

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
ИНСТИТУТ ХИМИИ им.В.И.НИКИТИНА

На правах рукописи

САМАДОВА ГУЛИ МИРДЖОНОВНА

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛУЧЕНИЯ
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ИЗ ВСПУЧЕННОГО
ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА И ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

02.00.04 - физическая химия

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:

доктор химических наук
Усманов Р.

Научный консультант:

доктор технических наук,
профессор Назаров Х.М.

Душанбе - 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	5
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	6
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА (Обзор литературы).....	9
1.1. Дисперсно-гетерогенные отходы хлопкового производства, пути их рационального использования.....	9
<i>1.1.1. Проблемы использования стеблей хлопчатника для производства различных материалов для строительства</i>	10
<i>1.1.2. Теплоизоляционные системы на основе вспученного перлита и хлопковых дисперсно-гетерогенных отходов.....</i>	13
1.2. Современное состояние и перспективы использования вторичных ресурсов производства хлопкового масла.....	15
<i>1.2.1. Области применения гудрона растительных масел в асфальтобетонных дисперсных системах.....</i>	19
1.3. Современные методы переработки дисперсно-гетерогенных целлюлозных отходов.....	22
1.4. Заключение по литературному обзору.....	25
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ и МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ФИЗИКОХИМИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СВЯЗУЮЩИХ ИЗ ГУДРОНА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ	27
2.1. Выбор и получение исходных материалов.....	27
<i>2.1.1. Гудрон растительных масел.....</i>	27
<i>2.1.2. Битум.....</i>	29
<i>2.1.3. Получение азот- и сераорганических соединений из средней фракции нефти месторождений Кичикбель и Акбашадыр....</i>	30
<i>2.1.4. Каменноугольная смола газификации Фан-Ягнобского угля...</i>	31

2.1.5. Кубовый остаток моноэтаноламиновой очистки аммиака при производстве аммиака.....	32
2.1.6. Приготовление водного раствора ПАВ.....	33
2.1.7. Перлитовый песок.....	34
2.1.8. Глина.....	34
2.1.9. Отходы ваточесального производства.....	35
2.1.10. Органические связующие на основе хлопковых дисперсно-гетерогенных отходов.....	37
2.2. Методы исследования структуры исходных компонентов и композиционного вяжущего.....	39
2.2.1. Методики, примененные в исследованиях.....	39
2.2.2. Определение пенетрации.....	41
2.2.3. Определение температуры размягчения.....	41
2.2.4. Определение растяжимости.....	41
2.3. Физико-химические процессы получения композиционного связующего на основе гудрона растительного масла для производства теплоизоляционных систем.....	42
2.4. Кинетические параметры антиоксидантных свойств азот- и сераорганических соединений и смол газификации угля.....	51
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНО-ГЕТЕРОГЕННЫХ ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ИЗ ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА.....	56
3.1. Влияние композиционного связующего на основе гудрона растительных масел на свойства битумоперлитовых теплоизоляционных систем.....	56
3.2. Влияние моноэтаноламиновой соли гудрона растительного масла на свойства перлитокерамических теплоизоляционных систем.....	62

3.3. Изучение возможности изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха и связующего на его основе.....	69
3.3.1. <i>Описание технологической схемы изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха...</i>	72
3.4. Исследования возможности получения теплоизоляционных изделий на основе обсидиано-перлитовых пород.....	74
3.4.1. <i>Звукоизоляционные изделия на основе гипсоперлитовых комплексов.....</i>	74
3.4.2. <i>Исследования возможности получения термоперлитовых теплоизоляционных изделий на основе перлитового песка и в качестве связующего комбинированной связки едкого натра и жидкого стекла.....</i>	80
3.4.3. <i>Определение минералогического состава перлитового песка и термоперлита на основе щелочных связующих.....</i>	87
3.5. Исследования возможности получения состава для жаростойких теплоизоляционных изделий на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и алюмохромфосфатного связующего.....	90
3.6. Расчёт экономической эффективности получения теплоизоляционных систем из вспученного перлитового песка и отходов хлопкового производства.....	92
ВЫВОДЫ.....	100
Список сокращений	102
ЛИТЕРАТУРА.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	121

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В производстве теплоизоляционных систем (ТС) широко применяется хризотил-асбестовая полидисперсная система, которая играет, в них, роль арматуры. Потенциальные заменители асбеста (стекловолокно, базальтовое волокно, кристаллические нити) обладают значительно более высокой стоимостью, а также являются в той или иной степени канцерогенными. Связывающие полидисперсные системы, как синтетические, так и битумные, пенопласты и пенополиамиды являются не только дефицитными и малодоступными для широкого применения в народном хозяйстве, но и одними из основных источников загрязнения окружающей среды. Одна из главных причин этого – низкая биоразлагаемость. Альтернативой в этом случае могут служить нетоксичные материалы растительного происхождения и продукты их переработки, обладающие высокой биоразлагаемостью.

В Таджикистане одно из ведущих мест занимает производство хлопка. При переработке этого ценного природного сырья получают вторичные продукты (волокнистые дисперсные системы, ГРМ).

Кроме того, в Таджикистане разведана сырьевая база перлитов-обсидианов Ташкескенского месторождения, наличие промышленных запасов которого является предпосылкой организации производства вспученного перлита для различных отраслей народного хозяйства.

Для Таджикистана огромную роль играет экономия битумосвязующих дисперсных систем, завозимых в республику, за счет создания композиционного связующего из отходов масложировой промышленности – гудрона растительных масел (ГРМ) и смол газификации Фан-Ягнобского угля. Смолы газификации содержат до 20% высокомолекулярных фенольных, О-, N- и S-органических соединений, которые играют роль ингибитора окисления и коррозии.

Таким образом, рациональное использование минерального сырья и органических отходов производства и получение на их основе композиционного связующего, которое в дальнейшем может быть использовано в производстве ТС является актуальной задачей, имеющей крупное народнохозяйственное значение, как с точки зрения физической химии, экологии, так и экономии.

Целью работы является разработка физико-химических основ комплексного использования минеральных и органических дисперсных систем отходов для производства теплоизоляционных систем, изучение их физико-химических и эксплуатационных свойств.

В соответствии с поставленной целью были решены следующие **задачи:**

- изучены химические, физико-химические характеристики минеральных и органических дисперсных систем отходов и композиционных материалов, получаемых на их основе;
- исследованы физико-химические процессы получения ТС на основе отходов производства и вспученного перлита;
- испытаны эксплуатационные свойства полученных ТС.

Основные положения, выносимые на защиту:

- физико-химические процессы и способы получения теплоизоляционных масс на основе композиционного связующего и пористых минеральных материалов для производства ТС.
- результаты исследований физико-механических, структурных характеристик и эксплуатационные свойства полученных ТС.

Научная новизна работы. Показана возможность получения композиционных связующих (КС) на основе ГРМ, смол газификации Фан-Ягнобского угля, ПВА и карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), полученных из вторичных продуктов переработки хлопка-сырца

Выявлены основные закономерности их структурирования, факторы, влияющие на протекание физико-химических процессов в этих

системах, пути регулирования объёмно-механических свойств теплоизоляционных систем на основе вторичных ресурсов производства и продуктов их переработки.

Разработаны физико-химические аспекты получения композиционных связующих на основе ГРМ, битума и структурообразующих добавок из местного минерального сырья и определены перспективные области их применения.

Установлена возможность использования композиционных связующих на основе вторичных ресурсов производства и продуктов их переработки в производстве теплоизоляционных систем.

Практическая значимость работы. Результаты исследований являются научной базой по рациональному использованию вторичных ресурсов производства и обеспечивают расширение сырьевой базы для промышленности строительных материалов (СМ) и улучшают экологическую обстановку в регионе.

Использование КС, полученного на основе вторичных ресурсов для производства ТС, способствует улучшению их физико-механических свойств и экологической безопасности. Результаты работ отражены в актах испытания и внедрения для производства звуко- и теплоизоляционных материалов.

Публикации: По теме диссертации опубликовано 3 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК РФ, 12 тезисов докладов на международных и республиканских конференциях, получен патент на изобретение.

Апробация работы. Результаты работы обсуждены на: республиканской научной конференции «Химия: исследования, преподавание, технология» (Душанбе, 2010); республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии» (Душанбе, 2011); IV- республиканской научно - практической конференции «Из недр земли до горных вершин» (Чкаловск, 2011); республиканской конференции

«Координационная химия и ее значение в развитии народного хозяйства» (Душанбе, 2011); республиканской конференции «Перспективы инновационной технологии в развитии химической промышленности Таджикистана» (Душанбе, 2013); республиканской научно-практической конференции «Комплексная переработка местного сырья и промышленных отходов» (Душанбе, 2013); V-Международной научно-практической конференции «Проблемы горно-металлургической промышленности и энергетики республики Таджикистан» (Чкаловск, Таджикистан, 2014); Международной научно-практической конференции (Киев, Украина, 2014); Международной научно-технической конференции «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли» (Ташкент, Узбекистан, 2014); Международной научно-практической конференции «Вода для жизни» (Чкаловск, Таджикистан, 2015).

Личный вклад автора. Научные исследования проведены по инициативе автора. Участие автора состояло в постановке и задачах исследования, в постановке методики работы, обсуждении и обосновании полученных результатов.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, литературного обзора, экспериментальной и методической частей, обсуждения результатов, выводов, приложения и списка использованной литературы, включающего 186 наименований. Диссертация изложена на 125 страницах компьютерного набора, включая 17 рисунков и 37 таблиц.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

(Обзор литературы)

1.1. Дисперсно-гетерогенные отходы хлопкового производства, пути их рационального использования

Проблема утилизации отходов и возрастающий интерес к ней вызваны, в определенной степени, истощением различных не возобновляемых видов сырьевых ресурсов, а также возросшим спросом на получение продукции достаточно высокого качества из вторичных ресурсов, но с меньшими затратами на производство данной продукции.

В Республике Таджикистан отходы хлопкового производства являются доминирующими среди других различных видов сельскохозяйственных отходов.

К отходам и вторичным продуктам хлопкового производства, которые чаще всего могут использоваться, при производстве теплоизоляционных систем относятся:

- продукты переработки хлопка-сырца (хлопковые обрезы, стебли хлопчатника (гуза-пая), низкосортный линт, циклонный пух, делинт);
- продукты переработки хлопковых семян (шелуха, ГРМ, соапсток и сопутствующие вещества, которые удаляют при рафинации масел).

Ежегодно восполняемые отходы промышленности и сельского хозяйства могут служить источниками сырья для изготовления, пригодных для применения в сооружениях и ограждающих конструкциях различных строительных материалов.

Увеличение объемов применения отходов сельского хозяйства будет способствовать рациональному использованию и сохранению природных материалов, расширит список строительных материалов и изделий в

республике, а также обеспечит строительство дополнительным сырьем, что, в конечном итоге, позволит привести к значительной экономии капитальных вложений, топливно-энергетических ресурсов, транспортных средств, общественного труда, значительно снизит себестоимости выпускаемой продукции. Поэтому решение проблемы рационального использования для изготовления строительных материалов растительных отходов является актуально важным не только для промышленно развитых стран, но и для аграрных, имеющих в больших объемах сельскохозяйственные отходы.

1.1.1. Проблемы использования стеблей хлопчатника для производства различных материалов для строительства

В последнее время все больше возрастает интерес к использованию отходов сельского хозяйства для производства всевозможных строительных материалов, а также устройства полов и покрытий и таких конструкций, как панели для возведения стен и различные плиты. Это является одним из путей, как показывает зарубежная и отечественная практика строительства, которые улучшают их теплозащиту и обеспечивают уменьшение массы сооружений и зданий.

Широко применяемые традиционные древесноволокнистые и древесностружечные плиты (ДВП, ДСП), которые выпускают строительные предприятия в различной номенклатуре и больших объемах, являются распространенным видом строительных материалов на основе растительных отходов [1-3].

Известно многообразное и широкое применение костры кенафа – особенно в строительстве. Плиты, изготовленные с использованием костры кенафа, обладают высокими конструкционными, звуко- и теплоизоляционными свойствами [4-7].

Кыргызским университетом строительства, транспорта и архитектуры (КыргызУСТА) ведутся работы по использованию растительных отходов в

строительстве [8-11]. Разработаны строительные материалы, армированные обрезками шпона или стеблями хлопчатника, то есть отходами местного растительного сырья. В качестве водоотталкивающих веществ применяются специальные гидрофобные добавки, в качестве связующих – смолы КФ-МТ, КФ-Ж.

В странах Европы в области использования в строительстве отходов сельскохозяйственных культур и древесины отмечаются значительные успехи. Выпускаемый английской фирмой в виде достаточно прочных плит, легких и крупноразмерных (от 1,2x2,0 до 4x0,05 м) строительный материал «стратил», используется для устройства вспомогательных и технических сооружений: гаражей, складов, а также для строительства различных перегородок и полов.

После переработки хлопчатника и риса в странах с теплым климатом остаются растительные отходы в больших количествах. Разработаны технологии изготовления строительных плит из портландцемента с добавлением рисовой шелухи, из фенолформальдегидной смолы с хлопковой шелухой – применительно к местным особенностям развивающихся азиатских стран [3].

Проведенные в Научно-исследовательском, проектно-конструкторском и технологическом институте бетона и железобетона (НИИЖБ им.А.А.Гвоздева) исследования показали, что твердеющие без нагрева синтетические смолы с кислыми катализаторами могут служить в качестве связующего. В настоящее время данный материал назван полимерным арболитом [12].

В зарубежной практике и практике стран СНГ растительные отходы при производстве строительных материалов применяются не только для производства растворов, бетонов и строительных плит, но и линолеума, легкого заполнителя, кирпичей и др., то есть традиционных строительных материалов [3, 13].

В районах Центральной Азии, занимающихся хлопководством, каждый год образуются большие количества стеблей хлопчатника (гуза-паи), которые являются отходами и не находят своего применения. Иногда их используют в качестве топлива.

По химическому составу и своему строению стебли хлопчатника близки к древесине и их переработка возможна механическими и химическими способами. Из дробленых стеблей хлопчатника возможно получение арболита, из волокон – картон и ДВП, из специальным образом подготовленной массы – бумагу, пластику без применения связующих и др, из более мелких фракций – ДСП.

Строительные плиты на основе гуза-паи отличаются при равной прочности более низкой (на 13-15%) плотностью, меньшим износом режущего инструмента и невысоким расходом смолы.

На Фрунзенском (ныне Бишкекском) деревообрабатывающем заводе №3 из стеблей хлопчатника была изготовлена опытная партия ДСП для дверных полотен, встроенных шкафов, чистого пола и щитов опалубки. В указанных изделиях использование плит с использованием стеблей хлопчатника экономически выгодно, поскольку происходит снижение затрат (в том числе и трудовых) на их изготовление, уменьшается расход вспомогательных материалов и, как следствие, сокращаются накладные расходы [14].

В Институте органической химии АН Республики Кыргызстан совместно с Уральским лесотехническим институтом проведено технико-экономическое обоснование производства из стеблей хлопчатника различных пластиков и разработана новая технология производства плит ЛУДП [15].

Исследования по использованию стеблей хлопчатника для получения хлопкостеблебетона - местного строительного материала проведены в Азербайджанском научно-исследовательском институте стройматериалов и сооружений имени С.А.Дадашева [16].

В работе [14] авторами для изготовления теплоизоляционных плит предложено использование хлопковых отходов и жидкого стекла. Однако данные материалы не нашли широкого применения в строительстве, так как жидкое стекло является достаточно дорогим, а хлопковые отходы обладают большой набухаемостью и в них во время эксплуатации продолжаются химические процессы.

В целом, ряд работ [17-23] посвящен изучению различных свойств материалов растительного происхождения, содержащих целлюлозу. Вопросы использования стеблей хлопчатника в качестве добавок к строительным материалам рассмотрены также в работах [24-53].

1.1.2. Теплоизоляционные системы на основе вспученного перлита и хлопковых дисперсно-гетерогенных отходов

Теплоизоляционные материалы неорганического и органического происхождения характеризуются общими показателями – плотностью и коэффициентом теплопроводности. Чем ниже значения этих показателей, тем выше изоляционная способность материала.

В настоящее время основную массу производимых в мире теплоизоляционных материалов составляют пенопласты и материалы на основе минеральной ваты.

В США, Японии и европейских странах развивается производство вспученного перлита. В Чехии вспученный перлит входит в состав плит «Barexolit», «Sukotit», «Sioomin» и кровельных плиток «Kryzolit». На предприятии «Строительная изоляция» в Праге (Чехии) вырабатываются плиты «Lignon» из древесных волокон и цемента, которые в будущем предусмотрено заменить изделиями на основе пенополистирола с облицовкой из древесно-цементных плит [54].

Финское АО «Партек» производит в широком ассортименте теплоизоляционные и акустические материалы на основе минеральных и

стеклянных волокон: гранулированную вату, мягкие, жесткие и повышенной жесткости плиты, маты с различными обкладками, профилированные плиты с повышенными акустическими свойствами, различные звукопоглощающие плиты, звукопоглощающий материал со стеклорубероидным покрытием [55].

В последние годы в странах СНГ и за рубежом уделяется большое внимание утилизации отходов промышленного производства, широкому использованию всех видов вторичного сырья. В ВНИПИтеплопроекта разработаны огнеупорные составы и технология изготовления огнеупорных волокнистых плит ШВП-350-П с добавками отходов производства перлитокерамических изделий марки «Перлиталь», выпускаемых Апрелевским опытным заводом теплоизоляционных изделий.

Одним из важнейших направлений расширения сырьевой базы для производства кровельного картона является использование хлопковых отходов. Уже в течение ряда лет на некоторых предприятиях промышленности кровельного картона применяется хлопковый (циклонный) пух, улавливаемый в циклонах на хлопкозаводах. Лабораторные исследования и опыт использования хлопковых отходов на предприятиях кровельной промышленности показали, что хлопковый пух улучшает впитываемость и капиллярность кровельного картона. Введенный в определенных количествах (до 5-8%) в композицию кровельного картона, он может заменить собой часть тряпичных компонентов [56].

Хлопковый пух легко и быстро размалывается и, следовательно, требует значительно меньших энергетических затрат на размол, чем тряпичное сырье. Однако с увеличением содержания его в картоне снижается прочность последнего, как на разрыв, так и на изгиб.

Наиболее эффективно хлопковый пух используется на тех предприятиях, где имеются специальные технологические линии для предварительного измельчения (рыхления) кип хлопкового пуха и подачи измельченного сырья в роллы.

На Хабаровском КРЗ роспуск кип хлопковых отходов производится в вертикальном гидроразбивателе с увеличенным до 70 мм диаметром отверстий сита.

На Ленинградском заводе «Картонтоль» измельчение кип осуществляется в рыхлительной установке, смонтированной над роллами. Основными элементами ее являются вращающийся диск с зубьями и ленточный конвейер, прижимающий установленные на нем кипы к зубьям [57].

1.2. Современное состояние и перспективы использования вторичных ресурсов производства хлопкового масла

Рациональное и более полное использование вторичных ресурсов является в настоящее время одной из важных экономических задач. Поскольку не менее 90% сырья, извлекаемого из недр планеты, возобновляемого ежегодно, идет на загрязняющие биосферу отходы, данную задачу необходимо рассматривать, как составную часть глобальной проблемы охраны окружающей среды [58-61]. Часто полноценные полупродукты и продукты объявляют отходами. Это относится к пищевой и сельскохозяйственной промышленности, которые ежегодно перерабатывают миллионы тонн важнейшего возобновляемого сельскохозяйственного сырья, в том числе хлопчатника. Из семян хлопчатника получают хлопковую шелуху, белковый концентрат, растительное масло, а также важные технические продукты - жировую массу, жирные отдельные глины, госсипол, госсиполовую смолу (ГС), жирные кислоты, соапсток и другие вещества [58].

ГС – госсиполовая смола образуется при дистилляции жирных кислот хлопкового соапстока и является отходами масложиркомбинатов и маслоэкстракционных заводов, представляет собой массу темно-коричневого цвета со специфическим запахом, вязкотекучую.

Госсипол содержится в сыром хлопковом масле. Он легко вступает в реакции со щелочами при щелочной рафинации, в результате чего образуются нерастворимые госсиполы, выпадающие в соапсток. В составе соапстоков хлопкового масла могут присутствовать фосфатиды и осколки их молекул, неомыляемые вещества, белки и продукты их щелочного гидролиза, натриевые соли жирных кислот, глицериды, госсиполаты и различные производные госсипола. Структурная формула госсипола состоит из шести гидроксильных групп. Две гидроксильные группы расположены к карбонильным группам в ортоположении, обладают ярко выраженными кислотными свойствами, поэтому могут вступать в реакции с двух- и многовалентными металлами и образовывать госсиполаты. Известны госсиполаты свинца, серебра, марганца, кадмия, бария, цинка, магния, кальция, стронция. Данные соли госсипола в некоторых органических растворителях растворимы лишь частично. Госсипол имеет ряд специфических свойств, обусловленных наличием карбонильных групп, присущих кетонным и альдегидным группам.

Многочисленные превращения госсипола происходят при переработке хлопкового масла под действием различных факторов – воздействия давления трения, тепла, в присутствии влаги, кислорода, воздуха и др. факторов.

Установлено взаимодействие госсипола с находящимися в хлопковом масле соединениями, в частности, диеновыми радикалами жирных кислот глицеридов, фосфатитами, свободными аминокислотами, белковыми веществами, с образованием госсиполовой смолы.

Госсиполовая смола добавляется в минеральные порошки в качестве активирующей добавки с целью укрепления грунтов земляного полотна, экономии битума и улучшения его адгезии с каменным материалом.

Хлопковый соапсток – образуется на маслоэкстракционных заводах, как вторичный продукт переработки. Только по Курган-Тюбинскому

(Таджикистан) маслоэкстракционному заводу годовой выход хлопкового соапстока составляет почти три тысячи тонн.

Отходы переработки хлопчатника возобновляются ежегодно и могут являться сырьем для различных отраслей промышленности. Новым направлением в решении эколого-экономических задач является возможность использования некоторых вторичных продуктов переработки хлопчатника в производстве различных пластичных смазок.

Мыловарение - является традиционным направлением использования соапстоков светлых растительных масел. Авторами [59-60] отмечается, что использование в качестве смазочной добавки буровых растворов омыленных гудронов увеличивает долговечность подшипников породоразрушающих инструментов. Соапстоки в последнее время стали широко применяться для получения поверхностно-активных веществ, что считается перспективным направлением их применения. Водный раствор омыленного гудрона может покрывать плотной маслянистой пленкой поверхность металла, предохраняющей металл от взаимодействия с кислородом воздуха, обладает поверхностной активностью. Благодаря данному свойству водный раствор гудрона нашел свое применение в качестве ингибитора коррозии. В работе [61] на основе соапстоковых жиров разработана технология производства азелаиновой кислоты.

В мыловарении также применяются выделенные из соапстока дистиллированные жирные кислоты [62].

Известно также, что они при обогащении нерудных полезных ископаемых заменяют олеиновую кислоту [63].

На основе выделенных из соапстока дистиллированных жирных кислот получены стабилизаторы для галоидсодержащих полимеров, применяемые успешно в производстве прозрачной пленки для нужд сельского хозяйства, искусственных кож и др. [64].

Из омыленного гудрона возможно получение смазочно-охлаждающих жидкостей и технологических смазок, которые широко используются при

шлифовании и фрезеровании, точении и сверлении металлов, не вызывая коррозии станков и обрабатываемых изделий, применяют для горячей прокатки металлов [64-67].

Авторами работ [67-70] госсипол и некоторые его производные применяются, как весьма активные ингибиторы радикальных реакций окисления, полимеризации и др.

Госсиполовая смола (гудрон) – кубовый остаток дистилляции жирных кислот хлопкового соапстока, применяется в качестве модификатора эпоксидных смол [70], литейном производстве [71], для огнезащитных составов, антисептиков, мастики, шпаклевок, лаков [72]. Также ГС применяют для изготовления различных ионообменных смол, стабилизаторов комплексного действия. Госсиполовая смола применяется в качестве весьма активного ингибитора окисления различных органических веществ [73], поэтому пригодна для защиты резиновых изделий, нефтяных и пищевых продуктов. ГС широко используют для защиты древесины от домового грибка - в производстве антисептиков [74], в качестве добавки при изготовлении огнезащитных составов [75], включают в состав флотореагентов [76].

В качестве флотореагента используется продукт обработки ГС водным раствором едкого натра [77]. На защищаемую древесину наносится слой сульфированного продукта, затем для нейтрализации свободной серной кислоты обрабатывается известью.

Полученные на основе ГС лакокрасочные материалы, при добавлении в них толуола, ксилола или уайт-спирита, обладают лучшими физико-химическими показателями и сохнут быстрее [78].

В [79] проведены исследования по получению композиционного вяжущего вещества на основе госсиполовой смолы, учитывая сходство некоторых компонентов ГС с составом битума.

В дорожном строительстве введение жировой массы в виде добавок 1-1,2% значительно повышает устойчивость битумных эмульсий [65-66].

1.2.1. Области применения гудрона растительных масел в асфальтобетонных дисперсных системах

В настоящее время в дорожном строительстве гудрон растительных масел (ГРМ) применяют в качестве ПАВ (2-5%) при производстве асфальтобетонов - холодных и горячих [80-89].

При использовании ГРМ увеличивается сцепление вяжущих с влажной и сухой поверхностями каменных материалов, входящих в состав смесей, ускоряется процесс формирования покрытия, улучшается уплотняемость и удобоукладываемость смесей, сокращается время на перемешивание и снижается температура нагрева строительных смесей. Авторами [80, 90] выявлено, что использование ГРМ в качестве ПАВ улучшает сцепление минеральных частиц различной породы с битумом.

