерализатора в виде водных растворов, измельченной гуза-пая, ускорителя твердения цемента и вода при необходимости. Изготовленная арболитовая масса подается в укладчик 14 и в последующем в форму 16, которая установлена на рольганге 15. Далее рольганг 15 подает в пресс 17 форму 16, с фиксацией заданной толщины изделия путем его уплотнения. Далее производится транспортировка формы 16 на участок выдержки 18, а затем готовое изделие передается на пост распалубования 19. Завершающим этапом технологического цикла готового арболитового изделия является выдержка его до достижения необходимой (отпускной) прочности.

Проведены производственные испытания в опытно-экспериментальном цехе Орджоникидзеабадского (ныне Вахдатского) района Таджикистан, изготовленные по разработанному технологическому процессу стеновые панели размерами 3x1,5x0,2 м на измельченной гуза-паяе.

Значение физико-механических характеристик арболитовых материалов с использованием измельченной гуза-пая различной фракции и класса (марки) по прочности приведены в табл. 4.

На основе анализа испытания исследуемых образцов арболитовых материалов кубиками размеров 15x15x15 см, а также и призм размеров 15x15x60 см установлено, что значение отношения призмной прочности ($R_{пр}$) к кубиковой прочности (R) для арболитовых материалов с использованием измельченных гуза-пая и рисовой лузги составляют, соответственно 0,64 и 0,74. При этом значение начального модуля упругости испытуемых арболитовых материалов с использованием измельченной гуза-пая более чем в 2 раза превышает ее нормативное значение. Это значение для арболита с использованием рисовой лузги составляет 682 МПа. Арболитовые материалы на основе гуза-пая и рисовой лузги выдерживают более 35 циклов замораживания и оттаивания, что вполне удовлетворяет нормативным требованиям.

Прочность арболита определялось испытанием образцов с изменением влажности от 65% до 0% (сухое состояние). Для достоверности также испытывали образцы с другими составами компонентов (другой вид добавки и способа обработки растительного заполнителя). Установлено, что минимальную прочность $R_{сж(w)}$ имеют арболитовые материалы, насыщенные водой в течение 2-х суток, имеющие влажность в пределах 60-75%. Данное обстоятельство

объясняется тем, что влага приводит к размягчению испытуемых образцов. Выявлено также, что приведенное значение коэффициента размягчения для составов испытуемых образцов, без добавки, составляет 0,55, а для образцов арболита с 2,2% добавками CaCl_2 достигает 0,67.