В работе [89] предложено ГС использовать для приготовления активированных минеральных порошков (МП), как эмульгатор для получения битумных эмульсий и для активации битума.

ГРМ применяют для активации МП в сочетании с битумами в соотношении 1:1 по весу, используя битум марок БНД 90/130, БНД 40/60, БНД 60/90. К массе исходного материала расход активирующей смеси составляет 2-2,5% [91].

ГРМ (от 3 до 5%) в качестве эмульгатора используют для изготовления медленно-, средне- и быстрораспадающихся эмульсий [92].

В СоюздорНИИ проведены исследования свойств маловязких битумов и нефти. Применение ГРМ в сочетании с оксидом кальция позволяет повысить вязкость нефти [93]. Оксид кальция берется по кислотному числу ГРМ с избытком в 1,3-1,5 раза, а расход ГРМ составляет 25% от массы нефти, при этом вязкость увеличивается в 8раз и более.

Количество оксида кальция рассчитывают по формуле:

$$OK = A \cdot M_1 / 2M_2,$$

где: ОК – количество оксида кальция, необходимое для нейтрализации 100 г ГРМ;

M_1 – молекулярный вес оксида кальция (56 г);

M_2 – молекулярный вес олеиновой кислоты (282 г);

A – кислотное число ГС, мг КОН.

Оксид кальция в виде 25% известкового молока вводится с смесь, далее смесь ГРМ с известковым молоком и нефти при 80-90°C смешивается в течение 15-25 минут.

Увеличение свыше 25% количества ГРМ ведет к сильному загустеванию системы. В условиях жаркого климата повышение вязкости оказывает влияние и на термостабильность вяжущего.

Прочность смесей, содержащих 21-25% ГРМ и 3-3,75% оксида кальция, повышается в сухом и водонасыщенном состоянии при 20°C в 3-3,5 раза, при 50°C – в 6 раз, при этом снижается их водонасыщение. Присутствие в системе ионов кальция улучшает сцепление поверхности каменного материала с составленным вяжущим.

В работе [92] авторами на основе ГРМ изготовлен феррохлопковый гудрон, представляющий из себя ПАВ, состоящий из 50% пластификатора (мазута), 15% хлорного железа (порошок) и 35% хлопкового гудрона. Затем эту добавку добавляют в битум в количестве, равном 10% от его массы. В асфальтобетонных смесях применение феррохлопкового гудрона значительно улучшает сцепление битума с минеральной поверхностью, повышает прочность, как в водонасыщенном, так и в сухом состоянии в 1,5 раза, снижает водонасыщение асфальтобетонных смесей в 1,5-2 раза. При увеличении температуры до 50°C их прочность увеличивается в два раза.

В Ташкентском автодорожном институте с использованием ГРМ разработан новый эффективный материал для получения вяжущего, способного в асфальтобетонных смесях заменить часть нефтяного битума [94]. Найдено оптимальное соотношение компонентов в составе вяжущего

(мас.%): битум – 80-50; натрий тетраборнокислый (бура) – 0,25-1,0; ГРМ - 19,8-49,0.

В производстве асфальтобетонных смесей использование предлагаемого вяжущего повышает прочность асфальтобетона при 20°С на 10-30%, а при 50°С – на 20-50%; теплоустойчивость асфальтобетона усиливается, а также возникает возможность утилизации отходов строительной промышленности и экономии дефицитного битума.

В сочетании с цементом марки М400 ГРМ используют для укрепления барханных песков, как комплексное вяжущее [95]. Установлено, что при добавлении в строительные смеси 2-3% ГС испытываемые образцы достигают максимальной прочности.

В работе [96] проведены сравнительные испытания по исследованию влияния добавок ПАВ и различных марок битумов на свойства асфальтобетонов. Авторы, при анализе полученных результатов отмечают:

- ГРМ повышает плотность и подвижность строительных смесей;
- введение ГРМ в смеси возрастает водостойчивость асфальтобетона.

Проведены исследования методом индукционного обогрева по получению вяжущего путем окисления ГРМ [97]. Однако решение этой задачи затруднено отсутствием в производственном масштабе необходимого оборудования.

В Казахском филиале СоюздорНИИ разработаны составы медленно- и быстрораспадающихся эмульсий следующего состава (%):натриевая соль хлопкового гудрона – 2,5; вода – 38-43,5; ГРМ – 3,8; битум - 55; трифосфат натрия или NaOH - 0,5 [98].

В работе [99] отмечается, что госсиполовая смола повышает водостойкость укрепленных грунтов. Авторами рекомендуется в качестве ПАВ применять госсиполовую смолу в количестве 3-5% от массы смеси для укрепления связных грунтов битумами или нефтью.

1.3. Современные методы переработки дисперсно-гетерогенных целлюлозных отходов

В природе встречаются различные виды, формы и сорта дикого и культурного целлюлозосодержащего сырья, которые различаются между собой отличающихся по величине и форме листьев, окраске и другим признакам коробочек, семян и цветков, по внешнему виду, формам и высоте кустов [100-104].

Поэтому требуется различный подход к технологической переработке различных источников целлюлозного сырья [105].

Из средневолокнистого хлопкового линта в основном получают хлопковую целлюлозу. В Институте химии АН Республики Таджикистан в последние годы начаты исследования по разработке методов получения из линтов тонковолокнистого хлопчатника высококачественной хлопковой целлюлозы [106-107].

При химической переработке на целлюлозу хлопкового линта рекомендованы следующие процессы: как подрубка и механическая очистка линта, щелочная варка линта в растворе едкого натра (1-4%) при температуре 130-150°C в течение 3-6 часов, отбелка и кисловка различными реагентами [108-112].

В работах [113-116] предлагаются разные методы варки средневолокнистого линта; в частности азотнокислая, многоступенчатая, непрерывная, а также раствором едкого натра (2%) и кислородно-щелочная варки.

Авторами [117] исследована химическая очистка перед варкой хлопкового линта хлором. Разработан способ хлорирования целлюлозы в процессе отбелки [118-119]. Отмечается, что на лигнин хлор действует избирательно с образованием хлорлигнина, который затем растворяется при последующей обработке щелочью и при дальнейших промывках удаляется.

Во время варки происходит структурное превращение исходного целлюлозного сырья, а также химическая очистка хлопкового волокна за счет растворения в щелочных растворах и разрушения нецеллюлозных примесей и последующего удаления их при промывках [120-122].

В работах [123-124] также предложен метод скоростных высокотемпературных варок при 180-190°C в течение 15-20 мин получения хлопковой целлюлозы.

В Научно-исследовательском институте химии и технологии хлопковой целлюлозы (г.Ташкент) выполнено Большинство работ по получению из хлопкового линта хлопковой целлюлозы [125-130].

В работе [131] авторы предлагают проводить варку при температуре 95-140°C, концентрации Na_2CO_3 0,25-5%, продолжительности 1-5 часов и давлении кислорода 0,2-2,0 МПа. Также в качестве катализатора кислородно-содовой варки предложено применение CuSO_4 , а в качестве стабилизаторов целлюлозы - триэтанолamina и уреотрипина.

Авторы [132-133] предлагают для улучшения экологии окружающей среды, сокращения длительности процесса варки и улучшения физико-химических показателей хлопковой целлюлозы из линта объединение процессов отбелики и варки с применением перекиси водорода в качестве отбеливающего реагента, и применение установки Co^{60} УПК-250000. для ионизирующего излучения.

Относительно новым видом целлюлозных продуктов считается микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), применяемая в настоящее время во многих странах в различных отраслях промышленности в качестве носителей активного начала исходных полупродуктов для получения производных целлюлозы, сорбентов, фильтрующих материалов, гелеобразователей и различных наполнителей [134-137].

Многочисленными работами [138-139] изучена кинетика деструкции целлюлозы в различных условиях. Известно множество различных методов получения микрокристаллической целлюлозы: осаждение из раствора,

химический, термомеханический, механический. Полученные различными методами продукты отличаются по степени упорядоченности морфологической структуры [140-142].

В работах [143-144] приводится новый способ получения МКЦ, включающий две основные стадии: обработку концентрированной азотной кислотой волокнистой целлюлозы и гидролиз азотной кислотой малой концентрации.

Порошковая целлюлоза, полученная при деструкции соляной кислотой в органических растворителях, резко отличается сорбционной способностью [145].

В японском патенте [146] приводятся сведения, что для получения высокой степенью белизны кристаллической целлюлозы, применяемой в фармацевтической промышленности, целлюлозу подвергают обработке едким натром в количестве 15-20%, отжимают и затем проводят гидролиз минеральными кислотами.

Авторами [147] отмечено, что порошковый целлюлозный материал, полученный из хлопкового линта, имеет следующие показатели (%): СП – 175, зола – 0,27 и лигнин – 0,34. Затем в последующем из полученной порошковой целлюлозы были изготовлены электроды марки АНО-6, используемые для сварки, качество которых соответствует требованиям ГОСТа.

В работе [148] сообщается, что можно получить из древесных и хлопковых целлюлоз деструктированные продукты, действуя на целлюлозу ароматическими углеводородами в присутствии азотной, серной и соляной кислот. В результате получены порошкообразные продукты с низкой СП и хорошей реакционной способностью.

В НИИ химии и технологии хлопковой целлюлозы [149-152] разработаны несколько способов получения порошковой и МКЦ для различных целей, а также высокооблагороженной хлопковой целлюлозы.

В последние годы разработаны ряд способов получения способом упругодеформационного измельчения из целлюлозосодержащего сырья микрокристаллической целлюлозы [153], радиационно-химической деструкции целлюлозы [154] и др. [155]. При применении упругодеформационного измельчения (средний размер фракций порошков составил 50 мкм) выявлено, что при измельчении полученные образцы изменяют свои физико-химические свойства. При этом теплота набухания порошков по сравнению с исходной целлюлозой резко возрастает, для порошковой целлюлозы, полученной в роторной установке $-\Delta H$ равно 54 кДж/кг для хлопковой целлюлозы 43,9 кДж/кг. При этом отмечается снижение степени кристалличности с 7,0 до 4,5.

Отмечается, что при радиационно-химической деструкции целлюлозы и хлопкового линта путем облучения лучами разной дозы (30-150 Мрад) с дальнейшим размолотом на шаровой мельнице в течение различного периода времени степень кристалличности заметно снижается, особенно при 40 Мрад и более.

1.4. Заключение по литературному обзору

Из приведенного литературного обзора следует, что до настоящего времени в регионах Средней Азии в основном ГРМ применялся в качестве:

- вяжущего для укрепления грунтов до 7-9% от массы грунта;
- эмульгатора для приготовления эмульсий в количестве 3-5%;
- ПАВ в количестве 2-10% от массы битума для улучшения свойств асфальтобетонов.

Анализ работ показал, что практически отсутствуют сведения по частичной (до 30-50%) или полной замене битума на ГРМ. В литературных источниках имеется мало работ по исследованиям физико-механических и физико-химических показателей композиционного вяжущего на основе ГРМ. Главной задачей поиска путей получения на основе ГРМ композиционного

вяжущего является установление взаимосвязи между его молекулярной и химической структурой компонентов. В связи с этим проведение систематических комплексных исследований в области получения на основе ГРМ композиционного вяжущего является целесообразным и представляет интерес для дальнейшего его использования в производстве строительных материалов.

Анализ литературы показал, что для получения целлюлозы из древесины и других волокнистых материалов в последнее время используется экономически и экологически выгодный кислородно-щелочной способ получения целлюлозы. Вторичные низкосортные продукты переработки средне- и тонковолокнистого хлопка, являющиеся отходами хлопкопереработки, представляются для производства хлопковой целлюлозы любого типа хорошим исходным продуктом.

Особый интерес представляет собой использование хлопковой целлюлозы – для получения микрокристаллической целлюлозы (МКЦ).

Микрокристаллическая целлюлоза является новым видом низкомолекулярной модификации целлюлозы, ее физические и потребительские свойства представляют значительный интерес для исследований. Так как природная целлюлоза имеет волокнистую форму, этим определяется возможность получения из целлюлозы различных материалов: древесноволокнистых плит, связующих материалов, бумаги, нитей.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ФИЗИКОХИМИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ СВЯЗУЮЩИХ ИЗ ГУДРОНА РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

2.1. Выбор и получение исходных материалов

Как было отмечено выше, широкое применение отходов промышленности в производстве теплоизоляционных материалов дает возможность снизить в значительной степени дефицит органических традиционных вяжущих, в частности, битумов.

Вторичными органическими продуктами, которые могут быть использованы для производства теплоизоляционных систем, являются:

- продукты переработки нефти, каменного угля;
- продукты переработки хлопка-сырца (хлопковые обрезки, гуза-пая, циклонный пух, низкосортный линт и др.);
- продукты химического производства целлюлозы (МКЦ, КМЦ, АЦ);
- продукты переработки хлопкового масла (фуза, соапсток, гудрон растительных масел и др.);
- продукты щелочной варки низкосортного хлопкового сырья.

2.1.1. Гудрон растительных масел

Гудрон растительных масел (ГРМ) – является отходами масло- и жиркомбинатов, представляет собой массу черного или темно-коричневого цвета, вязкотекучую. В своем составе содержит органические высокомолекулярные жирные кислоты, в основном олеиновую, ланолевуую кислоты, стеариновую, пальмитиновую, различные фосфорные соединения, белковые вещества, госсипол и др.

Температура каплепадения ГРМ по Уббелюде составляет +50°С.

ГРМ получают из неочищенного хлопкового масла в виде остатка при дистилляции жирных кислот. В работе использован гудрон растительных масел Душанбинского масложиркомбината со следующими характеристиками:

- содержание золы, % 1,00;
- содержание влаги и летучих веществ, % 4,00.
- кислотное число, мг КОН 70-100;
- растворимость в ацетоне, % 80,0;

Результаты исследования элементного и группового анализа ГРМ представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Групповой и элементный состав ГРМ

ГРМ	Содержание, %		Элементный состав, %			
	продукта	H ₂ O	С	Н	О	N
Групповой состав:	100	4	82,5	9,7	7,1	0,7
- ароматические углеводороды	5	-	85,4	8,3	6,3	-
- жидкая фракция	2	-	76,5	13,5	6,0	-
- парафин	1	-	85,9	14,3	9,8	-
- остаток	90	-	83,4	8,5	7,3	0,8
- масло	2	-	84,6	11,6	6,7	0,1

Структура полос поглощения ГРМ при 1600, 1725, 3100–760 см⁻¹ характерна для различных кислородосодержащих групп (-ОН, -С=О, -СООН), что подтверждено ИК-спектрами ГРМ (рисунок 2.1).

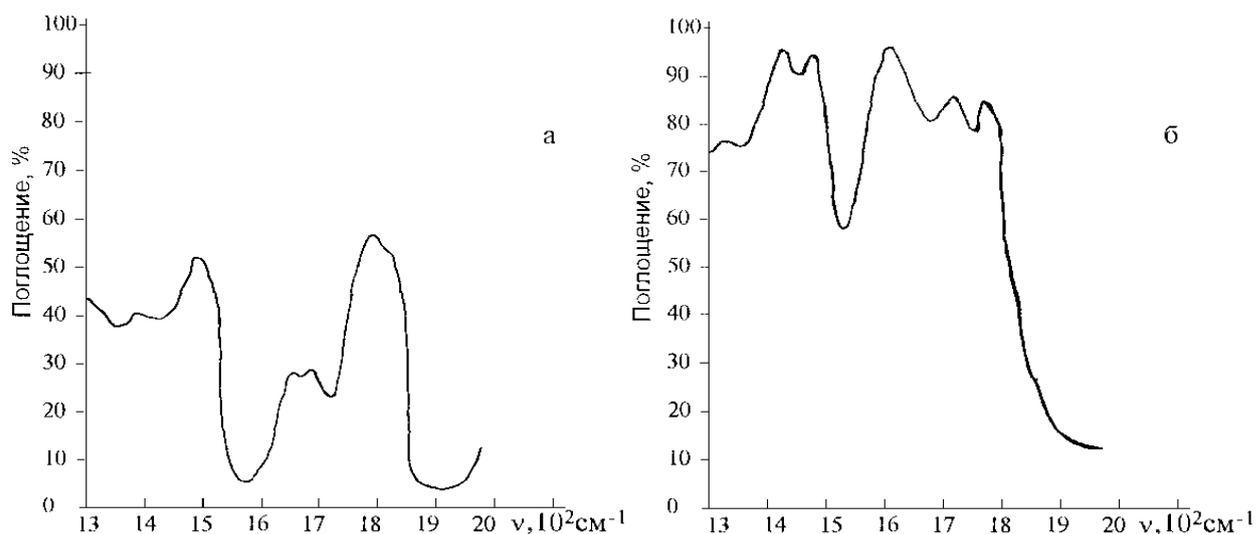


Рисунок 2.1. ИК-спектры: а) гудрона растительного масла;
б) битума БНД 40/60.

2.1.2. Битум

Битум из нефти месторождения Равата (северный Таджикистан) получен в лабораторных условиях в реакторе колонного типа. Физико-механические характеристики битума представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Физико-механические свойства битума БНД 40/60, полученного из нефти месторождения Равата

Показатели	Битум БНД 40/60
Глубина проникания иглы при 25°C, 10 ⁻¹ см	50
Растяжимость при 25°C, см	43
Температура размягчения по КиШ, °C	52
Температура хрупкости, °C	-10

Результаты элементного анализа битума БНД 40/60 приведены в таблице 2.3.

Температура каплепадения битума БНД 40/60 по Уббелоде составляет +120°C.

Элементный анализ битума БНД 40/60

Наименование материала	Элементный состав, %				
	С	Н	S	О	N
Битум БНД 40/60	76,4	8,6	2,4	11,5	1,1

2.1.3. Получение азот- и сераорганических соединений из средней фракции нефти месторождений Кичикбель и Акбашадыр

Получение тиоцикланов. В двугорлую круглодонную колбу, снабженную механической мешалкой и капельной воронкой, помещают 1 кг средней фракции с температурой кипения 120-350°C и при интенсивном перемешивании (1400 об/мин) добавляют в течение 5 минут 150 мл 86% серной кислоты, смесь перемешивают еще 55 минут. Период расслоения фаз 2,0-2,5 часа, затем отделяют нижний слой и добавляют воду до 65-70% концентрации H₂SO₄. Спустя 2-4 часа отделяют сульфокислотный слой от тиоцикланов. Эту процедуру повторяют еще два раза. Выход сульфокислот – 24,5 г (2,45%), вязкость при 20°C - 596,18, Сст d₄²⁰=1,010, n_d²⁰=1,5106.

Характеристики исходной средней фракции и выделенных из нее нефтяных сераорганических соединений (СОС) приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Баланс извлечения СОС обработкой 86% H₂SO₄ из средней широкой фракции нефти месторождений Кичикбель и Акбашадыр

№ фракции	Выход		d ₄ ²⁰	n _D ²⁰	S _{общ.} в %	S _{общ.} г	S _{общ. к} исходной, %
	г	%					
ОДШФВН	3550,3	100	0,8500	1,4936	2,42	85,92	100
КСС	234,9	6,60 (100)	0,8863	1,5060	11,2	26,31	30,62

Извлечение азотистых оснований из сернокислотного слоя, образующегося при выделении тиоцикланов. Выделение концентрата сераорганических соединений (тиоцикланов) из средней фракции нефти проводится экстракцией 86% серной кислотой. Далее сернокислотный комплекс разбавляют водой до концентрации серной кислоты 65-70%. При этом основная масса азотоорганических соединений концентрируется в сернокислотном слое, а СОС - в верхнем слое.

При нейтрализации 30% водным раствором щелочи сернокислотного слоя и дальнейшей экстракцией диэтиловым эфиром был получен концентрат азотистых оснований с содержанием (%): серы общей - 5,5; азота нейтрального – 1,73 и азота основного - 1,06.

2.1.4. Каменноугольная смола газификации Фан-Ягнобского угля

Каменноугольная смола газификации Фан-Ягнобского угля - вязкая черная жидкость с характерным фенольным запахом; продукт газификации каменных углей (выход 6-7% от массы угольной шихты), является термодинамически неустойчивой дисперсной системой олигомеров, индивидуальных веществ, их ассоциатов и молекулярных кристаллов. Плотность обезвоженной смолы составляет 0,952-0,955 г/см³, низшая теплота сгорания - 35,6-39,0 МДж/кг, температура самовоспламенения - 380-430°С; температура застывания равна +20-28°С. При фракционной перегонке первая капля падает при 140°С. Продукты атмосферной ректификации смол газификации до 370°С приведены в таблице 2.5.

Смола газификации состоит из смеси насыщенных, ароматических, ароматических алкилированных и гидроароматических углеводородов, нейтральных кислородсодержащих соединений (включая кетоны, простые и сложные эфиры), фенолов, органических оснований и кислот, а также азот- и серасодержащих веществ.

Продукты атмосферной ректификации смол газификации до 370°C

Фракция	Начало и конец кипения, °С	Температура плавления смолы газификации, °С	Выход фракции от количества смолы газификации, %	Содержание растворимых фенолов в 10% NaOH (амины, растворимые 20% H ₂ SO ₄) от количества смолы газификации, %
Широкая фракция	200-370	+15 - +22	85	18-25 (до 3)
Остаток	-	+ 150	15	-

2.1.5. Кубовый остаток моноэтаноламиновой очистки аммиака при производстве аммиака

При производстве аммиака образуется кубовый остаток моноэтаноламиновой очистки аммиака (МЭА). Это жидкость коричневого цвета плотностью 1,05-1,1 г/см³ с запахом аммиака, хорошо растворяющаяся в воде. МЭА состоит из следующих компонентов, мас%:

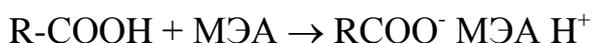
- смолистые вещества – продукты полимеризации МЭА - 55-56;
- моноэтаноламин - 5-12;
- муравьиная кислота - 1-3;
- вода - 25-30.

Смола МЭА имеет следующий элементный состав (%): N - 26,4; H – 9,0; C - 55,4; O - 9,2 (по разности). ИК-спектры смолы МЭА представлены следующими полосами поглощения: 1438 см⁻¹ – деформационные колебания СН₂-группы; 2940 см⁻¹ – валентные колебания СН₂-группы; 1117 см⁻¹ – ассиметричные валентные колебания С-О-С-группы; 3335 см⁻¹ – валентные колебания NH-группы; 1504 см⁻¹ – деформационные колебания NH-группы.

Моноэтаноламин и его смолы являются не только поверхностно-активными веществами, но и хелатокомплексообразователями с поливалентными металлами (такими свойствами ПАВ не обладают).

2.1.6. Приготовление водного раствора ПАВ

а) Раствор на основе ГРМ и кубового остатка моноэтаноламиновой очистки аммиака (МЭА) При смешивании гудрона растительных масел и кубового остатка МЭА отмечено протекание следующих реакций по схеме:



В результате протекания реакций образуются аминовые соли органических высокомолекулярных кислот. Смесь ГРМ с МЭА является однородным продуктом при соотношении 1,2-0,5 от мазеобразной до жидкой консистенции, от черного до коричневого цвета.

б) Мыло на основе ГРМ. В емкость для мыловарения помещают рассчитанное количество воды, щелочи и ГРМ. При варке мыла отмечено протекание реакции по следующей схеме: $R-COOH + NaOH \rightarrow RCOO^- Na^+ + H_2O$.

Содержание в смеси ГРМ и воды составляет 1:1, температура варки составляет течение 2-3 часов составляет 90-95°C. Состав мыла следующий (в мас%): вода - 46,5; каустическая сода - 7,0 и ГРМ - 46,5.

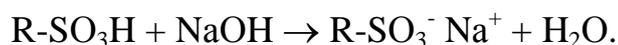
в) Раствор на основе кубового остатка моноэтаноламиновой очистки аммиака (МЭА) и нефтяных сульфокислот. При смешивании нефтяных сульфокислот с кубовым остатком МЭА протекают следующие реакции:



В результате протекания реакций образуются аминовые соли сераорганических высокомолекулярных сульфокислот. Полученные органические соли образуют коллоидные растворы в воде.

г) Водный раствор натриевой и других солей нефтяных сульфокислот.

В емкость для мыловарения помещают известное количество воды, щелочи и нефтяных сульфокислот. При варке мыла протекает следующая реакция:



Содержание воды и R-SO₃H должно составлять 1:1, температура варки - 20-25°C.

2.1.7. Перлитовый песок

Исследовался перлитовый песок из Ташкескенского месторождения, вспученный на опытной базе НИИСМ в г.Кайраккуме. Гранулометрический состав песка представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Гранулометрический состав песка

Объемная масса, кг/м ³	Гранулометрический состав песка, остатков частных (полных), % на ситах						Модель крупности
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	менее 0,14	
350-450	10/10	32/42	28/70	19/89	6/95	5/100	3,96

2.1.8. Глина

Для изготовления керамоперлитовых кирпичей использовалась глина из Тешикташского месторождения. Глины Тешикташского месторождения по содержанию Al₂O₃ относятся к классу полукислого сырья. Пластичность глины – умеренно-пластичная. Гранулометрический состав – низкодисперсный. Трудноразмокаемая. Химический состав глин Тешикташского месторождения представлен в таблице 2.7, гранулометрический состав – в таблице 2.8.

Химический состав глин

Показатели									
п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	Сумма
7,35	59,75	20,20	6,30	1,00	1,00	0,40	4,00	0,70	100,7

Таблица 2.8

Результаты определения гранулометрического состава

Гранулометрический состав				
Размер фракций, мм,	0,25-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001
содержание фракции, %	26,72	11,92	31,08	30,20
Классификация глинистого сырья по содержанию тонкодисперсной фракции	низкодисперсное			

2.1.9. Отходы ваточесального производства

Хлопковый пух представляет собой мелкие частицы хлопка, смешанные с пылью. Объёмная масса в уплотнённом состоянии - 150 кг/м³, в рыхлом состоянии - 130 кг/м³.