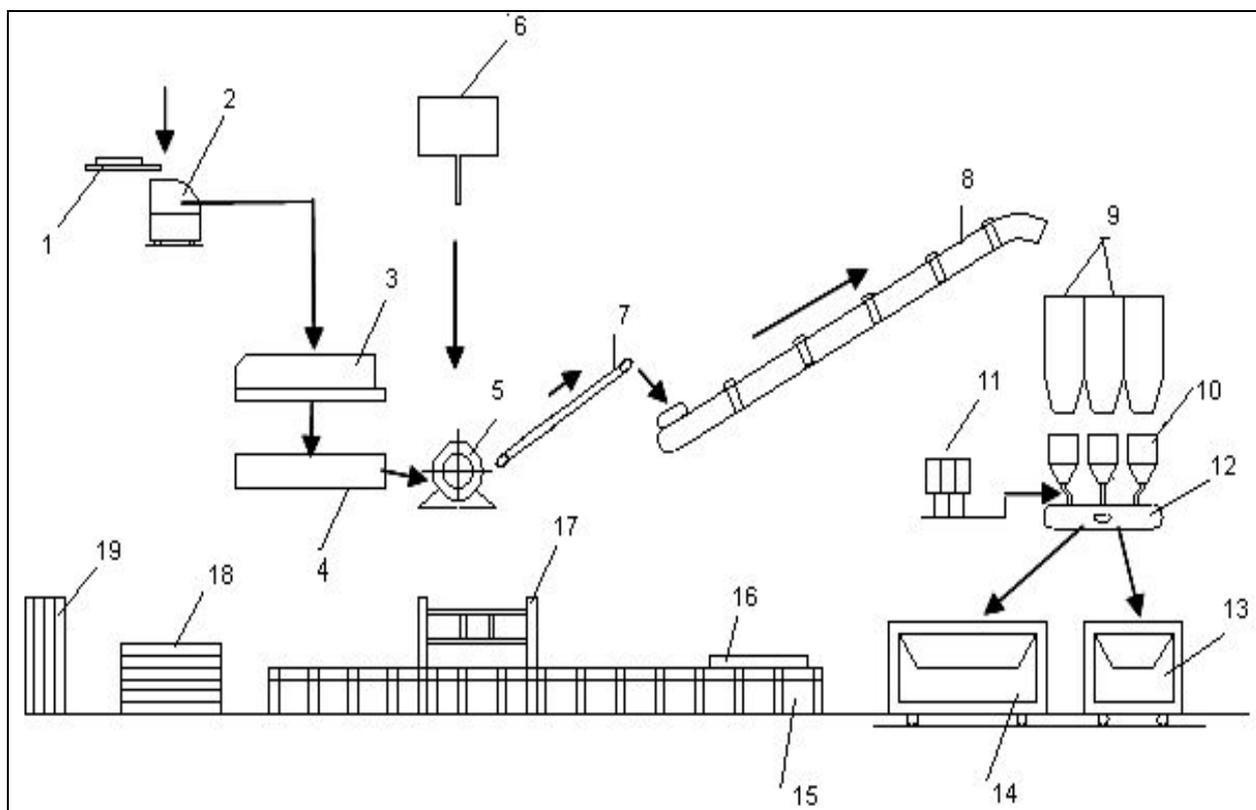


Рисунок 3 – Технологический процесс изготовления арболитовых изделий. 1 – транспортер ленточный; 2 – дробилка молотковая; 3 – вибросито; 4 – приемник; 5 – мешалка ковшовая; 6 – бак с водой; 7 – транспортер; 8 – элеватор; 9 – бункера расходные; 10 – дозаторы; 11 – бак с дозаторами для добавок; 12 – смеситель; 13 – укладчик фактурного слоя; 14 – укладчик арболитовой массы; 15 – рольганг; 16 – формы; 17 – пресс; 18 – участок выдержки готовой изделий; 19 – площадка распалубки и вырезания.

Таблица 4 - Физико-механические характеристики арболитовых материалов

№ пп.	Дробленые гузипай в мм	Физико-механические характеристики изделий из арболита				
		Предел прочности при сжатии, МПа	Марка по прочности	Объемная масса, кг/м^3	Теплопроводность, $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$	Мрз в циклах
1.	3,0-10,0	2,89	25	600	0,114	Более F35
2.	1,2-10,0	2,57	25	600	0,102	Более F35
3.	Более 10	1,25	10	600	0,096	Более F35

Определено, что экстремальные значения прочности образцов соответствуют влажности 15-20%. При этом, наибольшим значениям потери прочности абсолютно сухих арболитовых материалов $R_{сж(а.с)}$ по сравнению с образцами, имеющие экстремальную влажность - 16% обладают испытываемые образцы, у которых не были обработаны растительные заполнители с добавками $CaCl_2$. В этом случае потери прочности соответственно составили 33% и 24%.

Значения прочности арболитовых материалов на основе гуза-паи после сушки, с последующем увлажнении, приведенные в табл. 6 указывают, что при значении влажности $W=16\%$ (точка оптимальной влажности) наблюдается явление «гистерезиса прочности», имеющее значение $\Delta R=0,17$ МПа.

Таблица 5 - Прочность арболита из гуза-паи при сушке с последующем увлажнением

№ пп.	Влажность, %	Прочность при сжатии, МПа	
		При сушке	При последовательном увлажнении
1.	0	1,60	1,60
2.	5	1,90	1,75
3.	10	2,50	2,35
4.	15	2,60	2,55
5.	16	2,70	2,60
6.	20	2,58	2,40

Результаты проведенных исследований позволяют сделать заключение о том, что добавки ЩЭСХ, оказывая пластифицирующее влияние, воздействуют на реологические свойства цементсодержащих смесей, где использованы различные цементы Душанбинского цемзавода, приводящие к снижению нормальной плотности цементного теста (рис. 4): обычный среднеалюминатный цемент М400, без добавки; среднеалюминатный цемент М400, с добавкой 13-18% отходов металлургического шлака Таджикской Алюминиевой Компании (ТАЛКо); сульфатостойкий цемент М400 .

Использование ЩЭСХ помимо снижения нормальной плотности теста из вяжущего вещества (цемента), также приводит к ускорению скорости его схватывания. А применение ЩЭСХ в незначительных дозах приводит к резкому снижению срока схватывания. Портландцемент марки М400 без добавки, соответственно, с началом и концом схватывания 2 часа 40 мин. и 4 часа 50 мин. при использовании добавок ЩЭСХ от 0,01% до 0,07% твердеет в течение от 1 часа 15 мин до 2 часа 55 мин. Далее, при изменении дозировки добавки от 0,1% до 0,9% происходит процесс стабилизации, при которой начало и конец твердения, соответственно, составляют от 50 мин. до 1 часа 50 мин. Такая же картина наблюдается и в процессе схватывания с портландцементом с минеральной добавкой из шлака.

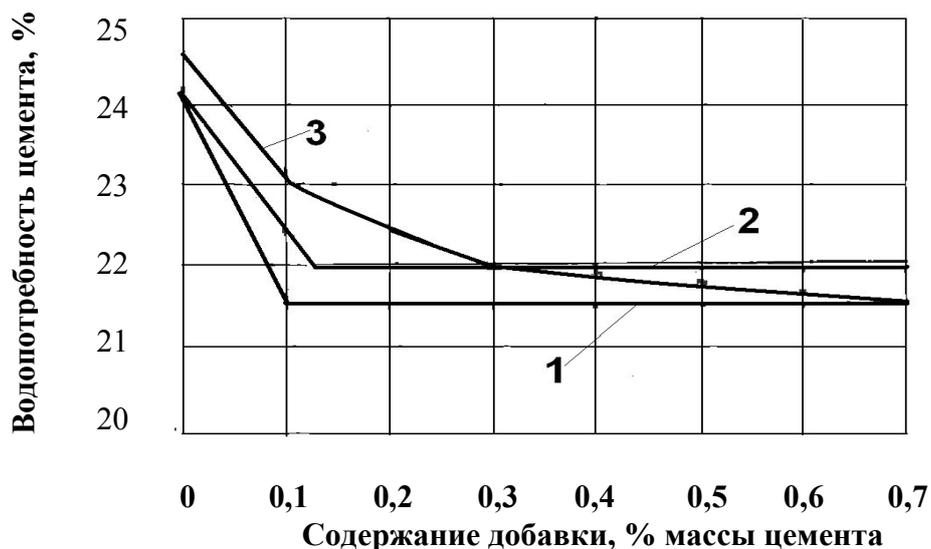


Рисунок 4 - Нормальная густота цементного камня, в зависимости от содержания ЩЭСХ при использовании обычного среднеалюминатного (1), среднеалюминатного с добавкой шлака (2), и сульфатостойкого (3) цементов.

В случае, когда в цементсодержащую систему добавляют ЩЭСХ в долевых значениях 0,2-0,6% от вяжущего (сульфатостойкого цемента), время твердения сохраняет некоторую стабилизацию при предельном значении начала и конца схватывания, соответственно, на 45-50 мин. и (1 часа 30 мин. - 2 часа 10 мин.). Следует отметить, что для этих же образцов без добавки ЩЭСХ, предельное значение время схватывания, соответственно, составляет с 2 часа 50 мин. до 4 часа 30 мин.