Для более полной характеристики отходов ваточесального производства проводили фракционирование волокон по длине подсчетом определенного количества образцов и определение химического состава сырья. Размер частиц хлопкового пуха измеряли под микроскопом при 10-кратном увеличении. Пух диспергировали в воде миксером. Аликвотную часть пульпы выливали на фильтровальную бумагу, при этом влага просачивалась, а волокна расплавлялись. Длину измеряли, совмещая волокна со шкалой. Цена деления шкалы составляла 0,1 мм. Толщину волокна измеряли под микроскопом при 100-кратном увлечении. Толщина волокон

равна 20-21 мкм ($2 \cdot 10^{-3}$ см). Длина волокон различна – от 0.8 до 22 мм. Полученные данные приведены в таблицах 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9

Химический состав дисперсных отходов переработки хлопка-сырца

Наименование	Засоренность, %	Зольность, %	Жировосковые вещества, %	Пентозановые вещества, %	Целлюлоза, %			Лигнин, %	Содержание групп, %		СП
					α	β	γ		СО	СООН	
Отходы ваточесального производства	6,5	3,5	1,2	2,9	85,5	0,6	0,4	4,3	0,09	0,08	2220
Циклонный пух	7,1	4,0	1,5	3,0	81,2	0,9	0,7	5,3	0,08	0,07	2150

Таблица 2.10

Фракционный состав дисперсных отходов переработки хлопка-сырца по длине волокон (мм)

Наименование	Средняя длина	Распределение по длине волокна, %									
		0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Отходы ваточесального производства	8,6	1,6	4,2	9,0	15,0	17,0	16,0	15,0	9,5	8,1	4,8
Циклонный пух	7,4	3,7	9,8	16,5	18,6	20,5	15,1	7,7	2,4	1,8	1,9

2.1.10. Органические связующие на основе хлопковых дисперсно-гетерогенных отходов

Способы получения изделий из перлитового песка, минеральной или природной ваты и глины главным образом основаны на склеивании их в местах соприкосновения между собой различными связующими веществами - органическими или минеральными. Поэтому основными задачами технологии производства теплоизоляционных изделий является подбор, связующего, способ введения его в полупродукт и их дальнейшая тепловая обработка.

Для производства теплоизоляционных изделий в качестве связующих используют битумные и композиционные связующие, синтетические смолы.

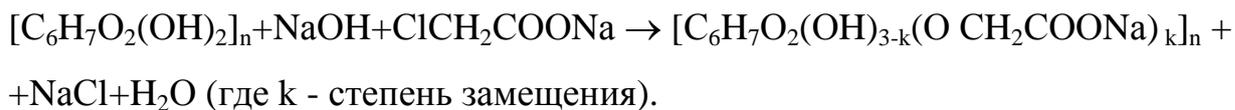
Используемые для производства теплоизоляционных изделий связующие должны: не иметь в своем составе токсичных веществ; быть недефицитными; легко диспергироваться, чтобы покрывать тонкой пленкой пористые материалы и волокна; обладать к ним хорошей адгезией. Данным требованиям ни одно из существующих синтетических связующих не удовлетворяет полностью, включая такие, как фенолоспирты (фенолоформальдегидные смолы), карбомидные смолы КС-11, поливинилацетатная дисперсия и др.

Альтернативным вариантов в данном случае могут выступить нетоксичные, недефицитные и обладающие высокой биоразлагаемостью материалы растительного происхождения, такие, как вторичные продукты переработки хлопка-сырца и продукты их переработки. К продуктам переработки вторичных ресурсов хлопкового производства относятся карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) и композиционные связующие на основе ГРМ.

Поэтому в работе излагается получение карбоксиметилцеллюлозы, а также композиционных связующих на основе ГРМ. Их можно использовать в

качестве связующих материалов для производства теплоизоляционных материалов.

Получение карбоксиметилцеллюлозы (натриевой соли) из отходов ваточесального производства. Синтез натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) из целлюлозы, полученной из низкосортного хлопкового сырья осуществлен по следующим реакциям:



Химический стакан емкостью 750 мл помещают на водяную баню со льдом и загружают в него 115 г (1.2 моль) хлоруксусной кислоты и 170 мл воды. Затем при перемешивании порциями по 20-25 г добавляют около 90 г (0,85 моль) углекислого натрия (при этом выделяется CO_2). После введения большей части углекислого натрия проверяют pH. Затем добавляют углекислый натрий порциями по 2-3 г до достижения pH около 5.

Навеску 150 г тонко измельченной отбеленной целлюлозы из низкосортного хлопкового сырья, содержащей 95-98% α -целлюлозы, помещают в смеситель из кислотоупорной стали, охлажденный холодной водой. Затем при перемешивании порциями по несколько миллилитров добавляют 150 г 36% раствора едкого натра. После введения щелочи перемешивание продолжают 2 часа. В течение первого получаса направление вращения лопастей изменяют через каждые несколько минут, после чего устанавливают встречное направление вращения лопастей (с целью перетираания массы) и каждые 20 минут изменяют его на 3 минуты. Для уменьшения степени полимеризации продукта можно увеличивать продолжительность реакции или повышать температуру.

Этерификация. Щелочную целлюлозу, приготовленную описанным выше способом, загружают в смеситель с раствором хлоруксусной кислоты. Для равномерного распределения раствора хлоруксусную кислоту можно распылять струей воздуха или добавлять по каплям при непрерывном

перемешивании содержимого смесителя. После добавления раствора смеситель закрывают и нагревают его содержимое до 40-45°C при непрерывном перемешивании. Перемешивание продолжают в течение 2 ч, меняя направление вращения лопастей так же, как и в случае приготовления щелочной целлюлозы. В конце процесса проверяют растворимость продукта в воде и при необходимости увеличивают длительность перемешивания на 0,5–1,0 ч. Выход технической натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы составляет 600-620 г. Полученный продукт представляет собой порошок желтоватого цвета, содержащий около 28% натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы и примерно 45% воды. В состав технического продукта входят также хлористый и углекислый натрий и натриевая соль гликолевой кислоты. Величина pH составляет 8-10. Продукт может быть использован в ряде случаев без сушки и очистки. После сушки выход составляет 330 г.

2.2. Методы исследования структуры исходных компонентов и композиционного вяжущего

Структура исходных объектов и композиционного вяжущего на их основе, их качественный состав исследовались методами, широко применяемыми в производственной и научно-исследовательской практике.

2.2.1. Методики, примененные в исследованиях

- Перлитовый песок испытывался по ГОСТ 10832-72 «Песок и щебень перлитовые вспученные».

- Керамперлит испытывался по ГОСТ 21521-76 «Кирпич перлитокерамический теплоизоляционный».

- Определение термической стойкости керамперлита производилось по методике ГОСТ 7875-56 «Метод определения термической стойкости», с той разницей, что испытание проводилось при температуре 850°C.

- Коэффициент теплопроводности образцов определялся по методике ГОСТ 7076-78.

- Определение коэффициента теплопроводности при повышенной температуре производилось на образцах размером 16x13x4 см.

Схема прибора показана на рисунке 2.2.

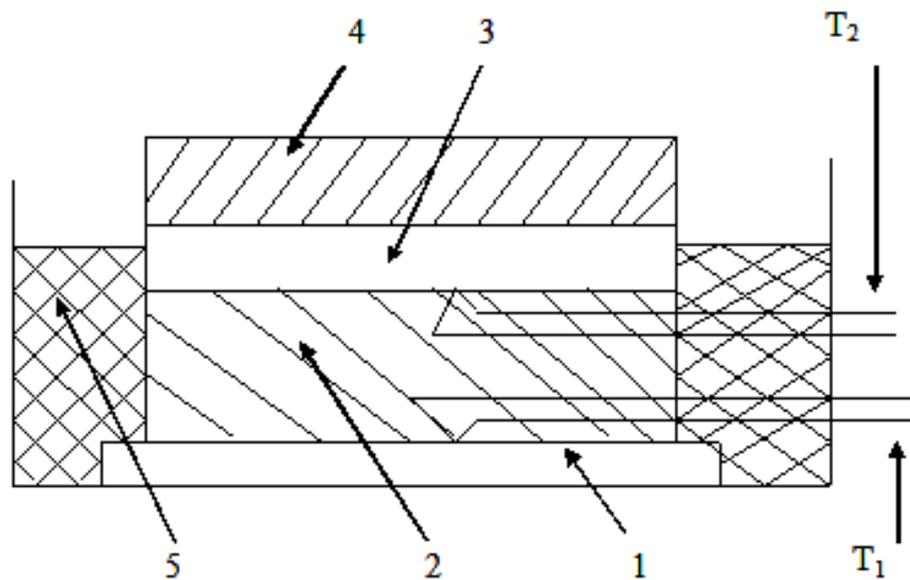


Рисунок 2.2. Схема прибора для определения коэффициента теплопроводности (1 – нагреватель; 2 – образец; 3 – термомер; 4 – прижимная теплоотводящая плита; 5 – теплоизоляция).

Часть теплового потока от нагревателя (1) проходит через образец, измеряется термомером (3) и рассеивается металлической плитой (4). Для уменьшения бокового рассеивания тепла служит теплоизоляция (5).

В установившемся равновесном режиме тепловой поток через образец постоянен. Температуры нижней и верхней поверхностей образца, измеренные термопарами T_1 и T_2 , зависят только от теплопроводности и толщины образцов и также постоянны. Тогда теплопроводность образца λ определялась соотношением: $\lambda = q \cdot h / \Delta t$, Вт/м·К, q - тепловой поток, Вт/м²; h

- толщина образца, м; Δt – градиент между нижней и верхней поверхностями образца.

Коэффициент звукопоглощения определялся по ГОСТ 16297-70.

2.2.2. Определение пенетрации

Пенетрация характеризует глубину проникновения стандартной формы тела (калиброванной иглы) в полутвердые и полужидкие продукты при определенном режиме, и обуславливает способность калиброванной иглы проникать в продукт, а продукта - оказывать сопротивление этому прониканию. Степень твердости битумов косвенно характеризуется пенетрацией, и определяется с помощью пенетрометра, методика испытания и устройство которого приведены в ГОСТе 11501-78. Стандартные условия определения пенетрации: температура - 25°C, продолжительность действия груза – 5 с и нагрузка - 1 Н, за единицу пенетрации принята глубина погружения иглы на 0,1 мм.

2.2.3. Определение температуры размягчения

Температура, при которой из относительно твердого состояния битум переходит в жидкое, является температурой размягчения. Ее определяют способом "Кольцо и Шар" ("КиШ") по ГОСТу 11506-73.

2.2.4. Определение растяжимости

Способность битума растягиваться в нить является растяжимостью. Растяжимость измеряется длиной нити, образованной к моменту разрыва. Этот показатель связан с природой компонентов битума и косвенно характеризует также его прилипание (адгезию). Устройство прибора для

определения растяжимости битумов и методика её определения приведены в ГОСТ 11505-75.

2.3. Физико-химические процессы получения композиционного связующего на основе гудрона растительного масла для производства теплоизоляционных систем

Наиболее эффективным теплоизоляционным материалом для тепловых сетей является битумоперлитовая дисперсная система, которая в отличие от других теплоизоляционных систем обладает хорошими гидрофобными свойствами, и это дает основание использовать ее в качестве изоляции трубопроводов.

Исследования различных составов битумоперлита проводились с целью выбора оптимальных составов на основе местного сырья, которые по своим физико-техническим показателям возможно использовать в качестве теплоизоляционного материала для использования бесканальным способом прокладки тепловых сетей в строительстве.

Битумоперлитовые дисперсные системы изготавливают смешиванием горячего нефтяного битума марок не ниже БН-70/30 со вспученным перлитовым песком [162]. Для приготовления 1 м³ уплотненной битумно-перлитовой массы расход материалов составляет: битум марки БН-70/30 - 140-160 кг; вспученный перлитовый песок - 1,5-1,7 м³. Исследования показали, что для изготовления битумоперлитовой массы требуется значительное количество в качестве связующего битума, что для Республики Таджикистан представляет сложность, поскольку битумы поступали из-за рубежа и их стоимость высока.

Поэтому разработка обладающих комплексными эксплуатационными свойствами композиционных систем, устойчивых к действию внешних воздействий – тепла, влажности и др., является важной проблемой для республики. В связи с этим, повышение долговечности и устойчивости

связующих веществ к действию вышеуказанных условий путем применения стабилизирующих добавок на основе местного сырья приобретает важное значение.

Как показали исследования последних лет, можно значительно улучшить качество битума путем введения в него волокнистых дисперсных систем и поверхностно-активных веществ [163-164].

В качестве ингибиторов коррозии и окисления применяли азот- и сераорганические соединения (Al_2S_3) и смолы газификации угля Фан-Ягнобского месторождения, а в качестве ПАВ использовали ГРМ [165].

Технология получения композиционного связующего (КС) заключается в следующем: необходимое количество обезвоженного ГРМ интенсивно смешивается с рассчитанным количеством серной кислоты до получения однородной массы, не содержащей свободной серной кислоты, и нагрели до 80°C . Затем в неё добавили рассчитанное количество извести. Далее температуру смеси доводили до $250-270^\circ\text{C}$, и выдерживали 2,5-3,0 часа для протекания реакции конденсации.

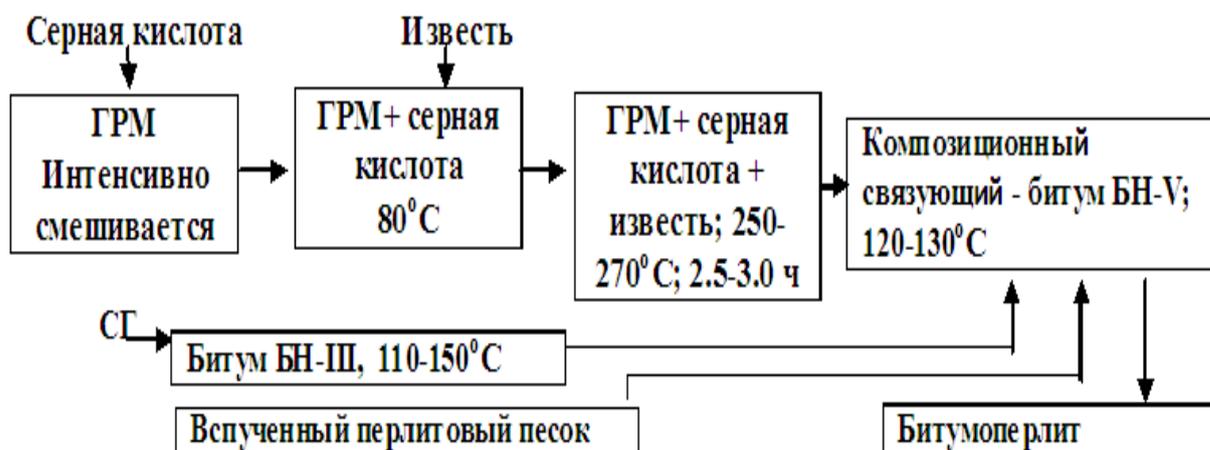


Рисунок 2.3. Принципиальная технологическая схема изготовления композиционного связующего и битумоперлита из него с использованием ГРМ.

В другой емкости полученный из местной нефти [166] обезвоженный и разогретый битум нагревали до температуры 110-150°C, добавляли в смесь рассчитанное количество Al_2O_3 и смол газификации Фан-Ягнобского угля [167].

Некоторое количество композиции на основе ГРМ для увеличения растяжимости композиции заменяли местным вязким битумом, содержащим Al_2O_3 и смолы газификации.

Затем перемешивали смесь до получения однородной массы.

Физико-химические свойства композита ГРМ исследовались по следующим параметрам: растяжимости при 25°C, температуре размягчения и глубине проникновения иглы.

Для исследования влияния на свойства связующего на основе ГРМ и H_2SO_4 извести были приготовлены и испытаны смеси с различным содержанием. Полученные результаты представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Свойства композиционной системы «ГРМ+ H_2SO_4 + известь» с различным содержанием извести

№ п\п	Состав композиции, %		Пенетрация при 25°C, 0.1 мм	Температура размягчения, °C	Растяжимость 25°C, см
	ГРМ +2% H_2SO_4	Известь (от массы ГРМ)			
1	100	0,3	123	31	21,0
2	100	0,5	100	34	18,0
3	100	0,7	84	40	14,0
4	100	0,9	65	46	10,0
5	100	1,1	47	55	6,0
6	100	1,3	36	63	4,0
7	100	1,5	30	70	2,0

Из таблицы 2.11 видно, что пенетрация уменьшается по мере наполнения известью смеси «ГРМ+H₂SO₄», то есть растяжимость связующего уменьшается, а температура и вязкость размягчения увеличивается. Часть смеси «ГРМ+H₂SO₄ для увеличения растяжимости композиции» заменяли битумом марки БН-IV, содержащим азот- и сераорганические соединения (АиСОС) и смолы газификации (СГ), в результате получили близкие по свойствам к вязким битумам марки БН-IV и БН-V связующие. Результаты исследования зависимости глубины проникновения иглы, температуры размягчения и растяжимости от содержания извести при замене части «ГРМ+H₂SO₄» на битум представлены на рисунке 2.4.

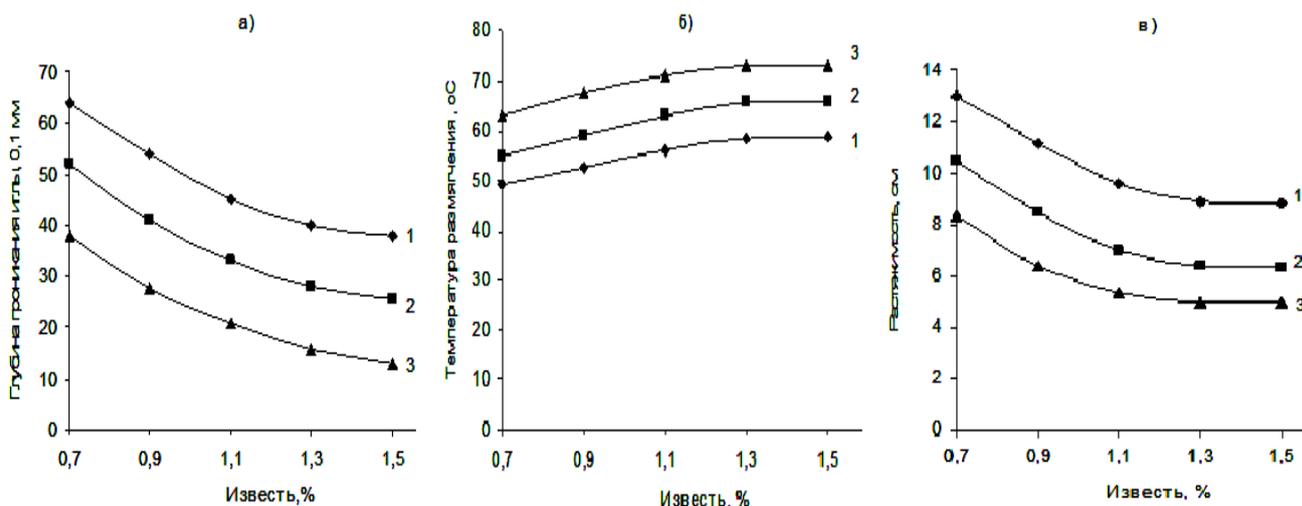


Рисунок 2.4. Зависимость глубины проникновения иглы (а), температуры размягчения (б) и растяжимости (в) от содержания извести при замене части «ГРМ+H₂SO₄» на битум: 1 - 20%; 2 - 30%; 3 - 40%.

Также были проведены исследования свойства композита «ГРМ +H₂SO₄ + известь» при замене отдельных компонентов битумом. Результаты исследования приведены в таблице 2.12.

Как показали исследования, наилучшими свойствами обладают смеси, наполненные 1-1,5% известью от массы, в которых 30-40% ГРМ заменены вязким битумом марки БН-III. В результате исследований получено

композиционное связующее, близкое по свойствам к битумам марок БН-V и БН-IV.

Таблица 2.12

Свойства композита «ГРМ +H₂SO₄ + известь» при замене части их битумом

№ п\п	Состав композиции, %			Пенетрация при 25°С, 0.1 мм	Температура размягчения, °С	Растяжимость при 25°С, см
	ГРМ	известь	битум с СГ			
1	90	0,3	10	101,0	37	20
2	85	0,5	15	80,0	42	17
3	80	0,7	20	64,0	49	13
4	75	0,9	25	46,0	55	10
5	70	1,1	30	33,0	63	7,0
6	65	1,3	35	25,0	69	6,0
7	60	1,5	40	13,0	74	5,0
8	-	-	100	25	55	10

Проведены ИК-спектроскопические исследования¹ для более глубокого изучения взаимодействия структурообразующих добавок со смесью «ГРМ+H₂SO₄». ИК-спектры ГРМ до и после термообработки представлены на рисунке 2.5.

Как видно из рисунка 2.5, в области частот 3600-3000 см⁻¹ в спектрах ГРМ отмечены слабые полосы, относящиеся к поглощению гидроксильных групп (ОН) и характерные для поглощения групп СООН и –С=C-интенсивные полосы, Интенсивная полоса, характерная для поглощения групп СООН в ГРМ в максимуме имеет дуплетный характер при 1750 и 1725 см⁻¹.

¹ ИК-спектры исследуемых образцов снимали на двухлучевом инфракрасном спектрофотометре UR-10 в области 3700-1900 см⁻¹ (призма L:F), 1900-700 см⁻¹ (призма NaCl) и 700-400 см⁻¹ (призма KBr). Образцы для исследований готовили методом прессования дисков с KBr.

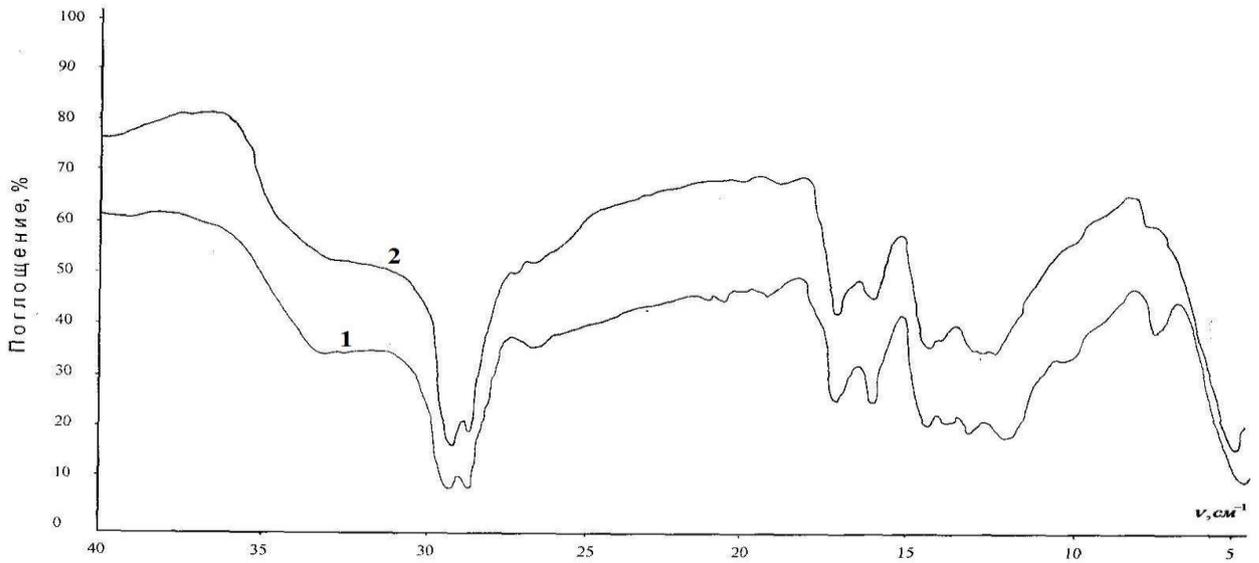


Рисунок 2.5. ИК-спектры ГРМ до (1) и после (2) термообработки.

Следующая серия опытов была проведена с целью изучения свойств композиций «ГРМ + битум», «ГРМ + известь», «ГРМ + известь + битум» и «ГРМ + H₂SO₄ + известь + битум». ИК-спектры исследуемых композиций представлены на рисунках 2.6-2.9.