С целью оценки коррозионностойкости арболитовых материалов на основе РВК были выделены такие агрессивные среды, как дистиллированная вода и раствора 0,25 моль/л H_2SO_4 , которые по степени воздействия относятся к «сильноагрессивным». Влияние этих агрессивных сред на свойства коррозионностойкости цементного камня с определенным количеством и содержанием добавки ЩЭСХ определены путем хранения испытываемых образцов, изготовленные из бетонной смеси компонентного состава 1:1,51:2,57 при В/Ц=0,4 и количество цемента Ц = 475 кг/м³ в течение 6 месяцев.

На основе проведенных исследований выявлена эффективность использования ЩЭСХ в качестве добавки. Установлено, что при применении ЩЭСХ (в различных агрессивных условиях, такие как мягкие и минерализованные воды, растворы 3-6% $MgSO_4$, 0,25 и 0,5 моль/л H_2SO_4 , 0,1 моль/л HCl , 0,1 моль/л CH_3COOH) коррозионностойкость цементсодержащих композиций повышается. Прочность и коэффициент стойкости образцов в вышеприведенных агрессивных средах в зависимости от различных соотношений содержания добавки из ЩЭСХ в цементном вяжущем приведены на рис. 5.

Результаты исследования, приведенные на рис. 5, указывают на то, что при формировании прочности исследуемых материалов в агрессивных средах, создаваемые дистиллированной водой и раствором H_2SO_4 наблюдается возрастание их прочности в тех составах, где в качестве добавки были использованы ЩЭСХ. Безусловно, они имеют преимущество перед образцами без использования добавок. Установлено, что коэффициент стойкости бетона находится в прямой пропорциональности от увеличения расхода добавки в составе цемента.

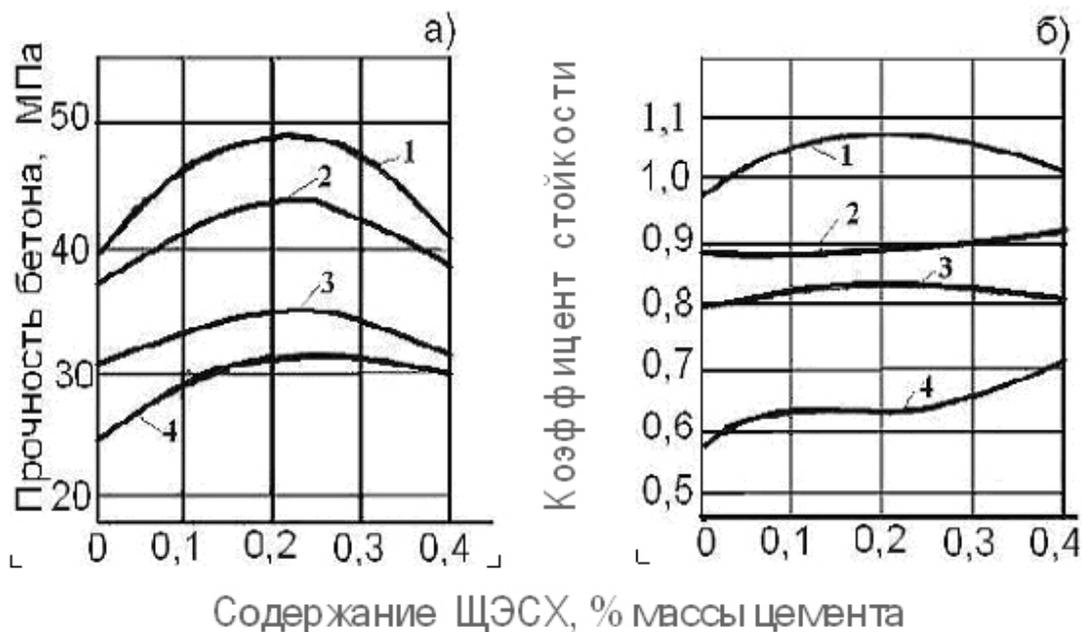


Рисунок 5 – Зависимости влияния добавки из ЩЭСХ на характеристик бетонной смеси на среднеалюминатном цементе: прочности (а) и коэффициент стойкости (б) образцов состава 1:1,51:2,57 при В/Ц = 0,4 и Ц = 475 кг/м³; условия твердения в дистиллированной воде - (1, 2) и растворе 0,25 моль/л H_2SO_4 (3, 4) в течение 1, 3 - 30 и 2, 4 - 180 сут.

В пятой главе приведены результаты технико-экономического эффекта исследований. Она содержит исходные данные расчета экономической эффективности и эффективность применения арболитовых энергосберегающих материалов из РВК.

В расчетах применен ресурсный метод. Экономический эффект от применения разработанных панелей наружных стен с теплоизоляцией на основе ГГТМ в малоэтажных жилых зданиях Таджикистана по сравнению с существующими однослойными керамзитобетонными панелями составляет 3,61 у.е. на 1 м² «глухой части» стенового ограждения, что зависит от применения доступных компонентов - недефицитного связующего материала и дешевого отхода хлопководства - гуза-пай.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Впервые разработана энергосберегающая технология производства экологически эффективных стеновых арболитовых материалов, изделий и конструкций для малоэтажного строительства на основе новых составов РВК из местных сельскохозяйственных отходов – гуза-паи и минеральных вяжущих Таджикистана с наилучшими физико-техническими и эксплуатационными свойствами.

2. Установлено, что процесс структурообразования арболитовых материалов на основе гуза-паи сопровождается упрочнением структуры - твердением вяжущего вещества с повышением его адгезии с растительным заполнителем, а также одновременно и деструкцией - объемными влажностными деформациями заполнителя растительного происхождения. Выявлено, что в условиях без предварительного замачивания и выдержки стеблей хлопчатника в течение 4-6 месяцев, прочность арболита повышается в 1,5-2 раза. Предварительное замачивание гуза-паи для локализации экстрактивных веществ в растворе с добавками повышает прочность арболита дополнительно на 8-15%.

3. Выявлено, что наличие в структуре РВК лубяного волокна гуза-паи (до 40%) во время прессования арболита приводит к более широкому обволакиванию связующим нитей - волокон, за счет чего увеличивается число контактных слоев, создается монолитная структура, в которой нити - волокна образуют решетку, воспринимающую значительную нагрузку. Это подтверждает достаточную прочность при эксплуатации и позволяет использовать данный материал при статических и динамических нагрузках.

4. С использованием экспериментально-статистического метода оптимизированы составы модифицированной РВК из обычного цемента марки М400 Душанбинского цементного завода (17-20%) и гуза-паи (32-43%), обеспечивающие получение арболита повышенной прочности - 36-38 МПа при низком коэффициенте теплопроводности - 0,08-0,15 Вт/(м °С)).

5. Выявлено, что сушка повышает прочность арболита до предела 15-20%, сопровождающееся уменьшением времени его затвердевания на 17-20%. Определено, что в процессе сушки арболита при влажности 15-18%, деструктивные процессы приводят к снижению его прочности. Особенно, в процессе сушки при оптимальной влажности 16%, в арболите из гуза-паи выявлена величина «гистерезиса прочности» равная 0,17 МПа.

6. На основании экспериментальных исследований влияния агрессивной среды (мягкие и минерализованные воды, растворы $MgSO_4$ (3-6%), H_2SO_4 (0,25 и 0,5 моль/л), HCl (0,1 моль/л) и CH_3COOH (0,1 моль/л) на физико-технические свойства цементсодержащих композиции выявлена эффективность применения щелочного экстракта стеблей хлопчатника (ЩЭСХ), как добавка для разработки коррозионноустойчивых арболитов, а также как добавка, приводящая к ускорению сроков схватывания РВК.

7. Разработана эффективная ресурсо- и энергосберегающая технология изготовления гипсо-грунто-гузапаитового теплоизоляционного материала (ГГТМ) с органоминеральными добавками для стеновых панелей, которые характеризуются прочностью $R_{сж}$ до 2,6 МПа, Ю плотностью $\rho = 430-650 \text{ кг/м}^3$, морозостойкостью $M_{рз} F=35$ и теплопроводностью $\lambda = 0,08-0,42 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; твердение материала происходит без тепловой обработки.

8. По результатам научных разработок в производственных условиях на предприятиях Таджикистана - ООО «Самт-2» («ЖБК-2»), Душанбинский цементный завод, НИИ «ТаджикНИИПАГ», Душанбинский завод строительных материалов выпущено свыше 10000 м³ энергосберегающего арболита на основе гуза-паи, цементных и гипсовых вяжущих с улучшенными характеристиками: $R_{сж}$ до 4 МПа, плотностью $\rho = 500-1000 \text{ кг/м}^3$, теплопроводностью $\lambda = 0,08-0,15 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Экономический эффект от выпуска 10000 м³ арболита составляет 90 тыс. у.е.

Основные результаты исследований опубликованы в следующих работах:

1. Джумаев, Д.С. Структурообразование строительных материалов на основе целлюлозосодержащих отходов [Текст] / Д.С. Джумаев // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2012. – № 6. – С. 33–37.

2. Джумаев, Д.С. Свойства строительных материалов на основе растительно-гипсовой композиции [Текст] / Д.С. Джумаев // Наука и новые технологии. – Бишкек, 2012. – № 6. – С. 45–48.

3. Джумаев, Д.С. Новые строительные материалы на основе растительно-вяжущей композиции из местного сырья Республики Таджикистан [Текст] / Д.С. Джумаев, С.К. Ходжамуродов // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2015. – № 1 (23). – С. 17–21.

4. Джумаев, Д.С. Сырьевые минеральные композиции Республики Таджикистан в составе материалов для наружных стен зданий [Текст] / С.К. Ходжамуродов, Д.С. Джумаев // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2015. – № 1 (23). – С. 28–32.

5. Sharifov, A. Gypsum-concrete mixtures with the wastage cotton components [Текст] / A. Sharifov, J.S. Jumaev // 17-Internationale Baustofftagung (International Conference on Building Materials) (23-26 September 2009, Weimar). – Weimar: Bundesrepublik Deutschland, 2009. – P.1.47, Band 1.

6. Джумаев, Д.С. Морозостойкость цементогрунта в зависимости от степени его водонасыщения и температуры замораживания [Электронный ресурс] / С.К. Ходжамуродов, Д.С. Джумаев, Ф.Х. Саидов // Наука, техника и образование. – Москва, 2015. – №12(18). – 8 с.

7. Джумаев, Д.С. Определение теплопроводности композиционного материала математико-статистическим методом планирования эксперимента [Электронный ресурс] / Д.С. Джумаев, С.К. Ходжамуродов, Ш.С. Тагойбеков // Наука, техника и образование. – Москва, 2015. – № 12 (18). – 13 с.

8. Джумаев, Д.С. Физико-химические аспекты использования минерального сырья и растительных отходов в производстве строительных материалов [Текст] / Д.С. Джумаев, У.К. Ходжамуродов, З.В. Кобулиев // Матер. I-ой межд. науч.-практ. конф. : Научно-технический прогресс и развитие инженерной мысли в XXI веке. – Худжанд, 2007. – С. 52–55.
9. Джумаев, Д.С. Прогнозирование теплопроводности строительных материалов различного строения [Текст] / З.В. Кобулиев, Д.С. Джумаев, С.К. Ходжамуродов // Матер. межд. науч.-практ. конф. : Строительное образование на современном этапе. – Душанбе, 2009. – С. 92–95.
10. Джумаев, Д.С. Наружные стены энергоэффективных зданий из композиционных строительных материалов [Текст] / Д.С. Джумаев, Ф.Х. Саидов, Ш.С. Тагойбеков // Сб. тр. межд. симп. : Архитектурная среда: Современность и перспективы. – Душанбе, 2012. – С. 59–62.
11. Джумаев, Д.С. Комплексные методы закрепления грунтов цементом с использованием высокого давления и температуры [Текст] / Д.С. Джумаев, Н.М. Хасанов, Ш.К. Обиджони // Матер. 8-ой межд. теплофиз. школы : Теплофизические исследования и измерения в энерго- и ресурсосбережении при контроле и управлении качеством процессов, продукции и услуг. – Душанбе–Тамбов, 2012. – С. 579–584.
12. Джумаев, Д.С. Структурообразование цементогрунтов в зависимости от влияния химических добавок и гранулометрического состава грунтов [Текст] / Д.Х. Саидов, С.К. Ходжамуродов, Д.С. Джумаев // Матер. межд. науч.-практ. конф. : Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов. – Йошкар-Ола, 2013. – С. 210–215.
13. Джумаев, Д.С. Кинетика изменения температуры тепловыделений строительных растворов при их затворении [Текст] / С.К. Ходжамуродов, Д.С. Джумаев, Н.Г. Сафарова, У.Н. Мирзохусейнов // Матер. междунар. науч.-практ. конф. : Современные тенденции в архитектуре, строительстве и образовании в Республики Таджикистан. – Душанбе, 2014. – С. 342–345.
14. Джумаев, Д.С. Новые композиционные материалы на основе растительных отходов и безобжиговых вяжущих из местного сырья Республики Таджикистан [Текст] / Д.С. Джумаев, С.К. Ходжамуродов // Научный и информационный журнал Материаловедение // Тр. III межд. межвуз. науч.-практ. конф. : Конкурс науч. докл. студ. и молод. ученых : Инновационные технологии и передовые решения. – Бишкек, 2015. – № 2/2015 (9). – С. 125–130.
15. Джумаев, Д.С. Сырьевые минеральные композиции Республики Таджикистан для разработки композиционных строительных материалов [Текст] / С.К. Ходжамуродов, Д.С. Джумаев // Научный и информационный журнал Материаловедение // Тр. III межд. межвуз. науч.-практ. конф. : Конкурс науч. докл. студ. и молод. ученых : Инновационные технологии и передовые решения. – Бишкек, 2015. – № 2/2015 (9). – С.190–194.

РЕЗЮМЕ

диссертации Джумаева Джамшеда Сатторовича на тему: «Энергосберегающие материалы на основе растительно-вяжущей композиции из местного сырья Таджикистана» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосбережение, минеральное сырьё, сельскохозяйственные отходы, стебли хлопчатника (гуза-паи), модифицированные добавки, растительно-вяжущая композиция (РВК), структурообразование.

Диссертация посвящена разработке составов и энергосберегающей технологии по получению арболитовых материалов на основе растительно-вяжущей композиции (РВК) из стеблей хлопчатника (гуза-паи) и местного минерального вяжущего сырья. Установлены основные закономерности процессов структурообразования новых арболитовых материалов на основе РВК в зависимости от структурно-механических факторов, особенностей строения и химического состава растительного сырья.

Впервые предложен новый состав и технологический регламент изготовления облегченных арболитовых материалов с улучшенными эксплуатационно-техническими свойствами. Определено, что прочность арболита повышается на 15-20% за счет уменьшения времени затвердения на 17-20%. Экономический эффект от получения и применения стеновых панелей с использованием облегченного энергосберегающего арболита на основе гуза-паи в малоэтажном домостроении вместо существующих однослойных керамзитобетонных панелей составляет 3,61 у.е. на 1 м² стенового ограждения. Это достигается за счет применения недефицитных связующих материалов и дешевых отходов хлопководства – гуза-паи.

Джумаев Джамшед Сатторовичтин 05.23.05 – Курулуш материалдары жана буюмдары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидатынын илимий даражасын алууга арналган «Таджикистанын жергиликтүү чийки заттары болгон өсүмдүк-чаптагыч композициясынын негизинде даярдалган энергия үнөмдөөчү материалдары» темасындагы диссертациясынын РЕЗЮМЕСИ

Негизги сөздөр: энергия үнөмдөө, ресурс үнөмдөө, минералдык чийки зат, айыл чарба калдыктары, пахтанын сабактары (гуза-пая), модификацияланган кошулмалар, өсүмдүк-чаптагыч композициясы (ӨЧК), структура түзүү

Диссертация пахтанын сабактарынын (гуза-паянын) жана жергиликтүү минералдык чаптагыч заттан даярдалган өсүмдүк-чаптагыч композициясынын негизинде арболит материалдарын түзүлүштөрү жана жасоонун энергия

үнөмдөөчү технологияларын иштеп чыгууга арналган. ӨЧК негизделген жаңы арболит материалдарынын структура түзүүсүнүн өсүмдүк чийки затынын химиялык структура-механикалык факторлорунан жана химиялык курамынын процесстери көз карандылыгынын негизги закон ченемдүүлүктөрү аныкталган. Жакшыртылган пайдалануу-техникалык касиеттерге ээ жеңилдетилген арболит материалдарын даярдоонун технологиялык регламенти биринчи жолу сунушталган. Катырууга кеткен убакытты 17-20% азайтуунун эсебинен арболиттин бекемдиги 15-20% жогорулаары аныкталган. Гуза-паянын негизинде даярдалган жеңилдетилген энергияны үнөмдөө арболитти колдонуп жасалган панелдерди чыгаруудан жана аларды аз кабаттуу турак жай-курулуштарда азыркы жалгызкат керамзит дубал панелдеринин ордуна пайдалануудан болгон экономикалык эффект дубал тосмонун 1 м² аянтына 3,61 ш.б. түзөт. Бул таңсык эмес чапташтыруучу материалдарды жана пахта өндүрүшүнүн арзан калдыктарын колдонуунун эсебинен жетишилет.

RESUME

of the dissertation by Jumaev Jamshed Sattorovich “Energy saving materials on the basis of plant astringent composition using local raw matters in Tajikistan” for obtaining the scientific degree of Candidate of Technical Sciences (PhD) in specialty 05.23.05 - Building materials and products

Keywords: energy saving, resource saving, mineral raw material, agricultural waste, cotton stems (guza-paya), modified additives, plant astringent composition (PAC), structure formation.

The research work is dedicated to development of compositions and energy saving technology for production of wood concrete materials on the basis of plant astringent composition from cotton stems (guza-paya) and local mineral raw matters. There were defined main patterns and features of structure formation of new wood concrete using PAC depending on structural and mechanical factors, structural features and chemical composition of raw plant material.

The new composition and technological order for production of light wood concrete materials with improved exploitation and technical parameters was proposed for the first time. It was revealed that hardness of wood concrete increased by 15-20% due to reducing of hardening time by 17-20%. The economical cost efficiency of production and use of wallboards from lightened energy saving wood concrete using guza-payi base instead of existing single layer keramzit slabs in low and few-storey buildings is 3,61 dollars per 1 m² of the wall structure. This can be achieved by using non-deficient binding materials and cheap cotton production wastes (guza-payi).

Джумаев Джамшед Сатторович

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНО-ВЯЖУЩЕЙ
КОМПОЗИЦИИ ИЗ МЕСТНОГО СЫРЬЯ ТАДЖИКИСТАНА**

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 18.08.2016.
Формат 60x84 1/16. Объем 1,25 п.л.
Бумага офсетная. Печать офсетная.
Тираж 150 экз. Заказ 203

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева 34, б,
Кыргызский государственный университет
строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова