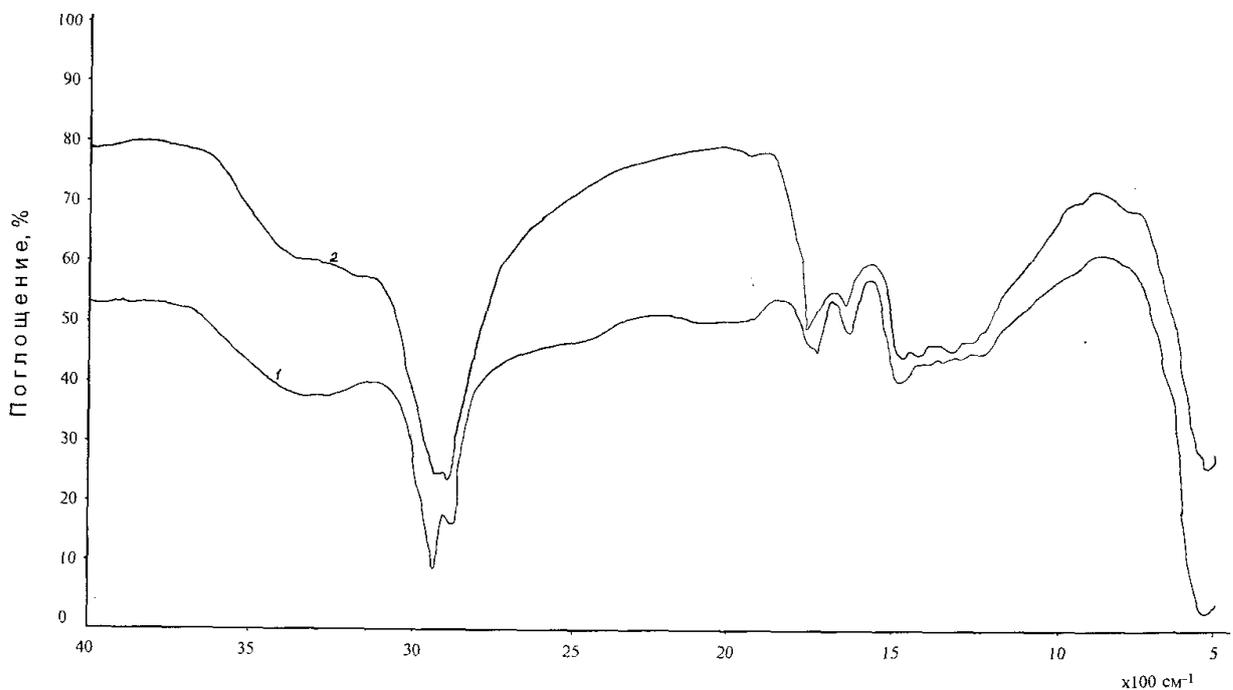


Рисунок 2.6. ИК-спектры «ГРМ + битум» до (1) и после (2) термообработки.

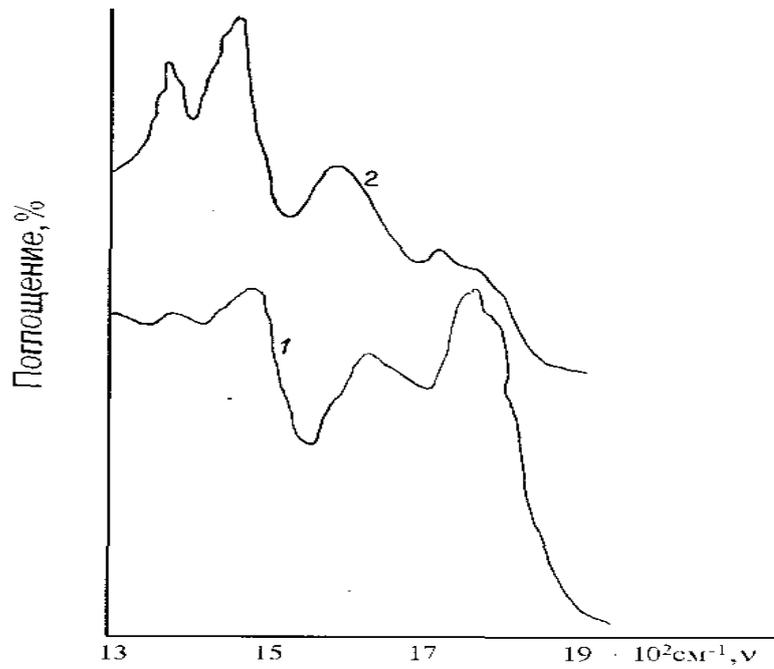


Рисунок 2.7. ИК-спектры композиции «ГРМ + известь» до (1) и после (2) термообработки.

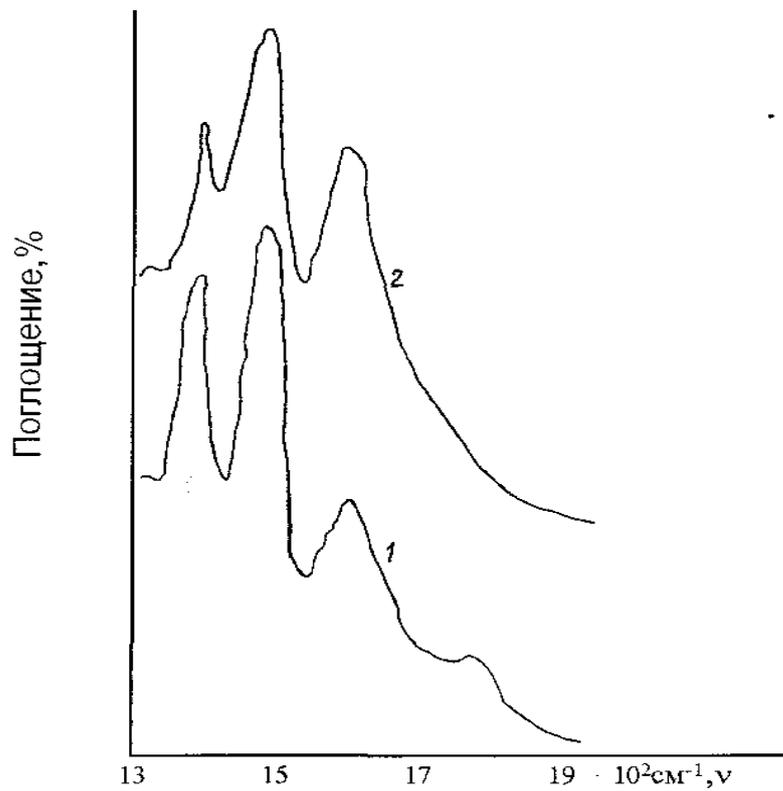


Рисунок 2.8. ИК-спектры композиции «ГРМ + известь + битум» до (1) и после (2) термообработки.

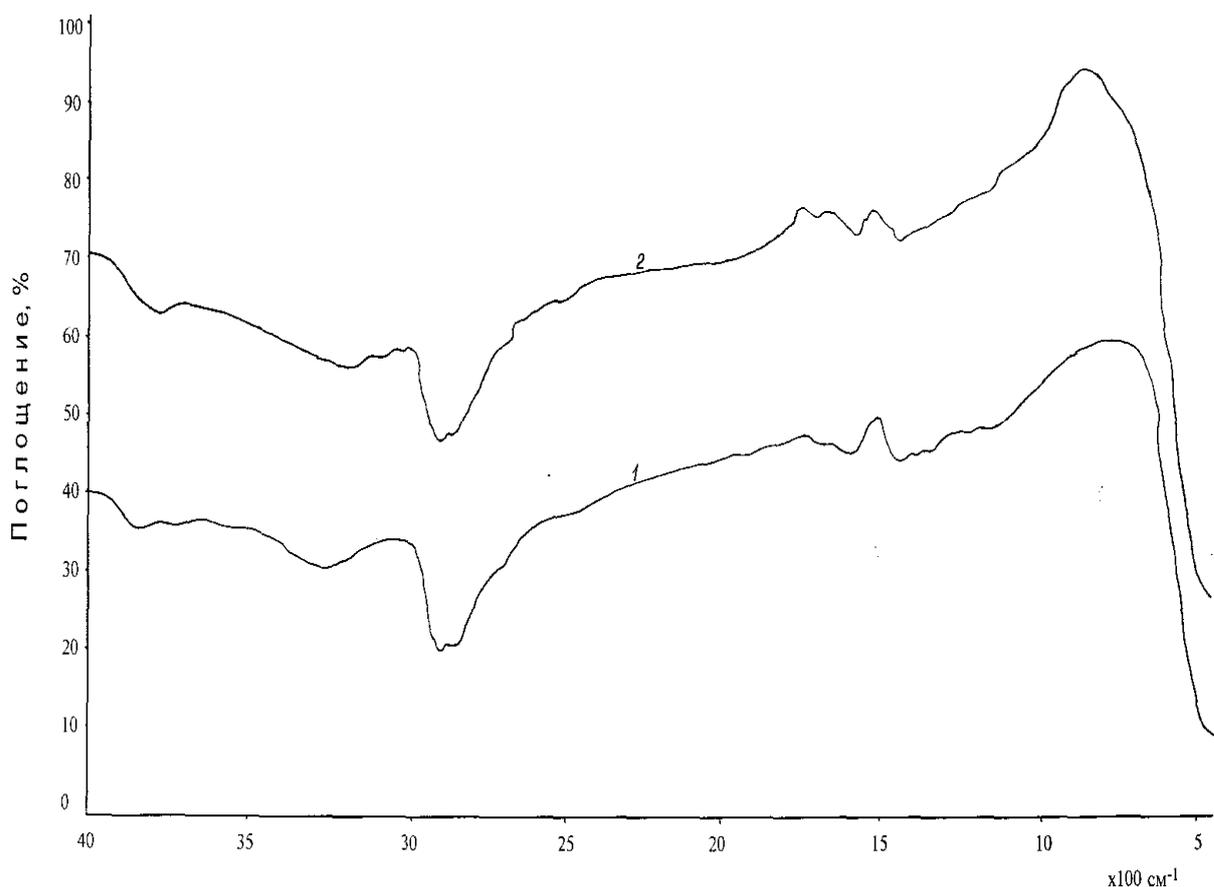
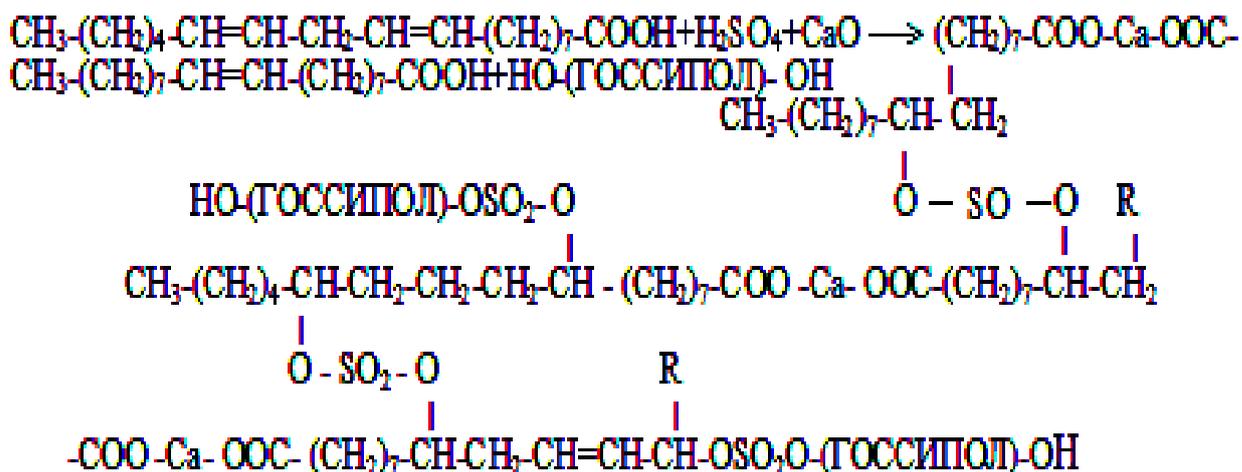


Рисунок 2.9. ИК-спектры «ГРМ + H₂SO₄ + известь + битум» до (1) и после (2) термообработки.

К поглощениям ароматических групп и непредельных связей структуры ГРМ относятся полосы при 1630 и 1610 см⁻¹. В данной области кроме этих полос появляются две полосы различной интенсивности при 1370 и 1920 см⁻¹, появление которых свидетельствует о присутствии больших количеств в ГРМ метильных (-CH₃) и метиленовых (-CH₂-) групп.

Для композиции «ГРМ + H₂SO₄» в спектрах характерные полосы указывают на присутствие структуры -OSO₂ и -O-SO₂-O- (1200, 1370, 1420 см⁻¹), которые усиливаются после термообработки. По-видимому, непредельные и OH- группы ГРМ соединяются с сернокислотными группами H₂SO₄ с образованием сульфоновых и сульфатных мостиков.

При химическом взаимодействии между H₂SO₄ и ГРМ, а затем и известью возможно протекание следующей реакции:



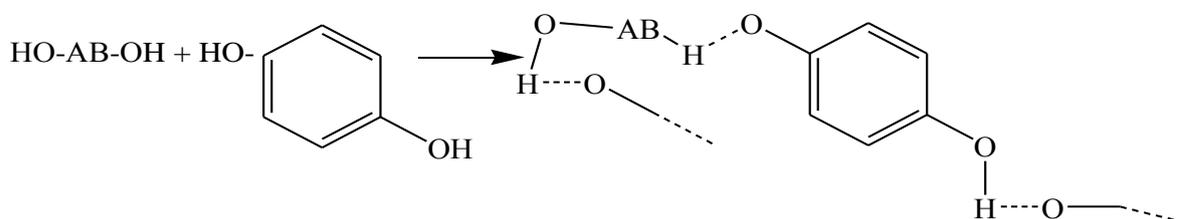
При составлении композиции «ГРМ + H₂SO₄ + известь» после термообработки происходит сильное возрастание интенсивности полосы при 1475 и 1380 см⁻¹, сдвиг полосы 1610 до 1520 см⁻¹ и четкое разделение областей 1800-1700 см⁻¹ на 1765 и 1725 см⁻¹. Резкое уменьшение при термообработке интенсивности дуплетной полосы поглощения при 1750 см⁻¹ и её разделения на 1765 и 1725 см⁻¹ объясняется образованием химической связи между структурными элементами извести и ГРМ, сильным взаимодействием извести с группами ГРМ. Резкий рост интенсивности полос при 1475 и 1380 см⁻¹ связан именно с этим процессом (см. рисунки 2.6-2.9).

В процессе перемешивания смол газификации с асфальтосвязующим, происходит самопроизвольный переход высокомолекулярных фенольных компонентов смол газификации в битум.

С целью установления химического взаимодействия гидроксильных групп СГ со структурными элементами битума были проведены исследования их ИК-спектров в областях 700-3800 см⁻¹.

В спектрах битума проявляется широкая полоса с максимумом при 1450 см⁻¹ и ряд четких полос при 730-880 см⁻¹. В области 2800-3800 см⁻¹ битум имеет всего две полосы поглощения с максимумами при 2875 и 2940 см⁻¹. При переходе к спектрам битума с добавкой смол газификации, кроме полос 730-880 и 1450 см⁻¹ наблюдается изменение интенсивностей полос 2875 и 2946 см⁻¹, проявляется широкая полоса поглощения с максимумом при 3450 см⁻¹. Полосы поглощения в спектре смол газификации

в области $3050-3800\text{ см}^{-1}$ имеет максимум при 3450 см^{-1} , они относятся к валентному колебанию гидроксильных групп (-ОН), включенных во внутри- и межмолекулярные водородные связи. Резкое уменьшение интенсивности полосы поглощения $3050-3800\text{ см}^{-1}$ и сдвиг её максимума на 50 см^{-1} в сторону больших частот объясняется наличием химических связей между битумом и гидроксильными группами (-ОН), образуются соединения фенольных типов, содержащие смолы газификации. При перемешивании смол газификации с асфальтосвязующим гидроксильные (-ОН) или аминогруппы (NH_2) битума с оксигруппами СГ образуют водородные связи по схеме:



Таким образом, проведённые исследования показывают, что применение ГРМ в комплексе со структурообразующими добавками (H_2SO_4 , известь, битум содержащие, Al_2O_3 и СГ) приводит к получению связующего, отвечающего всем требованиям ГОСТа [167-169].

2.4. Кинетические параметры антиоксидантных свойств азот- и сераорганических соединений и смол газификации угля

Для выяснения влияния нефтяных азот- и сераорганических соединений (Al_2O_3) и смол газификации (СГ) Фан-Ягнобского угля на процесс окисления асфальтосвязующих проводилось экспериментальное изучение их ингибирующих свойств.

Исходя из состава Al_2O_3 и СГ, наличия в их составе сульфидной серы и многоатомных высокомолекулярных фенольных веществ, включая азотистые соединения, возможно, их тормозящее действие по механизму без радикального разрушения гидроперекисей.

Была проведена модельная реакция распада гидроперекисей кумила в кумоле для оценки СГ и АиСОС на способность к разрушению гидроперекисей. Исследования проводили в присутствии СГ и АиСОС при концентрации гидроперекиси кумила (ГПК) 5×10^{-2} моль/л и температуре 100°C . Распад ГПК осуществляли в запаянных ампулах в присутствии исследуемых соединений. Ампулы помещали в термостат с температурой 100°C и, периодически вскрывая ампулы, проводили анализ на содержание гидроперекиси методом иодометрического титрования. Результаты анализа нефтяных высокомолекулярных соединений, как разрушителей перекисей, представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13

Зависимость концентрации ГПК от времени в присутствии компонентов композиционного связующего (ГПК = 0,05 моль/л)

№	Ингибитор, С = 50 мг/мл	Время, час				
		1	2	3	4	5
1	Без ингибитора	0,05	0,0497	0,0495	0,0493	0,049
2	ГРМ	0,048	0,047	0,043	0,042	0,041
3	СГ	0,047	0,045	0,041	0,039	0,037
4	АиСОС и СГ	0,042	0,037	0,035	0,033	0,032

Зависимость концентрации ГПК от времени в присутствии ингибитора при $C_{\text{инг.}} = 50$ мг/мл (ГПК = 0,05 моль/л) представлена на рисунке 2.10.

Из рисунка 2.10 и таблицы 2.13 видно, что смесь АиСОС и СГ является эффективным разрушителем гидроперекиси. При этом концентрация гидроперекиси в материале и скорость инициирования окислительных процессов снижается, увеличивается время действия антиоксидантов.

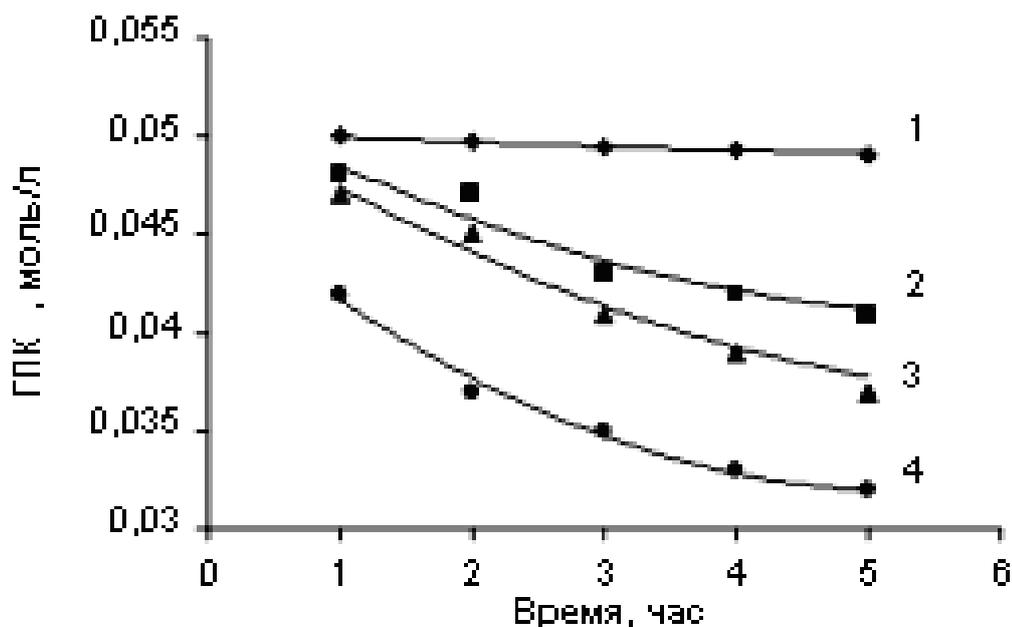


Рисунок 2.10. Зависимость концентрации ГПК от времени в присутствии ингибиторов при $C_{инг.} = 50$ мг/мл (ГПК = 0,05 моль/л).

Из графика зависимости от времени содержания гидроперекиси (рисунок 2.10) по тангенсу угла наклона кривой распада в точке $t=0$ находили скорость распада и рассчитывали по точке перегиба кривой распада концентрацию разрушителей перекиси.

Для вычисления константы скорости реакции взаимодействия СГ и АиСОС с ГПК определялся порядок реакции распада гидроперекиси кумила в кумоле в присутствии АиСОС и СГ при 100°C при разных концентрациях (рисунки 2.11-2.12).

Так как скорость распада гидроперекиси кумила в кумоле пропорциональна изменению концентрации гидроперекиси кумила и увеличению навески АиСОС и СГ, то можно считать, что реакция является реакцией первого порядка по СГ и АиСОС и по гидроперекиси. Таким образом, константа скорости реакции взаимодействия ГПК и АиСОС и СГ определяется по следующей формуле:

$$K = W_p / (\text{ГПК}) \cdot (\text{АиСОС и СГ}).$$

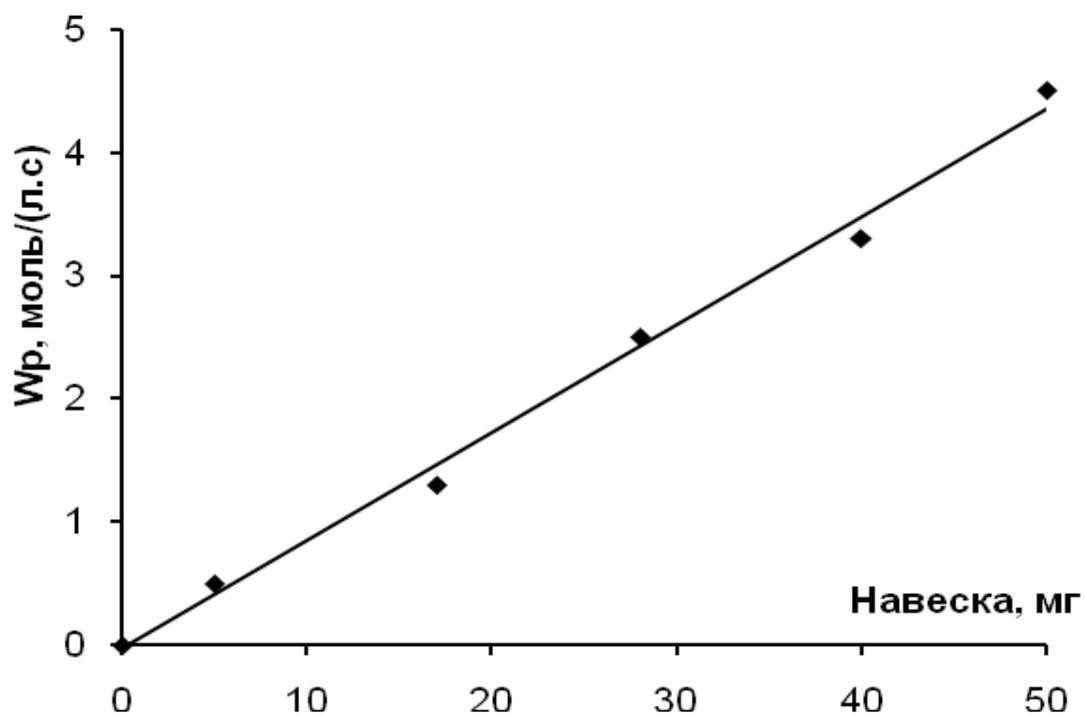


Рисунок 2.11. Зависимость скорости распада ГПК от навески АиСОС и СГ.

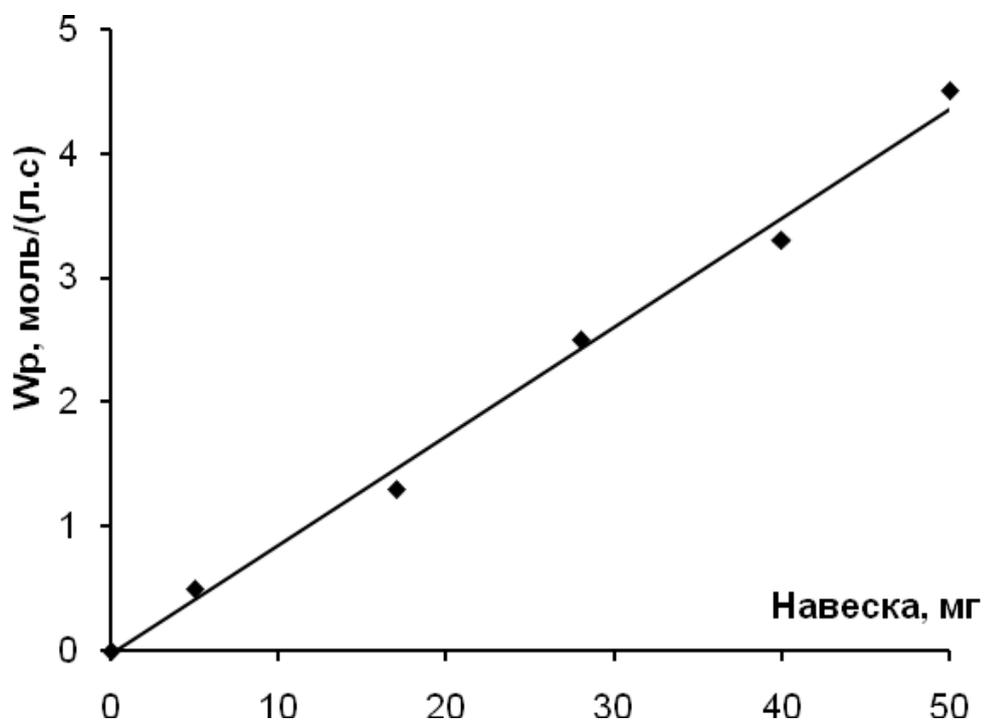


Рисунок 2.12. Зависимость скорости распада ГПК от концентрации ГПК.

Результаты исследования Al_2O_3 и СГ, как разрушителя перекиси, приведены в таблице 2.14.

Таблица 2.14

Кинетические параметры компонентов композиционного связующего

Вещества	Концентрация, мг/мл	Скорость распада ГПК, W_p , моль/(л·с)	Концентрация разрушителя перекиси, моль/кг	K, л/(моль·с)
Al_2O_3 и СГ	50	$5,0 \cdot 10^{-6}$	0,30	$7,0 \cdot 10^{-3}$
СГ	100	$5,0 \cdot 10^{-6}$	0,20	$2,5 \cdot 10^{-3}$
ГРМ	150	$7,0 \cdot 10^{-6}$	0,09	$1,90 \cdot 10^{-3}$
Дилаурилтио- дипропионат (ДЛТДП)	28,3	$2,6 \cdot 10^{-5}$	1,7	$9,2 \cdot 10^{-3}$

Из таблицы 2.14 видно, что Al_2O_3 и СГ является достаточно эффективным разрушителем гидроперекиси, но их активные центры по концентрации меньше на порядок, чем синтетические.

Проведенные исследования показывают, что на основе местного битума, ГРМ, Al_2O_3 и СГ в комплексе со структурообразующими добавками (H_2SO_4 , известь) можно получить связующее с экономией битума почти в 2 раза, отвечающее требованиям ГОСТа.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ КОМПОЗИЦИОННОГО СВЯЗУЮЩЕГО НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНО-ГЕТЕРОГЕННЫХ ОТХОДОВ ХЛОПКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СВОЙСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ ИЗ ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА

В зависимости от температуры, применение перлитовых теплоизоляционных материалов и изделий можно разделить на битумо-перлитовые массы (от -60 до $+130^{\circ}\text{C}$), перлитокерамические изделия (до $+900^{\circ}\text{C}$) и волокнистые теплоизоляционные плиты с использованием перлитового песка (от -60 до $+100^{\circ}\text{C}$). Представлены результаты исследования влияния композиционного связующего на основе ГРМ на свойства битумоперлитовых теплоизоляционных материалов, ГРММЭА на свойства перлитокерамических теплоизоляционных материалов и смеси КМЦ и ПВА на свойства волокнистых теплоизоляционных плит полученной с использованием отходов ваточесального производство. Кроме того, определено влияние соли гудрона растительного масла (МЭАСГРМ, ГРМNa) на свойства гипсоперлитовых изделий.

3.1. Влияние композиционного связующего на основе гудрона растительных масел на свойства битумоперлитовых теплоизоляционных систем

Образцы битумоперлитовой теплоизоляции изготавливали по следующей технологии: заранее отмеряют определенное количество разогретого, различных модулей крупности вспученного перлитового песка и смешивают с горячим композиционным связующим. Методом прессования из горячей свежеприготовленной массы были сформированы образцы размером $5 \times 5 \times 5$ см с таким расчетом, чтобы их объемная масса составила 650 , 600 и 550 $\text{кг}/\text{м}^3$, то есть соответствующая навеска массы бралась для образца каждой заданной объемной массы.

Исследованиями по выбору наиболее рационального состава битумоперлита на основе вспученного перлитового песка Ташкескенского месторождения выявлено, что наилучшим составом является состав на мелком песке смеси БП-600 при следующем соотношении по объему - наполнитель : связующее = 8:1. На данном составе проводилось изучение теплоизоляционных свойств битумоперлита. В таблице 3.1. представлен расход материалов на 1 м³ битумоперлита в зависимости от степени уплотнения.

Таблица 3.1

Расход материалов на 1 м³ битумоперлита

Соотношение битум : перлит (по объему)	Объемная масса битумоперлита, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³ битумоперлита, кг/л		Объемная масса песка, кг/м ³
		песок фракции 0-1.25 мм	композиционное связующее	
1:8	550	406/1309	144/164	310
1:8	600	443/1429	157/179	310
1:8	650	480/1548	170/194	310

Изучение максимально-предельных температур, при которых перлитобитум может быть применён в качестве теплоизоляционной системы, выявили, что термическая обработка выше 110°C приводит к изменению основных физико-химических свойств перлитобитум - водопоглощения и прочности. Результаты испытаний приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Влияние температуры термообработки на свойства битумоперлита при нагреве по всему объему и при одностороннем прогреве

Соотношение мелкого и крупного песков (по объему)	Объемная масса битумо- перлита, кг/м ³	Контрольные образцы		Образцы, прогретые по всему объему							
		прочность при сжатии, МПа	водопоглощение, %	прочность при сжатии, МПа				водопоглощение, %			
				120°С	140°С	160°С	180°С	120°С	140°С	160°С	180°С
Мелкий	550	0,8	1,9	0,8	0,8	1,2	1,9	1,90	2,10	6,90	8,20
	600	0,8	1,3	0,8	0,8	1,4	2,1	1,40	1,40	5,60	7,30
	650	0,8	1,2	0,8	0,9	1,9	2,4	1,30	1,30	5,60	6,80
Мелкий : крупный= 2:1	650	0,7	2,3	0,8	1,0	1,5	2,1	2,30	2,40	5,60	8,50
Образцы после одностороннего нагрева											
Мелкий	600	0,8	1,3	0,8	1,0	1,1	0,9	1,70	2,80	4,30	6,00
	650	0,8	1,2	0,8	1,5	1,5	1,4	1,40	2,50	3,80	5,20
Мелкий : крупный= 2:1	650	1,0	2,3	1,1	1,6	1,8	1,6	2,80	3,60	5,70	8,00

Как видно из таблицы 3.2, свойства материала практически не изменяются. При прогревании образцов по всему объему с ростом температуры наблюдается незначительное увлечение водопоглощения и прочности до температуры 140°C.

При дальнейшем увеличении температуры происходит резкое увеличение водопоглощению (в 5 раз) и прочности (в 2,5 раза), а при температуре более 180°C материал разрушается, так как начинается выгорание связующего.

Нагревание битумоперлита в условиях эксплуатации происходит только со стороны, которой материал непосредственно касается горячей поверхности трубы. В результате этого изменение его свойств, в основном, касаются внутреннего слоя, который подвергается максимальному нагреванию. При всестороннем нагреве образцов при температуре 150°C, водопоглощение и прочность увеличиваются в несколько раз, тогда как свойства материала практически не изменяются при той же температуре нагреваемой поверхности.

Исследованиями подтверждено, что наружный слой теплоизоляции имеет низкое водопоглощение, даже после своей длительной службы, что дает возможность рекомендовать битумоперлит для теплоизоляции трубопроводов бесканальной прокладки с температурой теплоносителя до 180°C. Антикоррозионные свойства битумоперлита с добавкой АиСОС и СГ и без него было исследовано в среде 0,01 молярной серной кислоте. Соотношение АиСОС : СГ=1:10.

В качестве контрольных образцов в агрессивную среду помещали по 5 стальных образца (Ст.3), покрытые битумоперлитовой оболочкой толщиной 5-10 мм и предлагаемого битумоперлита с ингибирующей добавкой. Выдерживали образцы в агрессивной среде в течение шести месяцев при заранее заданной температуре. Потом их извлекали из битумоперлитовой оболочки, промывали и высушивали. Результаты испытаний битумоперлита с прилагаемой добавкой приведены в табл. 3.3.

Антикоррозионные свойства без и предлагаемых добавок для битумоперлита

№ п/п	Количество добавки в % от массы битумоперлита	Скорость коррозии, г/м ² *час	
		20°С	90°С
1	Битумоперлит без АиСОС и СГ	0,16	0,27
2	Битумоперлит с АиСОС и СГ, 0.1	0,041	0,11
3	0,2	0,023	0,07
4	0,3	0,020	0,04

Как видно из табл. 3.3, предлагаемые добавки АиСОС и СГ достаточно высоко снижают скорость коррозии.

Одной из главных свойства битумоперлита является коэффициент теплопроводности, поскольку битумоперлит относится к теплоизоляционным материалам. Чем ниже данная характеристика, тем меньше тепла проходит через слой материала, и тем тоньше может быть изоляция, необходимая для того, чтобы теплотери не превышали норм, регламентированных СН и П-36-73 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

Коэффициент теплопроводности битумоперлита вычисляли экспериментально и используя эмпирические формулы. Результаты определения коэффициента теплопроводности битумоперлита представлены в таблице 3.3.

Из таблицы 3.4 видно, что минимальный коэффициент теплопроводности имеет битумоперлит из смеси мелкого и крупного перлитовых песков, в силу меньшего его коэффициента уплотнения и, следовательно, большей межзерновой пустотности. Однако по этим же причинам увеличивается его водопоглощение.

Оптимальным является состав битумоперлита из мелкого перлитового песка с объемной массой 600 кг/м³ и коэффициентом теплопроводности (λ), равным 0,131 ккал/м·ч·град.

Коэффициент теплопроводности битумоперлита

Объемная масса песка, кг/м ³	Модель крупности и соотношение песков	Марка битумо- перлита	Коэффициент теплопроводности, λ			
			теоретический		практический	
			Вт/м·К	ккал/м·ч·град	Вт/м·К	ккал/м·ч·град
310	2,56	550	0,15	0,13	0,14	0,12
	мелкий	600	0,16	0,14	0,15	0,13
400	3,12	650	0,17	0,14	0,18	0,16
	мелкий	600	0,16	0,13	0,14	0,12
	крупный, 2:1	650	0,16	0,14	0,18	0,15

Для теплоизоляции трубопроводов при бесканальной прокладке теплотрасс, битумоперлитовой изоляции марки БП-600 подобраны составы на основе композиционного связующего, отвечающие следующим требованиям:

- коэффициент теплопроводности при температуре 40°С – 0,151Вт/м.К;
- водопоглощение (по объему) – 3,0%;
- температура теплоносителя не должна превышать – 150°С;
- прочность при изгибе – 0,6 МПа;
- прочность при сжатии – 1,0 МПа;
- объемная плотность образцов – 600 кг/м³ [168-169].

Экономический эффект от производства битумоперлитовых изделий на основе ГРМ, взамен традиционно применяемых (на основе привозного битума), составляет 88 у.е. за 1 м³ (раздел 3.6.1.) .

3.2. Влияние моноэтаноламиновой соли гудрона растительных масел на свойства перлитокерамических теплоизоляционных систем

Перлитокерамические изделия являются одними из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов, используемых в условиях высоких температур и успешно применяемых на заводах России. Действующие предприятия по производству таких изделий используют лёгкий перлитовый песок, в частности Арагацкий (насыпная плотность 60-100 кг/м³), а в качестве связующего применяют глинопорошок в виде шлама из высокопластичной бентонитовой глины. Отсутствие такого сырья в Таджикистане явилось предпосылкой изучения возможности получения керамоперлита с использованием местных умереннопластичных глин путем добавления в шликер этаноламиновых солей гудрона растительных масел (МЭАСГРМ), полученных из отходов масложиркомбината и кубовых остатков этаноламиновой очистки газа от кислых компонентов.

Наличие аминовых, гидроксильных и карбоксильных групп в полимерных цепях у солей обеспечивает высокую связывающую способность, придает заготовкам большую прочность, что приближает её по этим свойствам к ПАВ.

Поэтому представляется важным выяснение вопроса влияния небольшого количества МЭАСГРМ на физико-механические и теплофизические свойства перлитокерамических теплоизоляционных материалов из минерального сырья Таджикистана.

Нами, была, проведена работа по подбору составов перлитокерамических изделий с использованием вспученного перлитового песка из Ташкескенских перлитов-обсидианов с насыпной плотностью 350-450 кг/м³ и глинистого сырья Тешикташского месторождения Республики Таджикистан. Результаты подбора составов представлены в таблице 3.5.

Из таблицы 3.5 видно, что введение МЭАСГРМ в состав перлитокерамической массы приводит к увеличению предела прочности

перлитокерамического черепка высушенных образцов с 12,5 до 14,5 кг·с/см². Введение в состав перлитокерамической массы незначительного количества ГРММЭА (≈0,5-1,0%) повышает прочность полуфабриката на 15%, что связано с физико-химическими свойствами, а именно с армирующими пластифицирующими свойствами.

Таблица 3.5

Подбор шихт полуфабриката керамоперлита на основе песка из сырья Ташкескенского месторождения и шликера из Тешикташской глины

Содержание МЭАСГРМ, %	Лабораторный состав		Насыпная плотность, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³			Характеристика образцов	
	песок, л	шликер, л		глина, кг	песок, кг	вода, л	прочность при сжатии, кг·с/см ²	плот- ность, кг/м ³
0	1	0,2	410	106	534	114	12,5	640
0,5	1	0,2	410	105,5	534	114	14	637
1	1	0,2	410	105	534	114	14,5	634
2	1	0,2	410	104	534	114	14	630

Кроме того, проведённые опыты показали, что введение МЭАСГРМ в состав перлитокерамической массы уменьшает продолжительность сушки опытных образцов на 30-40 мин по сравнению с исходной.

Это связано с полярным характером молекул геля МЭАСГРМ, которые воздействуют на диполи воды, способствуя ее упорядочиванию и более равномерному распределению влаги по всему объему массы, соответственно, равномерной сушке.

Шликер готовился путем мокрого помола глин Тешикташского месторождения на лабораторной шаровой мельнице. Приготовленный

шликер полностью проходил через сито 0063 (10000 отв/см²), содержал в своем составе 40-45% сухого вещества и 55-60% воды. Отмеренное количество песка и шликера перемешивали на лабораторной растворомешалке и формовали изделия на фрикционном прессе при давлении 1,5-2,0 МПа.

Обжиг производили в лабораторной камерной печи, работающей на жидком топливе. Обжиг проводили по следующему режиму: увеличение температуры от 0 до 400°C – по 100°C в час; то же от 400°C до 850°C – по 150°C в час; выдержка при 850°C - 1 час. Обожжённые образцы имели четкие грани, отколотей и отбитей не наблюдалось. Прочностные характеристики образцов показаны в таблице 3.6.

Из таблицы 3.6 видно, что введение ГРММЭА приводит к увеличению предела прочности перлитокерамического черепка обожженных образцов при изгибе с 10 до 12,5 кг/см², а при сжатии - с 23 до 28 кг/см².

Таблица 3.6

Физико-механические свойства обожжённых керамоперлитов на основе песка из сырья Ташкескенского месторождения и шликера из Тешикташской глины

Содержание ГРММЭА, %	Лабораторный состав		Насыпная плотность, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³			Характеристика образцов		
	песок, л	шликер, л		глина, кг	песок, кг	вода, л	предел прочности, кг·с/см ²		объёмная плотность, кг/м ³
							при изгибе	при сжатии	
0	1	0,2	410	106	534	114	10	23	800
0,5	1	0,2	410	105,5	534	114	11	25	780
1	1	0,2	410	105	534	113,5	12	27	760
2	1	0,2	410	104	534	113	12,5	28	750

Сравнение термограмм перлитокерамической исходной массы с массой, содержащей 1% МЭАСГРМ показало, что в первой массе дегидратация идёт медленно, с выраженным эндотермическим эффектом при 180°C.

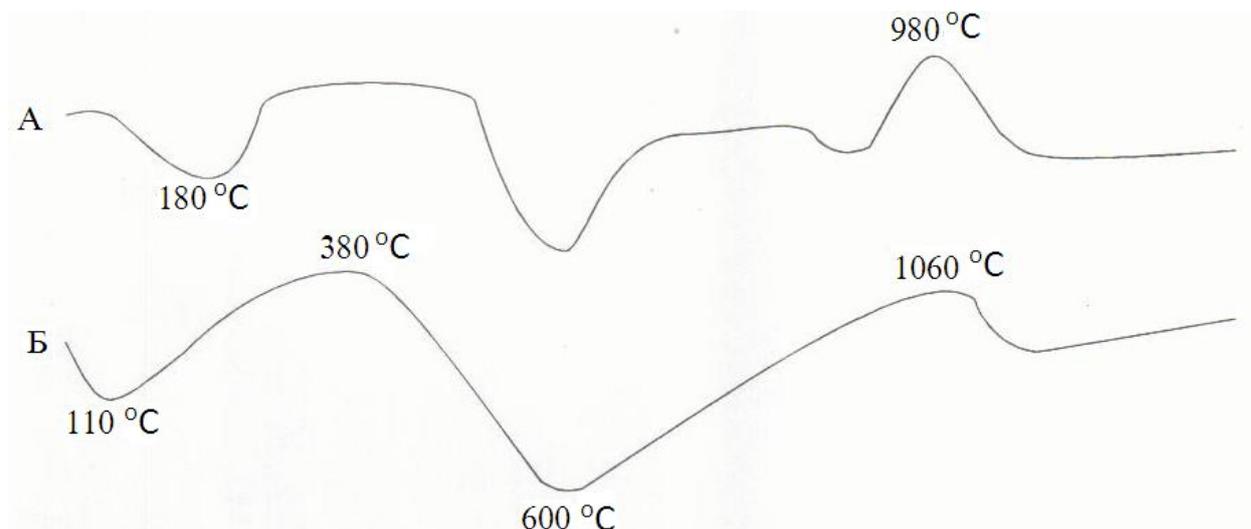


Рис. 3.1. Термограмма перлитокерамических масс:
а) без добавок; б) с добавкой МЭАСГРМ 1% от веса массы.

Экзотермический эффект с максимумом 380°C отмечается во второй массе, содержащей МЭАСГРМ, который вызван началом процесса выгорания МЭАСГРМ, что сопровождается значительными потерями в массе в интервале температур 380-600°C.

Таким образом, введение в перлитокерамические массы небольшого количества МЭАСГРМ увеличивает за счет выгорания МЭАСГРМ пористость при обжиге, улучшает равномерность распределения частиц, способствует уменьшению коэффициента теплопроводности, а также повышает механическую прочность изделий. Увеличение механической прочности готовых изделий и полуфабрикатов приводит к уменьшению технологических отходов при производстве, отправке, транспортировке и заборке изделий.

Термическую стойкость изделий определяли по ГОСТу 7875-56 при температуре 850°С и охлаждали их на воздухе. Изделия выдерживали 10 циклов. После испытаний образцы не имели нарушений структуры, трещин, отколов.

Было изучено влияние температуры в интервале от 75 до 790°С горячей стороны образца на коэффициент теплопроводности. Результаты показаны в таблице 3.6, из которой видно, что коэффициент теплопроводности перлитокерамической исходной массы выше, чем у массы, содержащей 1% МЭАСГРМ. Перлитокерамические изделия, полученные без МЭАСГРМ, не соответствуют ГОСТу по требованиям плотности и теплопроводности, а содержащие 1% МЭАСГРМ при условии эксплуатации и температуре не выше 850°С соответствуют требованиям, предъявляемым к огнеупорным теплоизоляционным изделиям такой же плотности [170-171].

Технологический процесс производства керамоперлитовых изделий, как показано на рисунке 3.2, складывается из следующих операций: приготовление глиняного шликера, перемешивание его со вспученным перлитовым песком, формирование изделий и их обжиг, обычно в качестве связующего применялся шликер из высокопластичной бентонитовой глины.

Отсутствие такого сырья в Таджикистане явилось предпосылкой изучения возможности получения керамоперлита с использованием местных умереннопластичных глин. В результате лабораторных испытаний выявлено увеличение термостойкости изделий в случае применения смеси умереннопластичной глины и МЭАСГРМ. Исходя из этих данных, технологическая схема и регламент разработаны с учетом использования шликера из смеси Тешикташской глины и МЭАСГРМ.

Влияние температуры на коэффициент теплопроводности образцов

Содержание МЭАСГРМ, %	Характеристика образцов		Коэффициент теплопроводности образцов		
	объёмная плотность, кг/м ³	предел прочности при сжатии, кг·с/см ²	t горячей поверхности, °С	средняя t образца, °С	коэффициент теплопроводности, Вт/м·К
0	750-800	23.0	75.0	55.0	0.22
			100.0	80.0	0.32
			200.0	136.0	0.33
			300.0	145.0	0.33
			400.0	265.0	0.34
			460.0	285.0	0.34
			600.0	350.0	0.35
			760.0	460.0	0.36
1	650-725	27.0	75.0	55.0	0.20
			150.0	112.0	0.23
			200.0	140.0	0.23
			300.0	205.0	0.24
			400.0	263.0	0.245
			450.0	280.0	0.25
			600.0	350.0	0.26
			790.0	480.0	0.28

Экономический эффект от производства перлитокерамических теплоизоляционных систем на основе Тешик - Ташских глин и МЭАСГРМ, взамен традиционно применяемых (на основе привозных Веселовских глин), составляет 27,33 у.е./м³ (раздел 3.6.2.).

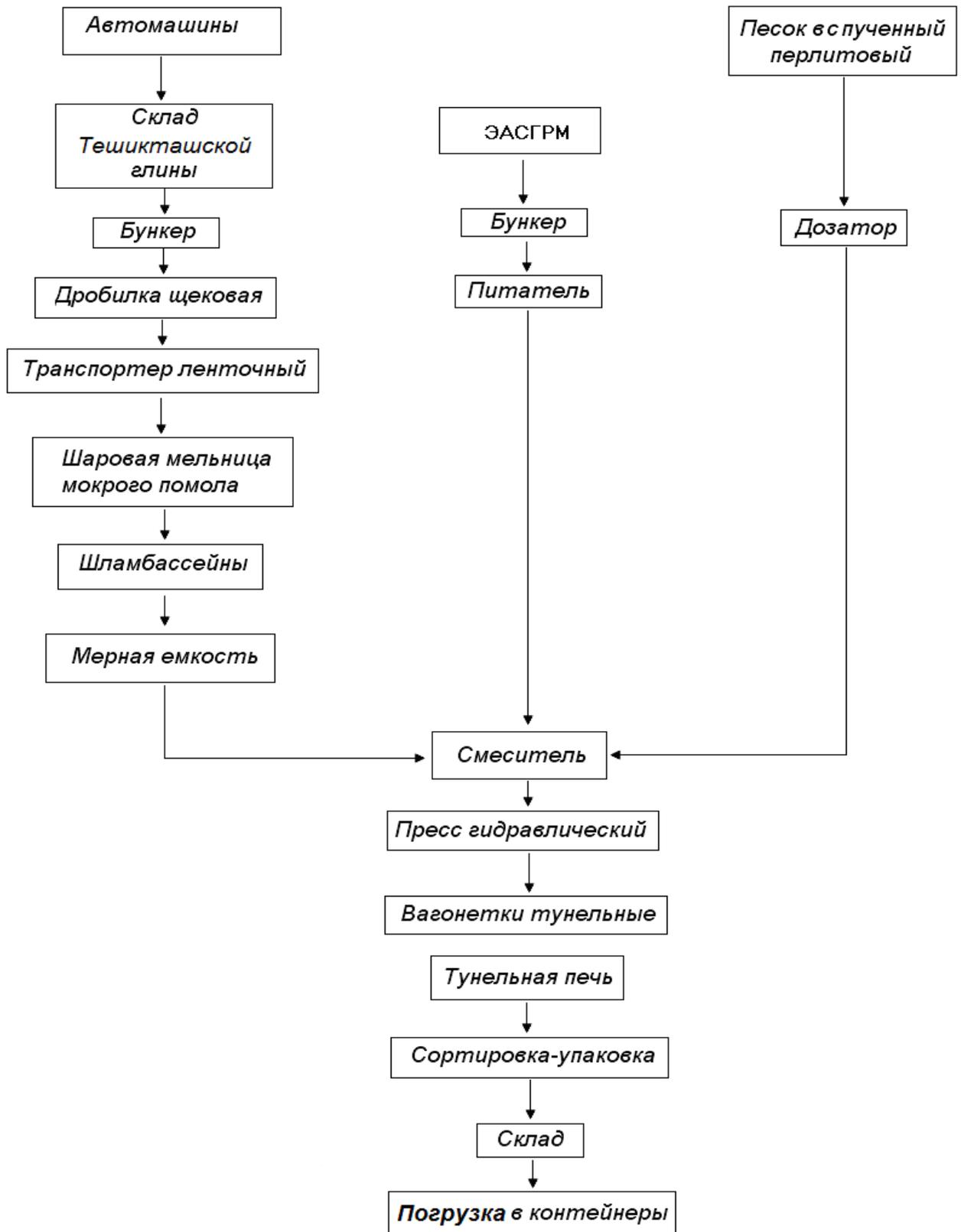


Рисунок 3.2. Технологическая схема производства керамоперлитовых изделий.

3.3. Изучение возможности изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха и связующего на его основе

В Республике Таджикистан имеется большое количество целлюлозосодержащих материалов. Накапливается значительное количество вторичных продуктов при переработке хлопка - это циклонный и хлопковый пух, волокнистый улюк и другие.

Установлено, что применение их в качестве теплоизоляционного строительного материала является одним из путей рационального использования этих отходов. При этом органические и минеральные вяжущие можно использовать в качестве связующего.

Нами исследованы упрочнение и улучшение теплофизических свойств волокнистых теплоизоляционных плит, где в качестве связующих предлагаются полученные из целлюлозы. ПАВ, с использованием отходов ваточесального производства и перлитового песка.

Известное количество ПАВ перлитового песка и отходов тщательно перемешивают, помещают в установленную на сетчатую поверхность форму, которая ставится под пригруз с массой. Через сутки образцы извлекают из формы и сушат при температуре $100 \pm 10^\circ\text{C}$.

Было опробовано несколько составов с различным содержанием отходов ваточесального производства, ПАВ (ПВА+КМЦ) плотности 1100 кг/м^3 и перлитового песка для подбора оптимального состава теплоизоляционных изделий.

В таблице 3.7 представлены результаты подбора звуко- и теплоизоляционных составов на основе песка Ташкескенского месторождения и отходов ваточесального производства.

Из подобранных составов шихт были выбраны наилучшие. Расход материала на м^3 волокнистых теплоизоляционных плит составил:

- объёмная масса образцов - 312 кг/м^3 ;
- ПАВ плотности $1,1 \text{ г/см}^3$ – 21 л;

- хлопковый пух – 33 кг;

- песок - 210/0,7 кг/м³.

Для изготовления опытной партии плит был использован оптимальный состав на основе песка Ташкескенского месторождения и отходов ваточесального производства. Плиты изготавливались в лабораторных условиях. Отдозированные компоненты тщательно перемешивали в течение 5 минут, массу укладывали на сетчатую поверхность в форму, которую закрывали крышкой с пригрузом весом 3 кг. Через сутки изделия извлекали из формы и сушили при температуре 100°С до постоянного веса. Были изготовлены плиты с декоративным покрытием размером 300х300х20 мм. Плиты достаточно легкие и прочные, имеют хороший вид.

Таблица 3.7

Подбор состава теплоизоляционных изделий

№	Лабораторный состав, см ³		ПАВ, % от песка	Расход материала на м ³				Характеристика образцов	
	песок	хлопковый пух		песок, кг/м ³	хлопковый пух, кг	ПАВ, %	вода, л	изгибе ПВА/ПВА+КМЦ, кг/см ³	объёмная масса с ПВА / ПВА+ КМЦ, кг/см ³
1.	200	200	2,5	360/0,8	28	10	400	7,1/7,4	400/396
2.	200	200	5,0	310/0,68	34	15	480	7,9/ 8,2	350/347
3.	200	200	10,0	300/0,66	33,5	30	470	9/10	357/345
4.	100	200	5,0	290/0,64	45	14,5	210	7,6/7,5	312/365
5.	100	200	10,0	210/0,47	33	21	480	7,2/7,5	312/365
6.	100	200	20,0	150/0,33	33,5	30	490	11,2/12,1	372/365
7.	200	100	5,0	450/1,0	17	22	240	9,3/9,9	439/434
8.	200	100	10,0	400/0,9	15	40	215	6,9/7,3	452/446

Для определения коэффициента звукопоглощения были изготовлены плиты толщиной 40 мм и диаметром 100 мм, для определения коэффициента теплопроводности - образцы размером 160x130x40 мм, Коэффициент теплопроводности образцов при температуре 29 и 70°C соответственно составляет 0,075 и 0,12 Вт/м·К. Коэффициенты звукопоглощения теплоизоляционных плит представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8

Коэффициент звукопоглощения волокнистых теплоизоляционных плит

	Частота колебаний, Гц										
	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
Коэффициент звукопоглощения, Вт/м·К	0,33	0,14	0,16	0,3	0,05	0,14	0,35	0,25	0,25	0,33	0,41

Как видно из таблицы 3.8, коэффициент звукопоглощения составляет от 0,05 до 0,12 Вт/м·К при частоте колебаний от 160 до 1600 Гц [171].

В таблице 3.9 представлены технические характеристики плит с использованием вспученного Ташкескенского перлитового песка с объемной плотностью 350-450 кг/м³.

Теплоизоляционные декоративно-акустические плиты используются для изоляции перекрытий стеновых панелей, металлических профилированных настилов для внутренней акустической отделки жилых, промышленных и административных зданий.

Производство теплоизоляционных плит включает следующие процессы:

- распушение волокнистых материалов (хлопковый пух);
- приготовление гидромассы: перемешивание хлопкового пуха с антипиреном, гидрофобизатором, осадителем и связующим веществом;
- перемешивание гидромассы с перлитовым песком;
- формирование гидромассы на длинносеточной отливочной машине;
- раскрой плит [172].

Технические характеристики плит

Наименование показателей	Показатели	
	плиты из Ташкескенского перлитового песка	требования по ГОСТу 9573-83 для марки 400
Средняя плотность, кг/м ³	420	350-450
Предел прочности при сжатии, МПа (кг·с/см ²)	4,5 (45)	4,0 (40)
Предел прочности при изгибе, МПа (кг·с/см ²)	1,0 (10)	0,8 (8)
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,05	0,06
Содержание связующего, %	2	5-8

3.3.1. Описание технологической схемы изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха

Для изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха была разработана принципиальная технологическая схема, представленная на рисунке 3.3.

Хлопковые отходы (пух) при помощи бункеров и питателей подаются в гидроразбиватель, затем проходят очистку от металлических частиц на очистителе и поступают на вторичный помол в массный ролл.

Хранение гидромассы осуществляется в бассейне. Для дальнейшей переработки масса подается в регулятор концентрации массы, затем в бак непрерывной проклейки, куда поступают также антипирен, связующее вещество, антисептик, парафиновая эмульсия.

Для изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха была разработана принципиальная технологическая схема, представленная на рисунке 3.3.

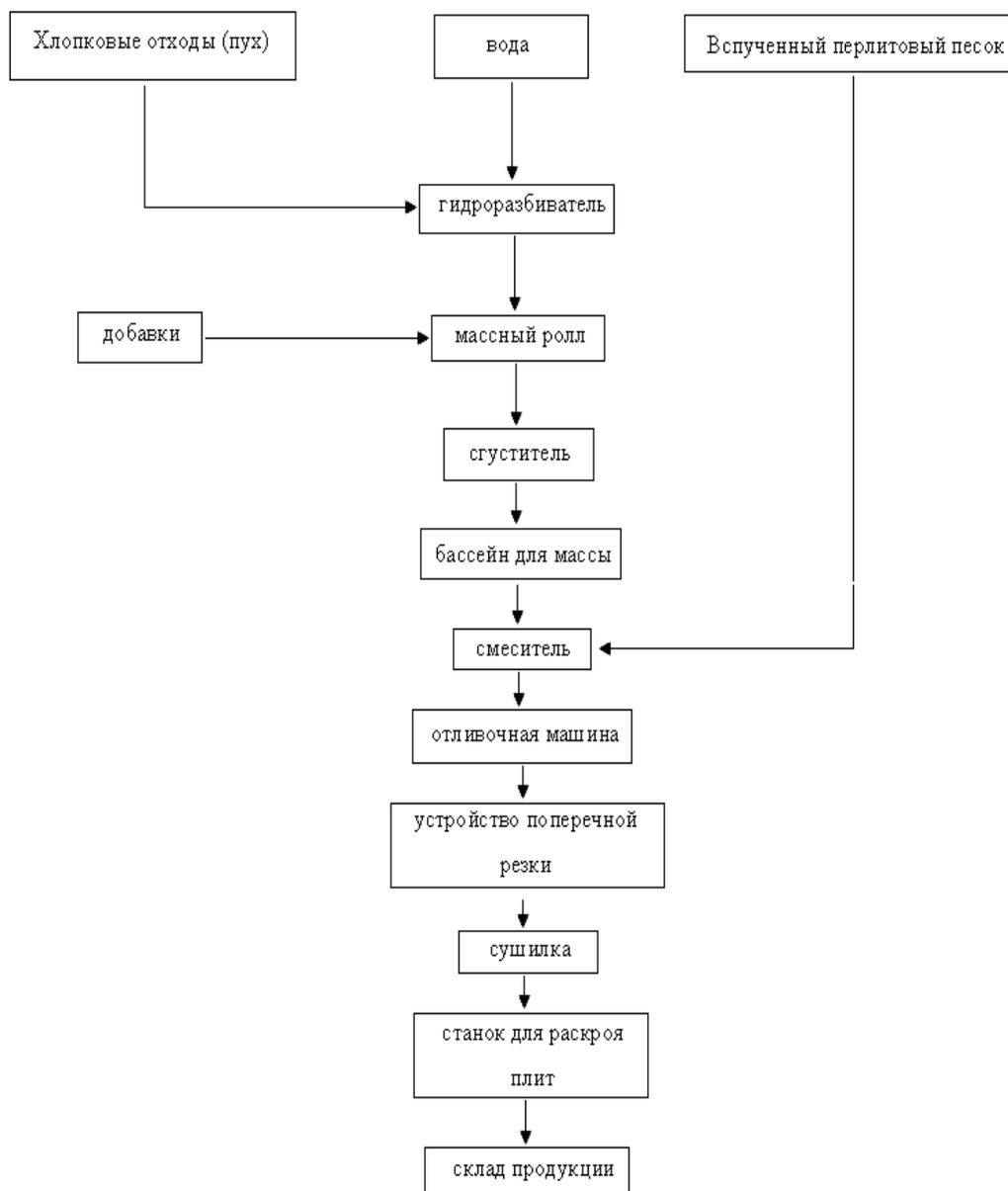


Рисунок 3.3. Принципиальная технологическая схема изготовления теплоизоляционных плит с использованием хлопкового пуха.

Приготовление парафиновой эмульсии осуществляется в специальном аппарате: растворов антипирена, связки, антисептика и осадителя – в мешалках.

Перемешивание гидромассы с перлитовым песком осуществляется в гравитационном смесителе, формирование – на длинносеточной отливной машине, сушка – в многоярусной роликовой сушилке.

Высушенные плиты кроются по размерам.

Экономический эффект от производства теплозвукоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка и отходов ваточесального производства (хлопкового пуха), взамен традиционно применяемых (на основе минераловатных плит), составляет 2,22 у.е./м² при толщине 50-60 мм = 44.4 у.е./м³ (раздел 3.6.3.).

3.4. Исследование возможности получения теплоизоляционных изделий на основе обсидиано-перлитовых пород

В настоящее время в СНГ быстрое развитие получила новая отрасль промышленности строительных материалов - производство вспученного перлита и изделий на его основе [173].

В Таджикистане разведана сырьевая база перлито-обсидианов Ташкескенского месторождения, наличие промышленных запасов которого является предпосылкой организации производства вспученного перлита для различных отраслей народного хозяйства [174].

В течение ряда лет были проведены исследования на вспучиваемость перлито-обсидианов Ташкескенского месторождения, которые подтвердили их пригодность для применения в качестве пористых заполнителей [175].

При этом недооценивались другие, более эффективные области потребления вспученного перлита. Отдельные виды изделий из перлита по своим физико-механическим и теплозащитным свойствам являются уникальными. Использование перлитовых изделий вместо традиционных материалов обеспечивают долговечность и надежность конструкций в эксплуатации [175].

3.4.1. Звукоизоляционные изделия на основе гипсоперлитовых комплексов

В интересах успешного развития производства акустических материалов в стране возникает необходимость в промышленном основании

широкой номенклатуры звукопоглотителей из дешевого сырья. Так наличие в стране дешевых перлитовых и гипсовых сырьевых ресурсов и производственной базы по их вспучиванию благоприятствуют организации производства звукопоглощающих изделий различного назначения из вспученных перлитов и гипса.

На основе гипсовых связующих материалов выпускаются различные гипсоперлитовые изделия. Например, штукатурные растворы на основе вспученного перлитового песка отличаются от обычных штукатурных растворов пониженной объемной массой, улучшенными тепло- и звукоизоляционными свойствами. Благодаря малой теплопроводности перлитовые штукатурки могут использоваться в промышленном, жилищном и культурно-бытовом строительстве для снижения потерь тепла через наружные стены (в частности, в неотапливаемых зданиях). Вследствие большого звукопоглощения перлитовые штукатурные растворы используются для улучшения акустики в больших помещениях, концертных залах, кинотеатрах, студиях и т.д. [176].

Подбор гипсоперлитовых составов для стеновых изделий. Подбор составов растворов производится опытным путем. При исследованиях применялся разный расход вяжущего, различное водогипсовое соотношение. Из намоченных составов готовилась растворная смесь по объему: отмерялось намеченное количество песка и замачивалось небольшим количеством воды на 20 мин. Затем добавлялось вяжущее и оставшая вода, тщательно все перемешивалось, определялись осадка конуса, объемная масса растворной смеси и забивались кубики размером 7,07x7,0x7,07 см. Спустя сутки образцы расплубливались и хранились в соответствии с инструкцией. Результаты подбора составов раствора на основе перлитового песка и гипса приводятся в таблице 3.10.

Как видно из таблицы 3.10, для отделки внутренних помещений оптимальными являются составы 1:4, 1:5 (гипс : перлитовый песок),

объемная масса составляет 550-760 кг/м³, предел прочности на сжатие 2-3 МПа [177-178].

Таблица 3.10

Подбор составов раствора на основе гипса

№ п/п	Состав раствора (по объему)				Осадка конуса, мм	Объемная масса растворной смеси, кг/см ³	Прочность МПа, в возрасте		Объемная масса сухих образцов, кг/м ³
	гипс	перлитовый песок		вода, л			через сутки	высушенных образцов	
		1	2						
1	1	-	3	1,7	10	1080	0,7	4,9	630
2	1	-	4	2,2	10	1020	0,4	3,2	560
3	1	-	5	2,8	12	1040	0,2	2,1	550
4	1	-	6	3,3	10	985	0,2	1,4	520
5	1	3	-	1,6	11	1140	0,7	4,5	690
6	1	4	-	2,2	11	1105	0,4	3,3	650
7	1	5	-	2,7	11	1070	0,3	2,0	630
8	1	6	6	3,3	10	1070	0,3	1,2	600

Подбор замедлителей сроков схватывания гипсового теста. Быстрое схватывание гипсового теста создает неудобства в работе с ним. Для замедления сроков схватывания применяются различные вещества (таблица 3.11). Определено влияние ВЭТ-1, ВВПГ и соли гудрона растительных масел (ГРММЭА, ГРМNa) и нефтяных сульфокислот (НСКМЭА, НСКNa) на свойства гипсовых образцов.

Из данных таблицы 3.11 следует, что добавка 1-1,5% ВВПГ вызывает замедление сроков схватывания на 5-10 мин без изменения прочностных свойств. Введение в состав 0,005-0,01% ВЭТ-1 вызывает замедление сроков схватывания на 5-20 минут при незначительном снижении прочностных свойств гипса. Соли гудрона растительных масел (ГРММЭА, ГРМNa) и нефтяных сульфокислот (НСКМЭА, НСКNa) при концентрации 0,2-0,9% вызывают замедление сроков схватывания на 4-8 минут при увлечении прочностных свойств гипса [179].

Влияние замедлителей на свойства гипсовых образцов

№ состава	Наименование замедлителя	Количество, %		Срок схватывания, мин		Предел прочности через 2 часа, МПа		Предел прочности высушенных образцов, МПа	
		гипса	замедлителя	начало	конец	при изгибе	при сжатии	при изгибе	при сжатии
1	ВВПГ	100	-	8	13	2,6	4,7	3,7	8,8
2		99,5	0,5	11	17	1,9	4,3	4,8	9,7
3		99	1,0	13	18	2,1	4,6	5,1	8,4
4		98,5	1,5	18	23	2,1	4,1	4,4	9,4
5	ВЭТ-1	99,995	0,005	13	18	2,5	4,7	4,5	9,5
6		99,992	0,0075	15	22	2,5	4,8	4,3	9,4
7		99,99	0,01	28	39	1,8	4,2	3,7	9,2
8		99,9	0,1	120	150	-	-	1,7	5,4
9	Декстрин	99,5	0,5	8	12	3,6	7,1	3,7	7,8
10		99,0	1,0	7,5	13	3,7	6,9	4,1	7,9
11	ГРММЭА	99,7	0,3	10	15	3,6	7,5	4,6	7,4
12	ГРМNa	99,7	0,3	9	13	3,3	7,1	4,0	6,9
13	НСКМЭА	99,8	0,2	8,5	14	3,4	7,2	4,1	7,5
14	НСКNa	99,8	0,2	12,5	18	3,2	6,9	43,9	7,4
15	Ca(OH) ₂	99,0	1,0	9,5	14	3,3	7,2	3,6	7,5
16	НСКNa : Ca(OH) ₂ = 1:2	99,1	0,9	13,5	19,5	3,4	8,2	4,7	8,4

Определение прочности сцепления раствора с кирпичом. Степень сцепления образцов с раствором определяли путем определения прочности сцепления двух половинок кирпича с раствором состава 1:5 (гипс : перлитовый песок Ташкескенского месторождения). Изготовленные пары образцов при помощи специальных захватов испытывали на разрывной машине типа УМ-5а. Результаты исследования представлены в таблице 3.12.

Из таблицы 3.12 видно, что средняя прочность сцепления кирпича с раствором составляет 0,26 МПа.

Для определения влияния сроков хранения сухой растворной смеси на прочностные свойства образцов, была изготовлена сухая растворная смесь оптимального состава 1:5 (гипс : Ташкескенский перлитовый песок объемной массой 310 кг/м³). Смесь была затаврена в крафтмешок и оставлена на

хранение в помещении с относительной влажностью не более 60% и средней температурой + 20°C.

Таблица 3.12

Прочность сцепления образцов с раствором

№ образцов	Прочность сцепления образцов с раствором, МПа	Характер разрушения
1	0,25	по раствору
2	0,30	по раствору
3	0,35	по раствору
4	0,22	по раствору
5	0,20	по раствору
среднее	0,26	по раствору

Изучена зависимость прочностных свойств гипсоперлитовых штукатурных смесей от времени хранения. Результаты исследования представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

Зависимость прочностных свойств гипсоперлитовых штукатурных смесей от времени хранения

№ опыта	Срок хранения, месяцев	Характеристика смеси		Характеристика образцов, высушенных до постоянного веса	
		осадка конуса, см	объемная масса кг/см ³	плотность, кг/см ³	предел прочности при сжатии, МПа (кг·с/см ²)
1	свеже-изготовленный	11	1070	540	0,72 (7,2)
2	1	10	1080	560	0,70 (7,0)
3	2	11	1070	560	0,61 (6,1)
4	3	11	1070	540	0,57 (5,7)
5	4	11	1070	540	0,52 (5,2)
6	5	10	1080	540	0,52 (5,2)

Из данных таблицы 3.13 следует, что длительное хранение несколько ухудшает прочностные свойства образцов.

Для определения коэффициента звукопоглощения испытывали гипсоперлитовые образцы составов при соотношении 1:6 и 1:10. Результаты определения коэффициента звукопоглощения образцов состава 1:6 и 1:10 на основе Ташкескенского песка и гипса приводятся в таблице 3.14.

Таблица 3.14

Коэффициент звукопоглощения образцов

Гц	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
1:6	0,06	0,06	0,05	0,08	0,27	0,05	0,07	0,09	0,10	0,10	0,18	-
1:10	0,08	0,09	0,04	0,11	0,21	0,10	0,14	0,16	0,13	0,12	-	-

Таким образом, подобранные составы штукатурных смесей для отделки наружных и внутренних стен зданий на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и гипса имеют следующие показатели: прочность сцепления глиняного кирпича с гипсоперлитовым раствором составляют 0,26 МПа; длительное хранение (больше 5 месяцев) сухой гипсоперлитовой смеси несколько ухудшает прочностные свойства образцов (с 0,7 до 0,5 МПа); коэффициент звукопоглощения гипсоперлитовых штукатурных смесей в интервале 500-2500 Гц находится в пределах 0,05-0,13; использование в качестве замедлителя сроков схватывания 1-1,5% ВВПГ или 0,005-0,01% ВЭТ-1 (от гипса) вызывает замедление сроков схватывания при незначительном снижении прочностных свойств образцов, а ГРММЭА, ГРМNa и НСКNa:Ca(OH)₂=1:2 при концентрации 0,2-0,9% также вызывает замедление сроков схватывания, но при этом приводит к увлечению прочностных свойств образцов [176-179,184].

3.4.2. Исследование возможности получения термоперлитовых теплоизоляционных изделий на основе перлитового песка и в качестве связующего комбинированной связки едкого натра и жидкого стекла

Проведены исследования возможности получения термоперлитовых теплоизоляционных изделий. Задача подбора состава термоперлита заключалась в том, чтобы получить составы, которые по своим физико-механическим показателям пригодны, как теплоизоляционный материал для изоляции горячей поверхности энергетического и технологического оборудования.

При разработке составов термоперлита в качестве связующих были использованы едкий натр, жидкое стекло и комбинированная связка (известь и едкий натр). Технология изготовления термоперлита основана на поверхностном спекании зерен перлитового песка в присутствии щелочных добавок в процессе технической обработки, в результате чего образуется цементирующее вещество в виде силикатного стекла.

Технология изготовления образцов термоперлитовой теплоизоляции с использованием комбинированной связки (извести и едкого натра) заключалась в следующем. Вспученный перлитовый песок смешивался с известковым молоком плотностью $1,198 \text{ г/см}^3$ в количестве, соответствующем 10% Ca(OH)_2 от массы песка, затем к смеси добавляется раствор едкого натра плотностью $1,20-1,50 \text{ г/см}^3$ в количестве, соответствующем 2 и 3% кристаллического NaOH от массы песка. Из приготовленной массы методом прессования изготавливались цилиндры диаметром и высотой 50 мм. Формование образцов производилось при удельном давлении прессования от 0,08 до 0,46 МПа. При этом для каждой заданной нагрузки бралась соответствующая навеска массы с таким расчетом, чтобы высота образца во всех опытах оставалась постоянной (50 мм). Отпрессованные образцы подвергались термообработке в лабораторной электропечи, температура обжига и время выдержки подбирались опытным

путем. Серия проведенных экспериментов привела к выводу, что оптимальными условиями обжига являются температура 1220 К (950°C) и выдержка образцов в течение двух часов. Результаты подбора составов мелкого и смесей мелкого и крупного (в соотношении 2:1) перлитовых песков представлены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Физико-механические свойства термоперлита на основе мелкого, смеси мелкого и крупного перлитового песка в соотношении 2:1 по объему и комбинированной связки (известь, едкий натр)

Состав шихты	Температура постоянной выдержки образцов, К	Нагрузка при прессовании образцов, МПа	Объемная масса, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
Перлитовый песок - 88%, известь-пушонка - 10%, едкий натр кристаллический - 2%, вода (сверх 100%) - 30%	1220 (950°C) в течении 2-х часов.	0,08	(630) 750	(0,30) 0,09
		0,1	(650) 650	(0,47) 0,13
		0,15	(670) 670	(0,67) 0,40
		0,2	(695) 695	(0,89) 0,65
		0,25	(700) 700	(0,93) 0,78
		0,36	(770) 770	(1,22) 1,75
		0,46	(790) 790	(1,54) 1,90
Перлитовый песок - 87%, известь-пушонка - 10%, едкий натр кристаллический - 3%, вода (сверх 100%) - 30%		0,08	(655) 750	(0,24) 0,12
		0,1	(700) 700	(0,63) 0,63
		0,15	(750) 750	(0,65) 0,33
		0,2	(760) 780	(0,69) 0,59
		0,25	(-) 820	(-) 0,7
		0,36	(850) 840	(1,9) 1,25
		0,46	(900) 860	(2,8) 1,33

Данные таблицы 3.15 показывают, что на основе мелкого и смеси крупного и мелкого перлитового песка Ташкескенского месторождения с использованием комбинированной связки (извести и едкого натра) получен термоперлит прочностью от 0,30 до 2,8 МПа и объемной массой соответственно 630 и 900 кг/м³.

Оптимальным составом является состав из мелкого песка с использованием 2% кристаллического едкого натра с усилием прессования 0,25 МПа, объемной массой 700 кг/м³ и прочностью при сжатии 0,9 МПа.

Кроме того, проведены исследования по подбору составов термоперлита с применением в качестве связующего раствора едкого натра и жидкого стекла. Результаты подбора приведены в таблицах 3.16 и 3.17.

Таблица 3.16

Подбор оптимального количества вводимого раствора щелочи и температуры обжига

Содержание 15% раствора NaOH от массы песка, %	Температура обжига образцов, К	Время термообработки, час	Нагрузка при прессовании образцов, МПа	Объёмная масса, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
30	В связи с недостаточным количеством связующего образцы не удалось заформовать				
40	870 (600°C)	1	0,15	480	0,18
			0,25	530	0,41
			0,36	580	0,57
			0,46	650	1,00
	920 (650°C)	1	0,15	560	0,20
			0,25	530	0,38
			0,36	670	0,60
			0,46	680	1,10
	970 (700°C)	1	0,15	400	0,80
			0,25	420	0,97
			0,36	480	1,30
			0,46	510	1,33
	1020 (750°C)	1	0,15	600	1,7
			0,25	640	1,4
			0,36	650	1,0
			0,46	660	1,5
	1070 (800°C)	1	0,15	670	0,5
			0,25	700	0,18
			0,36	720	1,20
			0,46	750	1,22
50	870 (600°C)	1	0,15	500	0,18
			0,25	530	0,41
			0,36	590	0,57
			0,46	640	1,00
	920 (650°C)	1	0,15	560	0,12
			0,25	530	0,35
			0,36	670	0,46
			0,46	680	1,71
	970 (700°C)	1	0,15	510	0,34
			0,25	540	0,56
			0,36	560	0,85
			0,46	600	0,98
	1020 (750°C)	1	0,15	720	1,37
			0,25	730	1,54
			0,36	650	1,60
			0,46	660	1,65

Подбор оптимальной продолжительности изотермической выдержки образцов

Время термообработки, час	Нагрузка при прессовании образцов, МПа	Объёмная масса, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
0,5	0,15-0,46	Недостаточное время обжига, образцы не имеют прочности	
1,0	0,15	400	0,80
	0,25	420	0,97
	0,36	480	1,30
	0,46	510	1,33
1,5	0,15	420	0,60
	0,25	470	0,83
	0,36	530	0,99
	0,46	570	1,12
2,0	0,15	550	0,31
	0,25	570	0,82
	0,36	600	0,89
	0,46	650	0,96
3,0	0,15	720	1,50
	0,25	730	1,85
	0,36	750	1,90
	0,46	760	1,98

Примечание: подбор оптимального времени обжига образцов проводился при оптимальной температуре 970 К (700°C) и оптимальном составе (40% NaOH от массы песка).

В опытах в качестве связующего использовали 15% раствор едкого натра в количестве 30, 40 и 50% от массы вспученного перлита.

Ввиду того, что использование крупного песка приводит к увеличению объемной массы, следовательно, и коэффициента теплопроводности, считали целесообразным использовать только мелкий песок. Технология изготовления образцов включает следующие операции: приготовление щелочного раствора, перемешивание песка со щелочным компонентом, формование образцов и термическая обработка.

Из данных таблиц 3.16 и 3.17 видно, что оптимальным является состав с содержанием 15% раствора NaOH в количестве 40% от массы перлитового

песка при длительности термической обработки в течение одного часа при температуре 970 К.

Технология изготовления термоперлита с применением в качестве связующего жидкого стекла аналогична получению термоперлита на основе щелочи. Результаты подбора стеклоперлита приведены в таблице 3.18.

Таблица 3.18

Физико-механические свойства термоперлита на основе мелкого вспученного песка с применением в качестве связующего жидкого стекла

Содержание жидкого стекла от массы песка, %	Температура обжига образцов, К	Время обжига, час	Нагрузка при прессовании образцов, МПа	Объемная масса, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
20	970 (700°C)	1	0,15	430	0,12
			0,25	480	0,20
			0,36	500	2,7
			0,46	510	3,28
25	970 (700°C)	1	0,15	440	1,37
			0,25	490	2,54
			0,36	500	3,60
			0,46	520	4,65
25	970 (700°C)	1.5	0,15	500	2,75
			0,25	530	4,8
			0,36	590	6,20
			0,46	650	7,22
25	1020 (750°C)	1	0,15	500	2,8
			0,25	560	4,8
			0,36	620	5,7
			0,46	660	6,8
20	1070 (800°C)	1	0,15	500	2,50
			0,25	600	4,35
			0,36	610	4,60
			0,46	620	4,90
25	1070 (800°C)	1	0,15	500	1,71
			0,25	650	4,2
			0,36	790	7,0
			0,46	850	10,0

Из данных таблицы 3.18 следует, что оптимальным является содержание 25% жидкого стекла от массы перлитового песка и обжига образцов в течение одного часа при температуре 970 К.

Важнейшей характеристикой термоперлита, как теплоизоляционного материала, является коэффициент теплопроводности. Чем он ниже, тем меньше количества тепла, проходит через слой материала, и тем тоньше может быть изоляция, необходимая для того, чтобы теплотери не превышали норм, регламентированных в СН и П-36-73 «Тепловые сети. Нормы проектирования».

Теплопроводность зависит от пористости материала, характера пор, вида материала, строения, влажности, объемной массы, средней температуры, при которой происходит передача тепла.

Теплопроводность термоперлитов изучалась на оптимальных составах, результаты исследования приведены в таблице 3.19.

Таблица 3.19

Оптимальные составы и основные физико-механические свойства термоперлита

Состав смеси	Температура термообработки, К	Время термообработки, час	Объемная масса, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа
15% раствора NaOH, 40% от массы перлитового песка	970	1	500	1,0
Жидкое стекло 25% от массы перлитового песка, %	970	1	500	2,7
Перлитовый песок - 88%, известь (пушонка) - 10%, едкий натр кристаллический - 2%, вода (сверх 100%) - 30%	1220	2	700	0,9

Коэффициенты теплопроводности термоперлитов на различных щелочных связующих приведены в таблице 3.20.

Коэффициент теплопроводности термоперлитов

Используемое связующее	Коэффициент теплопроводности, определяемый при температуре, Вт/м·К (ккал/м·ч·°С)			
	295 К	310 К	325 К	342 К
NaOH	0,109(0,095)	0,135(0,116)	0,221(0,190)	0,230(0,198)
Жидкое стекло	0,157(0,135)	0,219(0,188)	0,287(0,247)	0,292(0,251)
Комбинированная связка	0,220(0,190)	0,391(0,336)	0,509(0,438)	0,518(0,445)

Согласно ГОСТу 16381-77 «Материалы строительные теплоизоляционные», теплоизоляционные материалы должны иметь плотность (объемную массу) не более 500 кг/м³ и обладать теплопроводностью не более 0,175 Вт/м·К (0,15 ккал/м·ч·°С) при температуре 295 К. Термоперлит на комбинированной связке не соответствует требованиям ГОСТа, как по объемной массе, так и по величине коэффициента теплопроводности и не может быть рекомендован в качестве теплоизоляционного материала. Термоперлит с использованием в качестве связующего едкого натра удовлетворяет требованиям ГОСТа по теплопроводности и объемной массе. Однако данные образцы не прошли испытания на долговечность. После шестимесячного хранения в воздушной среде они дали трещины с отслоением верхнего слоя и, следовательно, состав не может быть использован в качестве теплоизоляционного материала. Термоперлит на основе жидкого стекла отвечает требованиям ГОСТа по всем соответствующим параметрам.

Термоперлит с использованием в качестве связующего жидкого стекла выдержал испытание на долговечность без потерь прочности на сжатие и может быть рекомендован в качестве теплоизоляционного материала для изоляции энергетического и технологического оборудования с температурой рабочей поверхности не выше 870 К [180, 181-183].

3.4.3. Определение минералогического состава перлитового песка и термоперлита на основе щелочных связующих

В термоперлите с применением в качестве связующего едкого натра (NaOH) с температурой термообработки 870 К (600°C); 970 К (700°C); 1070 К (800°C), 1170 К (900°C) после идентификации дифрактограмм обнаружено наличие минералов полевого шпата (типа альбита, анортита и плагиоклазов) и кварца. Необходимо отметить, что рефлексы минералов типа альбита, анортита и плагиоклазов по величинам интенсивности и межплоскостных расстояний настолько близки, что трудно их различить друг от друга. В таких случаях при идентификации указывается на наличие минералов полевого шпата. Поскольку рефлексы $3,340$ и $2,522\text{Å}^\circ$ относятся и к полевоому шпату и кварцу, поэтому возможно и присутствие кварца.

При сравнении интенсивности рефлексов можно предполагать, что оптимальным режимом обработки является температура 970 К (700°C), так как при других температурах интенсивность рефлексов выражена слабо, а рефлекс при $d=6,559\text{Å}^\circ$ отсутствует (рисунок 3.3).

При различных температурах обработки исходного образца с перлитовым песком обнаруживаем, что оксиды кремния, алюминия, кальция и натрия при высоких температурах, взаимодействуя с NaOH, образуют новообразования, то есть наблюдается появление других минералов полевого шпата.

Об этом свидетельствует отсутствие других рефлексов у перлитового песка, кроме $d=4,077\text{Å}^\circ$, что свидетельствует о кристаллоаморфной структуре песка.

Результаты рентгенографического анализа термоперлитов на жидком стекле с температурами 970, 1070 и 1170 К приведены на рисунке 3.4, термоперлитов на комбинированной связке NaOH+CaCO₃ с температурами 970, 1070, 1170 и 1220 К - на рисунке 3.5.

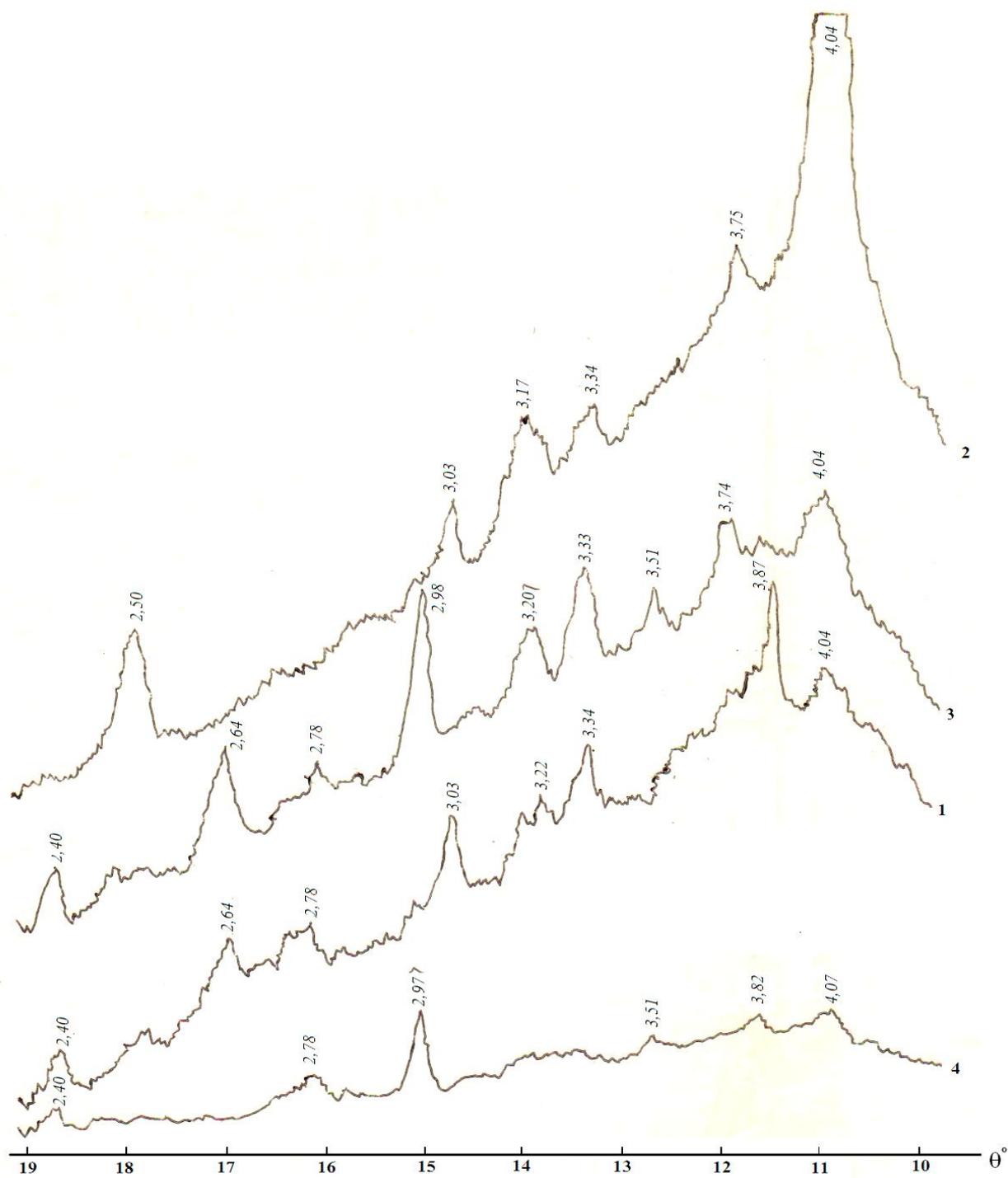


Рисунок 3.4. Рентгенограммы термоперлитов на комбинированной связке (1 – 970 К, 2 – 1070 К, 3 – 1170 К, 4 – 1220 К).

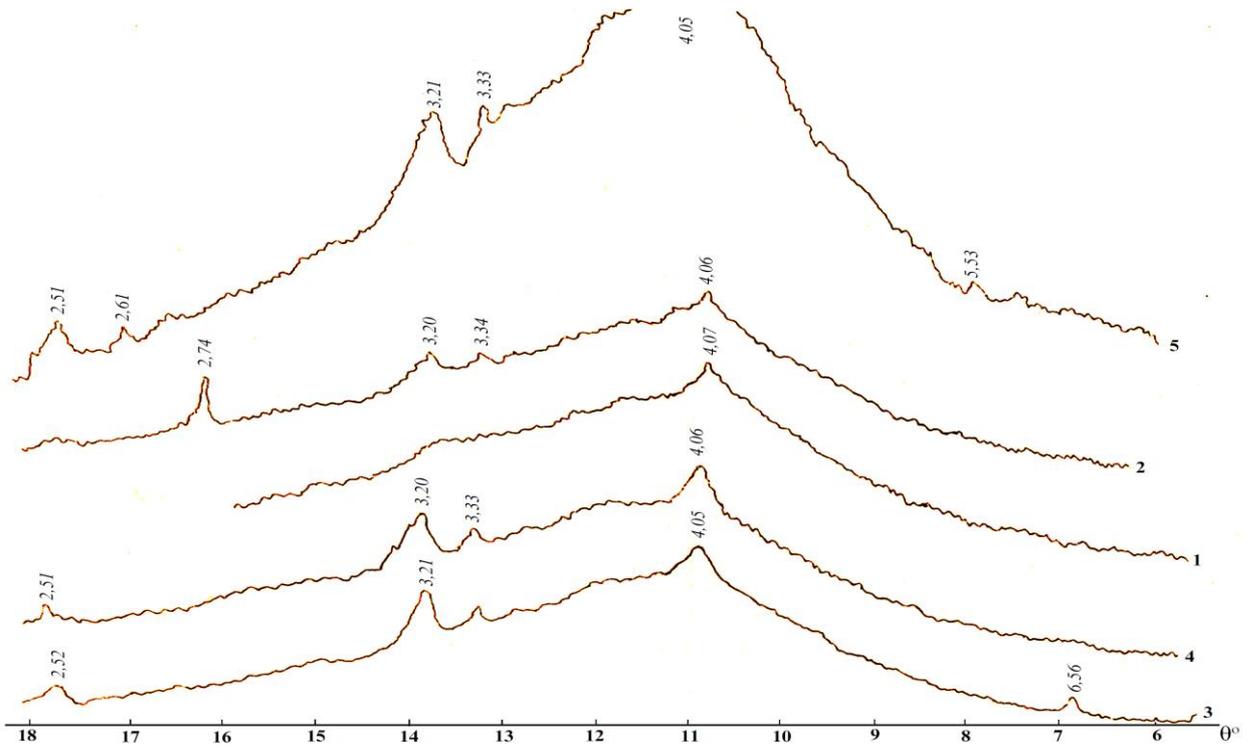


Рисунок 3.5. Рентгенограммы термоперлитов с применением в качестве связующего едкого натра (2 – 870 К, 3 – 970 К, 4 – 1070 К, 5 – 1170 К) и исходного перлитового песка (1).

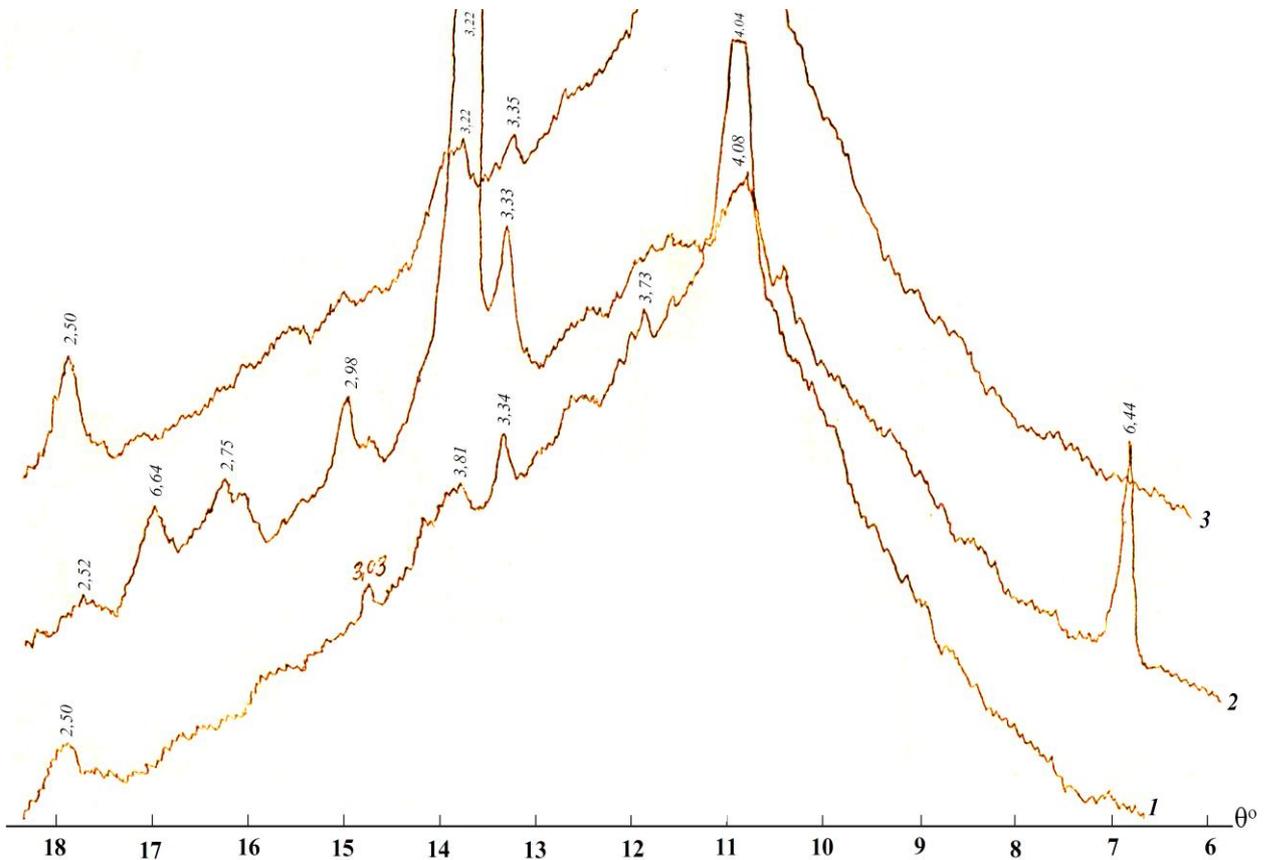


Рисунок 3.6. Рентгенограммы термоперлитов с применением в качестве связующего жидкого стекла (1 – 970 К, 2 – 1070 К, 3 – 1170 К).

Идентификация дифрактограмм на термоперлитах с жидким стеклом и на комбинированной связке при различных температурах обработки показала наличие минералов: полевого шпата (плагиоклазов и кварца).

При сравнении интенсивности рефлексов термоперлита на жидком стекле и на комбинированной связке выявлено, что оптимальной температурой обработки является температура 1070 К [179].

3.5. Исследования возможности получения состава для жаростойких теплоизоляционных изделий на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и алюмохромфосфатного связующего

При подборе состава для жаростойких теплоизоляционных изделий по безобжиговой технологии использовали мелкий перлитовый песок, полученный во взвешенном состоянии и алюмохромфосфатное связующее плотностью 1,48 г/см³ в количестве 20, 25 и 30% от массы песка (таблица 3.21). Отформованные методом прессования образцы подвергались сушке в лабораторном сушильном шкафу в течение 6 часов при температуре 470 К.

Таблица 3.21

Предел прочности образцов в зависимости от процентного содержания алюмохромфосфатного связующего

Объёмная масса образцов, кг/м ³	Количество алюмохромфосфатного связующего, %	Термическая выдержка, К	Время выдержки, час	Предел прочности при сжатии, МПа
500	20	470	6	3,9
530	25	470	6	5,5
550	30	470	6	6,2

Как видно из таблицы 3.21, состав с использованием алюмохромфосфатного связующего в количестве 30% от массы песка имеет максимальную прочность и является оптимальным.

Затем образцы испытывались на термическую стойкость путем нагревания до температуры 1070 К с выдержкой в течение 1 часа и последующим охлаждением на воздухе. Результаты испытаний 15 теплосмен представлены в таблице 3.22.

Данные таблицы 3.22 свидетельствуют, что образцы на алюмохромфосфатном связующие обладают жаростойкими свойствами.

Таблица 3.22

Определение термостойкости образцов

R _{сж} контрольных образцов оптимального состава	Остаточная прочность при сжатии после нагревания, МПа			
	одноразового при		15 циклов при	25 циклов при
	1270 К	1070 К	1070 К	1070 К
6,2	3,3	4,4	3,0	1,46
6,0	3,4	4,2	3,5	1,46

Данный состав требует определения коэффициента теплопроводности в целях решения вопроса об использовании его для жаростойких теплоизоляционных изделий при температурах службы до 870 К. В таблице 3.23 приведены коэффициенты теплопроводности образцов, полученных при температурах от 295 до 342 К.

Следует отметить, что согласно ГОСТу 16381-77 «Материалы строительные теплоизоляционные», полученные жаростойкие теплоизоляционные изделия на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и алюмохромфосфатной связующей отвечают требованиям ГОСТа по всем параметрам [180-186].

Коэффициент теплопроводности образцов

Объёмная масса образцов, кг/м ³	Коэффициент теплопроводности, определяемый при температуре, Вт/м·К (ккал/м·ч·°С)			
	295 К	310 К	325 К	342 К
500	0,105(0,091)	0,123(0,106)	0,206(0,177)	0,213(0,182)
530	0,112(0,096)	0,129(0,111)	0,207(0,178)	0,217(0,186)
550	0,120(0,1046)	0,140 (0,122)	0,210(0,180)	0,220(0,189)

Таким образом, используя безобжиговую технологию, подобраны термостойкие составы на алюмохромфосфатном связующем с объёмной массой 500-550 кг/м³ с пределом прочности при сжатии 6,2 МПа.

3.6. Расчёт экономической эффективности получения теплоизоляционных систем из вспученного перлитового песка и отходов хлопкового производства

3.6.1. Расчет потенциальной экономической эффективности получение битумоперлитовых изделий на основе ГРМ и вспученного перлитового песка из перлиито-обсидиановых пород Ташкескенского месторождения

Сущности работы: получение битумоперлитовых изделий на основе ГРМ и вспученного перлитового песка из перлиито-обсидиановых пород Ташкентского месторождения предназначенных для тепловой изоляции поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

Исходные данные

а) По базовому варианту:

Производство битумоперлитовых изделий на основе битума. Оптовая цена. за за 1 м³ – 304,6 у.е.

б) По разрабатываемому варианту:

Производство битумоперлитовых изделий на основе местного сырья.
Оптовая цена за 1 м³ – 216,576 у.е.

Расход материалов на 1 м³ изделий:

Наименование материалов	Ед. изм.	По базовому варианту	По разрабатываемому варианту
Битум БН-IV	кг/л	144/164	86/98
ГРМ	кг/л	-	58/67
перлитовый песок	кг/л	406/1309	406/1309
Серная кислота	кг/л	-	8/4,3
Извести	кг/л	-	8/4,3
АиСОС и СГ	кг/л	-	8/8

Расчетная калькуляция себестоимости
производства 1 м³ битумоперлита в Душанбинской зоне

Наименование статей	Ед. изм.	Цена, у.е.	По базовому варианту		По разрабатываемому варианту	
			количество	сумма	количество	сумма
1. Сырье и материалы	у.е.			209,0		132,26
в т.ч. Битум БН-IV привозной	кг/л	1,2	144/164	173,0	-	-
Битум БН-IV на основе местного сырья	кг/л	0,9	-	-	86/98	77,4
песок перлитовый	кг/л	0,088	406/1309	36,0	406/1309	36,0
ГРМ	кг/л	0,3	-		58/67	17,5
Серная кислота	кг/л.	0,07	-		8/4,3	0,56
Извести	кг/л	0,01	-		8/4,3	0,08
АиСОС и СГ	кг/л	0,09	-		8/8,0	0,72
2. Топлива	у.е.			7,22		10,6
3. Электроэнергия	у.е.			4,95		4,95

4. Заработная плата основная и дополнительная	у.е.			11,96		11,96
5. Начисления на соц. страх	у.е.			1,44		1,44
6. Содержание на эксплуатацию оборудования	у.е.			9,08		9,08
7. Цеховые расходы	у.е.			5,54		5,54
8. Общецеховые расходы	у.е.			4,65		4,65
9. Себестоимость	у.е.			253,84		180,48
10. Прибыль, 20%	у.е.			50,768		36,1
11. Оптовая цена	у.е.			304,6		216,58

Экономический потенциал

Экономический потенциал от производства битумоперлитовых изделий на основе ГРМ и вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкескенского месторождения:

$$\mathcal{E}_\pi = \Pi_1 - \Pi_2; \mathcal{E}_{\pi 1} = 304,6 - 216,576 = 88,0; \mathcal{E}_{\pi 1} = 88,0 \text{ у.е./м}^3.$$

3.6.2. Расчет потенциальной экономической эффективности получение теплоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкентского месторождения предназначенных для тепловой изоляции поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

Сущности работы: получение теплоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкентского месторождения предназначенных для тепловой изоляции поверхностей промышленного оборудования и трубопроводов.

Исходные данные

в) По базовому варианту:

Использование шамотного легковеса (ШЛ-09) дую тепловой изоляции поверхностей промышленного оборудования.

Оптовая цена. за 1 т - 116 у.е., или за 1 м³ – 104,5 у.е.

б) По разрабатываемому варианту:

Производство перлитокерамических теплоизоляционных систем на основе местного сырья.

Расход материалов на 1 м³ изделий:

Наименование материалов	Ед. изм.	I вариант	II вариант
Глина Тешик-Ташская	т	0,13	0,040
глина Веселовская	т		0,040
Вспученный песок перлитовый	м ³	1,4	1,45
МЭАСГРМ	т	0,0013	0,001
Вода	м ³	0,3	0,09

Расчетная оптовая цена 1 м³ керамоперлитовых изделий составит для I варианта – 77,17 у.е., для II варианта - 78,31 у.е.

Экономический потенциал

Экономический потенциал от производства керамоперлитовых изделий на основе вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкескенского месторождения:

$$\mathcal{E}_n = \Pi_1 - \Pi_2; \mathcal{E}_{n1} = 104,5 - 77,17$$

$$\mathcal{E}_{n1} = 27,33 \text{ У.е./м}^3 \text{ для I варианта.}$$

$$\mathcal{E}_{n1} = 104,5 - 78,1; \mathcal{E}_{n1} = 26,4 \text{ У.е./м}^3 \text{ для II варианта.}$$

Расчетная калькуляция себестоимости

производства 1 м³ керамоперлитовых изделий в Душанбинской зоне

Наименование статей	Ед. изм.	Цена руб.	I вариант		II вариант	
			количество	сумма	количество	сумма
Сырье и материалы	У.е.			17,77		18,72
в т.ч. глина Ташкескенская	т	3,84 ^x	0,13	0,50	0,040	0,15
глина Веселовская	т	17,00			0,040	0,68
вспученный песок перлитовый	м ³	12,33	1,4	17,25	1,45	17,88
вода	м ³	0,03	0,3	0,01	0,09	0,01
МЭАСГРМ	У.е.			1,70		1,70
2. Топлива	У.е.			7,22		7,22
3. Электроэнергия	У.е.			4,95		4,95
4. Заработная плата основная и дополнительная	У.е.			11,96		11,96
5. Начисления на соц. страх	У.е.			1,44		1,44
6. Содержание на эксплуатацию оборудования	У.е.			9,08		9,08
7. Цеховые расходы	У.е.			5,54		5,54
8. Общецеховые расходы	У.е.			4,65		4,65
9. Себестоимость	У.е.			64,31		65,26
10. Прибыль, 20%	У.е.			12,86		13,05
11. Оптовая цена	У.е.			77,17		78,31

X- Транспортировка глины на расстояние 30 км

3.6.3. Расчет потенциальной экономической эффективности получение теплозвукоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкескенского месторождения и отходов ваточесального производства (хлопкового пуха)

1. Сущность работы: получение теплозвукоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка из перлито-обсидиановых пород Ташкескенского месторождения и отходов ваточесального производства (хлопкового пуха).

Расчет составлен в 2-х вариантах:

Вариант 1 - производство перлитовых теплоизоляционных плит в сравнении с минераловатными плитами.

Вариант 2 - производство перлитовых теплозвукоизоляционных плит с последующей их фактурой обработкой в сравнении со звукопоглощающими гипсовыми литыми плитами.

2. Исходные данные к первому варианту:

а) По базовому варианту: использование минеральных плит в качестве теплозвукоизоляционного материала.

Себестоимость производства 1 м² плит при толщине 50-60 мм составляет 2,40 у.е. (данные Душанбинского ПОСМ).

б) По разрабатываемому варианту: производство теплозвукоизоляционных плит на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства.

Расход материалов на 1 м² плит при толщине 50-60 мм:

- песок перлитовый вспученный – 6 кг;
- отходы хлопкового производства – 3 кг;
- ПВА +КМЦ (клей) - 0,2 кг;
- гидрофобизатор - 0,08 кг.

Расчетная себестоимость производства 1 м² плит составит 1,185 у.е.

В основу расчета заложены затраты на производства 1 м² плит теплоизоляционных АРМИКС-3Т на опытной линии НИИСМ г. Душанбе, скорректированные по статьям прямых затрат.

3. Исходные данные по второму варианту.

а) По базовому варианту: использование звукопоглощающих плит гипсовых литых.

Себестоимость производства 1 м² плит составляет 6,89 (данные Исфаринского КСМ).

б) По разрабатываемому варианту: производство теплозвукоизоляционных плит на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства с последующей фактурой их отделкой водостойкими красителями.

Расчетная себестоимость производства 1 м² плит составит 1,185 у.е. Себестоимость окраски водостойкими красителями составляет у.е./м², т.е. общая расчетная стоимость плит составит 3,185 у.е. за 1 м².

4. Экономический потенциал.

Экономический потенциал от производства теплозвукоизоляционных плит на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства составит:

- в первом варианте: $\mathcal{E}_{\Pi 1} = C_1 - C_2$

$$C_{\Pi 1} = 2,40 - 1,18$$

$$\mathcal{E}_{\Pi 1} = 1,22 \text{ у.е./м}^2$$

- во втором варианте: $\mathcal{E}_{\Pi 2} = C_1 - C_2$

$$C_{\Pi 2} = 6,89 - 3,18$$

$$\mathcal{E}_{\Pi 2} = 3,71 \text{ у.е./м}^2$$

где: C_1 , C_2 стоимость производства теплоизоляционных изделий в базовом и разрабатываемом вариантах.

5. Расчетная калькуляция себестоимости производства 1м^2 теплозвукоизоляционного материала на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства.

	Наименование статей	Единица измерения	Цена единицы, у.е.	Количество	Сумма, у.е.
1	Сырье и основные материалы	у.е.	0,023	6	0,707
	в т.ч. перлит вспученный	кг	0,088	3	0,138
	отходы хлопка	кг	0,83	0,2	0,264
	ПВА+КМЦ	кг	2,50	0,03	0,166
	гидрофобизатор, транспортно-заготовительные расходы, 10%	у.е.			0,075
2	Вспомогательные материалы	у.е.			0,070
3	Топливо (газ)	н.м ³	0,021	2,54	0,058
4	Электроэнергия	КВт/ч	0,02	3	0,066
5	Основная и дополнительная зарплата производственных рабочих	у.е.			0,049
6	Отчисления на соц. страх	у.е.			0,006
7	Расходы на подготовку и освоение новых видов продукции	у.е.			0,05
8	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования в % к зарплате	у.е.		55	0,027
9	Цеховые расходы в % к зарплате	у.е.		30	0,014
10	Общезаводские расходы в % к зарплате	у.е.		20	0,01
11	Прочие производственные расходы	у.е.			0,104
12	Производственная себестоимость	у.е.			1,163
13	Внепроизводственные расходы	у.е.			0,022
14	Полная себестоимость	у.е.			1,185

ВЫВОДЫ

1. На основе изученных химических, физико-химических характеристик отходов хлопкового производства – волокнистых и продуктов их переработки, гудрона растительных масел, структурообразующих и ингибирующих добавок – H_2SO_4 , извести, гипса, смол газификации и вспученного перлитового песка разработаны физико-химические основы получения композиционного связующего для дальнейшего производства экологически чистых перлитовых теплозвукоизоляционных систем.
2. Предложены возможные химические взаимодействия между гудроном растительных масел, H_2SO_4 , извести и битума, содержащих смол газификации в составе композиции. Показано, что взаимодействия серной кислоты непредельными и ОН-группами гудрона растительных масел с образованием сульфоновых и сульфатных мостиков, его карбоксильная группа и известь приводит к увеличению молекулярной массы композиции. Эти процессы повышают её вязкость и температуру размягчения, предел прочности, обладает более плотной пространственной упорядоченной микроструктурой по сравнению с композицией на основе чистого битума.
3. Разработан состав битумоперлитовых теплоизоляционных систем на основе гудрона растительных масел, структурообразующих и ингибирующих добавок для теплоизоляции трубопроводов бесканальной прокладки с температурой теплоносителя до $180^{\circ}C$ с экономией битума почти в 2 раза, отвечающий требованиям ГОСТа. Установлено, что полученные битумоперлитовые теплоизоляционные системы обладают высокой прочностью и теплостойкостью, уменьшенной толщиной теплоизоляционного слоя и низким коэффициентом теплопроводности, уменьшают коррозию металла и окисление связующего, что позволяет снизить себестоимость готовой продукции.

4. Разработаны составы перлитокерамических масс с использованием моноэтаноламиновой соли гудрона растительных масел, которые позволяют повысить прочность и улучшить теплофизические свойства изделий. Наличие гидроксильных и карбоксильных групп у соли обеспечивает высокую связывающую способность, придает заготовкам большую прочность, повышает армирующие пластифицирующие свойства. Показано, что введение моноэтаноламиновой соли гудрона растительных масел в состав перлитокерамической массы уменьшает продолжительность сушки опытных образцов, что связано с полярным характером молекул геля соли, которые воздействуют на диполи воды, способствуя ее упорядочиванию и более равномерному распределению влаги по всему объему массы, соответственно, равномерной сушке и обжигу.
5. Показана эффективность применения карбоксиметилцеллюлозы (натриевой соли), полученной из отходов переработки хлопка-сырца в качестве связующего для получения теплозвукоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка и отходов ватного производства (хлопкового пуха).
6. Подобраны составы штукатурных смесей на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и гипса с использованием в качестве замедлителя сроков схватывания моноэтаноламиновой и натриевой соли гудрона растительных масел при концентрации 0,3-0,9%, которые способствуют увеличению их прочностных свойств. Коэффициент звукопоглощения полученных гипсоперлитовых штукатурных смесей в интервале 500-2500 Гц находятся в пределах 0.05-0.13, что соответствует требованиям ГОСТа. Испытания термоперлитов полученные из перлитового песка и комбинированной связки (извести и едкого натра), едкий натр, жидкое стекло и алюмохромфосфат показали, что термоперлит на основе жидкого стекла и алюмохромфосфатного связующего отвечает требованиям ГОСТа по всем соответствующим параметрам.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЦ	- ацетат целлюлозы
АиСОС	- азот- и сераорганические соединения
БПТ	- битумоперлитовая теплоизоляция
ВДС	- волокнистые дисперсные системы
ГПК	- гидроперекиси кумила
ГРМ	- гудрон растительных масел
КМЦ	- карбоксиметилцеллюлоза
КС	- композиционное связующее
ГС	- госсиполовая смола
МЭАСГМ	- моноэтаноламиновая соль гудрона растительного масла
МКЦ	- микрокристаллическая целлюлоза
мк	- модель крупности
ПАВ	- поверхностно-активные вещества
РС	- реакционная способность
СМ	- строительные материалы
ИК	- инфракрасный
ВМ	- волокнистые материалы
СГ	- смолы газификации
СС	- сроков схватывания
СП	- степень полимеризации
НССВН	- натриевые соли сульфокислот высокосернистой нефти
ТС	- теплоизоляционные системы
ТМ	- теплоизоляционная масса
ХЦ	- хлопковая целлюлоза
ХП	- хлопковые производства

ЛИТЕРАТУРА

1. Мизандронцев, А.Г. Перлиты. Особенности технологии пористых заполнителей из перлитов в Ташкескенского месторождения / А.Г. Мизандронцев, В.П. Петров, А.Н. Фрезе. – М., 1981. -С.247-252.
2. Аскарлов, М.А. Новые материалы с заданными свойствами / М.А. Аскарлов // Узбекский химический журнал. -1989. - № 4. -С.63.
3. Петросян Э.А. Состояние и перспективы производства строительных материалов с использованием растительных отходов в Узбекистане: Обзор. – Ташкент, УзНИИНТИ, 1986. -30 с.
4. Завражнов, А.М. Сельскохозяйственные отходы – сырье для строительных материалов / А.М. Завражнов, В.И. Барулин, Е.А. Бажанов // Строительные материалы и конструкции. -1984. -№2. -С.20-21.
5. Негматова, М.И. Исследование влияния содержания связующего на физико-механические свойства плит на основе стеблей хлопчатника / М.И. Негматова // II Всесоюзная конференция по композиционным полимерным материалам и их применение в народном хозяйстве: Тезисы докладов, 28-30 сент. 1983 г.. – Ташкент, 1983. -С.135-136.
6. Негматова, М.И. К вопросу технологии получения полимерных композиционных плитных материалов с использованием стеблей хлопчатника в качестве наполнителя / М.И. Негматова // II Всесоюзная конференция по композиционным полимерным материалам и их применение в народном хозяйстве: Тезисы докладов, 28-30 сент.1983 г.. – Ташкент, 1983. -С.137-138.
7. Негматова, М.И. Исследование и разработка композиционных полимерных материалов с использованием измельченных стеблей хлопчатника / М.И. Негматова // II Всесоюзная конференция по композиционным полимерным материалам и их применение в народном хозяйстве: Тезисы докладов, 28-30 сент. 1983 г.. – Ташкент, 1983. - С.100-101.
8. Курдюмова, В.М. Зависимость физико-механических свойств строительных плит из гуза-пай от фракционного состава сырья / Сейсмостойкие конструкции зданий и транспортных сооружений / В.М. Курдюмова.– Фрунзе, ФПИ, 1985. -С.78-85.

9. Курдюмова, В.М. Эффективный заменитель древесины / Плиты и фанера: научно-технический рефератив: Сборник / В.М. Курдюмова, Н.А. Гончаров. - Фрунзе, 1981. - Вып.3. - С.12.
10. Курдюмова, В.М. Плиты стеблей хлопчатника – материал для облегченных строительных конструкций / В.М. Курдюмова, Л.В. Ястребова // II научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов: Сборник. – Фрунзе, 1981. -С.92-93.
11. Курдюмова, В.М. Строительные плиты из стеблей хлопчатника и эффективность их применения / В.М. Курдюмова, Л.В. Ястребова // Известия вузов. Серия строительство и архитектура. -1984. -№ 6. -С.74-76.
12. Путлев, И.Е. Арболит на основе полимерного связующего / И.Е. Путлев, Л.Э. Песецкий // Лесная промышленность. -1983. №11. -С.22.
13. Etude sur l'utilisation de bagasse de canne a sucre et de sciure de bois en briqueterie // L'industrie ceramique. -1984. -№783(5). -P.334-335.
14. Ставчинский, А.И. Использование хлопковых отходов и жидкого стекла для изготовления теплоизоляционных плит / А.И. Ставчинский, Т.К. Румако // Информация о строительных материалах: Сб. статей. – Ташкент, УЗИНТИ, 1967. –С.3-9.
15. Тимофеев, Н.И. Использование стеблей хлопчатника в производстве плитных материалов / Н.И. Тимофеев // Труды сельскохозяйственного института. -1983. -Т.43. -С.79-86.
16. Халикулов, А.И. Химия в строительстве / А.И. Халикулов. –Ташкент, 1993. -136 с.
17. Марупов, Р. Молекулярная динамика целлюлозного волокна / Р. Марупов; отв. ред. И.Я. Колонтаров. – Душанбе: Дониш, 1995. -160 с.
18. Махкамов, К.М. Особенности структуры и свойства целлюлозы тонковолокнистого хлопчатника, выращенного в условиях Таджикистана: Обзор. Информация / К.М. Махкамов. – Душанбе: ТаджикНИИНТИ, 1982. -36 с.
19. Мухиддинов, З.К. Физико-химические аспекты получения и применения пектиновых полисахаридов / З.К. Мухиддинов: автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – Душанбе, 2003. -52 с.
20. Усманов, Р. Влияние микрокристаллической целлюлозы на свойства битумощебеночных смесей / Р. Усманов, А.М. Оев, К.М. Махкамов //

Международная конференция «Некоторые проблемы химии и физики полисахаридов». –Ташкент, 1997. -С.32.

21. Халиков, Д.Х. Гидролиз протопектина подсолнечника / Д.Х. Халиков, З.К. Мухиддинов, Х.Х. Авлоев // XVI Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: Тезисы докладов. –М., 1998. -С.317.
22. Шарифов, А. Состав и свойства коррозионностойких цементосодержащих композиций с использованием эффективных химических и минеральных добавок / А. Шарифов: автореф. дис. д-ра техн. наук. – Ташкент, 2004. -51 с.
23. Молекулярно-динамическая структура облученной микрокристаллической хлопковой целлюлозы по данным ЭПР / И.Х. Юсупов, П.Х. Бободжонов, Р. Марупов и [др.]: Сборник статей «Развитие физической науки в Таджикистане». – Душанбе, 1998. -С.34-36.
24. Батырбаев, Г.А. Перспективы развития производства арболита на основе стеблей хлопчатника, рисовой соломы, одубины и камыша / Г.А. Батырбаев. – М.: Стройиздат, 1977. -66 с.
25. Кобулиев, З.В. Бетон с заполнителем из дробленых стеблей хлопчатника / З.В. Кобулиев // Строительные материалы. -2000. - №2. – С.22-28.
26. Кинетика изменения химического состава стеблей хлопчатника при изготовлении растительно-цементной композиции / З.В. Кобулиев // Информационный листок НИИЦентра Республики Таджикистан №3-2006. – Душанбе: НИЦентр. -4 с.
27. Кобулиев, З.В. Теплофизические свойства строительных материалов на основе растительно-вяжущей композиции / З.В. Кобулиев // Строительные материалы. – 2001. -№6. – С.45-48.
28. Кобулиев, З.В. Технологическая особенность изготовления арболита на основе стеблей хлопчатника / З.В. Кобулиев, А.Ш. Шарифов, С.Э. Якубов // Вестник Таджикского государственного национального университета (ТГНУ). -2006. -№5. -С.57-61.
29. Математическое моделирование воздействия тепла на ограждающие конструкции зданий и сооружений / З.В. Кобулиев, А.Ш. Шарифов, С.Э. Якубов, Г.Б. Назриев // Вестник ТГНУ. -2006. -№5. -С.41-48.
30. Кобулиев, З.В. Прогнозирование теплопроводности композиционных материалов различного строения / З.В. Кобулиев, С.Э. Якубов // Материалы Международной конференции «Современная химическая

наука и ее прикладные аспекты», 25-27 окт. 2006 г. – Душанбе, 2006. - С.117-119.

31. Кобулиев, З.В. Энерго- и ресурсосберегающие материалы на основе минерального и растительного сырья / З.В. Кобулиев; под ред. А. Шарифова. – Душанбе: Ирфон, 2006. -206 с.
32. Автоматизация теплофизического эксперимента / З.В. Кобулиев, С.Э. Якубов, Э.К. Рахмонов, М.Д. Сафаралиев // Материалы 1-ой Международной научно-практической конференции «Перспективы развития науки и образования в XXI веке». – Душанбе, ТТУ, 2005. - С.177-178.
33. Справочник по производству и применению арболита / П.И. Крутов, И.Х. Наназашвили, Н.И. Склизков и [др.]. – М.: Стройиздат, 1987. -208 с.
34. Энерго-ресурсосберегающие многослойные конструкции стеновых блоков / В.Л. Курбатов, В.И. Колчунов, Е.В. Оссовских, М.И. Стадольский // Известия вузов. Серия Строительство. -2000. -№9. -С.23-25.
35. Микульский, В.Г. Строительные материалы (материаловедение): Учебное изд. / В.Г. Микульский, Г.И. Горчаков, В.В. Козлов. – М.: Изд-во АСВ, 2004. -536 с.
36. Подчуфаров, В.С. Исследование факторов, влияющих на качество арболита / В.С. Подчуфаров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1980. -19 с.
37. Сарнер, С. Химия ракетных топлив / С. Сарнер. – М.: Мир, 1969. -488 с.
38. Тепло- и электрофизические свойства двухкомпонентных водных растворов / М.М. Сафаров, М.А. Зарипова, А.Г. Шашков и [др.] // Материалы XI Российской конференции по теплофизическим свойствам веществ, 4-7 окт. 2005 г. – СПб, 2005. –Т.1. -С.55-56.
39. Симонов, В.И. Исследование технологии и свойств теплоизоляционных плит на основе костры льна: для облегченных покрытий животноводческих зданий / В.И. Симонов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1975. -29 с.
40. СН и П Госстроя 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика; Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. -136 с.

41. Старцев О.В. Улучшение свойств плитных строительных материалов из отходов растительного сырья с использованием «парового взрыва» / О.В. Старцев, Б.Н. Салин // Известия вузов. Серия Строительство. - 2002. -№5. -С.35-38.
42. Табунщиков, Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений / Ю.А. Табунщиков, Д.Ю. Хромец, Ю.А. Матросов. – М.: Стройиздат, 1986. -380 с.
43. Таджикистан (природа и природные ресурсы). АН Таджикской ССР. – Душанбе: Дониш, 1982. -601 с.
44. Тимофеев, Н.И. Использование стеблей хлопчатника в производстве плитных материалов / Н.И. Тимофеев: Труды Таджикского сельскохозяйственного института, 1983. -Т.43. -С.79-86.
45. Титов, В.П. Влияние фильтрации воздуха на затухание температурных колебаний в ограждениях / В.П. Титов, Е.В. Медведев, Н.А. Парфентьев // Известия вузов. Серия Строительство и архитектура. – Новосибирск, 1979. -№1. -С.106-108.
46. Толуц, С.Г. Экспериментальное исследование теплофизических свойств переходных металлов и сплавов на основе железа при высоких температурах / С.Г. Толуц: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Екатеринбург, 2001. -38 с.
47. Тоцкий, Е.Е. Опытные определения коэффициента линейного расширения металлов и сплавов / Е.Е. Тоцкий // Теплофизика высоких температур, 1964. -Т.2. -С.205-214.
48. Трубаев, П.А. Модель процесса теплопроводности в многокомпонентных сырьевых смесях и системах технологии строительных материалов / П.А. Трубаев, П.В. Беседин // Известия вузов. Серия Строительство. -2002. -№11.
49. Турулов, В.А. Пути улучшения летнего теплового режима квартир архитектурно-конструктивными средствами (на примере многоэтажного типового строительства Узбекистана) / В.А. Турулов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1978. -21 с.
50. Уголев, Б.Н. Деформативность древесины и напряжение при сушке / Б.Н. Уголев. – М., 1971. -С.9-10.
51. Урмнов, Ш.Р. Теплоустойчивость зданий с облегченными ограждающими конструкциями / Ш.Р. Урмнов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Л., 1975. -29 с.

52. Усманов, Х.У. Атлас морфологических структур хлопка / Х.У. Усманов, К.Х. Разигов. – Ташкент: ФАН, 1978. -120 с.
53. Ушков, Ф.В. Зависимость сорбционных характеристик строительных материалов от температуры / Ф.В. Ушков, М.И. Сельникова, О.Г. Яценти: Труды института НИИСФ. – М., 1976. -Вып.17. -С.4-8.
54. Шукурenkova, О.П. Состояние производства теплоизоляционных материалов за рубежом. / О.П. Шукурenkova / Промышленность полимерных, мягких кровельных и теплоизоляционных строительных материалов. ЭИ. -1983. -Вып.10. -С.18-19.
55. Шукурenkova, О.П. Теплоизоляционные и акустические материалы / О.П. Шукурenkova / Промышленность полимерных, мягких кровельных и теплоизоляционных строительных материалов. ЭИ. – 1980. -Вып.4. - С.20-21.
56. Бегляров, Э.М. Огнеупорные волокнистые футеровочные плиты / Э.М. Бегляров, В.А. Уварова // Огнеупоры. – 1982. -№3. -С.44-47.
57. Шелехов, В.И. Использование хлопкового пуха в производстве кровельного картона / В.И. Шелехов, Ю.Н. Таранченко / Промышленность полимерных, мягких кровельных и теплоизоляционных строительных материалов. ЭИ. – 1983. -Вып.6. - С.23-26.
58. Усманова, Х.У. Перспективы химической переработки отходов хлопчатника / Х.У. Усманова, В.С. Мишина, А.М. Зарипова. -Ташкент: Наука УзССР, 1964. -10 с.
59. Основные тенденции развития рынка растительных масел на современном этапе / Масложировая промышленность. Серия 20. -Вып.2. -М., АГРОНИИГПЛ, 1987. -33 с.
60. Исследование отходов масложирового производства. Обзорная информация: под ред. Т.А. Майнуловой. -Вып.10. – М., ЦНИИТЭИМС, 1991. -41 с.
61. Петров, А.С. Резервы экономии сырья и материальных ресурсов в масложировой промышленности / А.С. Петров, Л.И. Шубинская, В.И. Гисаева. – Вып.10. – М., ЦНИИТЭпищепром, -1984. -24 с.
62. Комарова, О.В. Использование жировых отходов на технические цели – один из источников экономии растительных масел / О.В. Комарова // Масложировая промышленность. – 1979. -№8. -С.37-39.

63. Козакова, М.Н. Использование непредельных, жирных кислот для флотационного обогащения руд / М.Н. Козакова // Масложировая промышленность. -1979. -№2. -С.36-37.
64. Мирзабаева, М. Жир из хлопкового соапстока для жирования кож / М. Мирзабаева, А.М. Шлешенкова, А.Д. Мракман // Масложировая промышленность. -1967. -№4. -С.34-35.
65. Казакова, Н. Рациональное использование жирных веществ, извлекаемых из сточных вод / Н. Казакова, М.Д. Махмадаминов, А.Ф. Ступакова // Масложировая промышленность. -1978. -№11. -С.43-44.
66. А.с. 731999 СССР. Эмульгатор битумной эмульсии / Н.М. Казакова, М.Д. Махмадаминова, А.Ф. Ступакова (СССР). – Оpubл. 05.11.80.
67. Садыков, А.С. Хлопчатник – чудо-растение / А.С. Садыков. -М.: Наука, 1985. -91 с.
68. Слозина, Н.В. Применение госсипола и некоторых производных его в качестве антиоксидантов жиров и масел / Н.В. Слозина, В.П. Ржехин, Л.Н. Горячева: Труды ВНИИЖ.– Л., 1965. -Вып.25. -С.439.
69. Использование отходов масложировой промышленности хлопкоперерабатываемых предприятий для получения пластичных масс / Х.О. Турдикулов, Э.Ш. Аллеров, Э. Фатхуллаев, А.Т. Джалилов // Пластические массы. -1986. -№10. -С.42-45.
70. А.с. 313838 СССР Эпоксидная композиция / А.М. Замышляева, Р.И. Малинкевич (СССР).
71. Замышляева, А.М. Использование госсиполовой смолы в качестве связывающих при изготовлении стержней в литейном производстве / А.М. Замышляева, Р.И. Малинкевич: Труды ВНИИЖ. – 1961. -Вып.22. - С.181-262.
72. Янишевская, Э.П. Свойства и применение госсиполовой смолы / Э.П. Янишевская, З.И. Бодяжина: Труды ВНИИЖ. -1963. -Вып.23. -С.256-262.
73. Маркман, А.Л. Госсипол и его производные / А.Л. Маркман. – М.: Пищевая промышленность, 1965. -243 с.
74. Защита древесины от домового грибка / М. Замышляева, А.М. Белопольский и [др.]: Сборник «Пути улучшения качества и расширения ассортимента продукции в масложировой промышленности». -Л., 1959. -С.103.

75. Производство огнезащитных составов / М. Замышляева, А.М. Белопольский и [др.]: Сборник «Пути улучшения качества и расширения ассортимента продукции в масложировой промышленности». -Л., 1959. -С.104.
76. Премет, Г.К. Флотореагенты / Г.К. Премет, Г.Ф. Логоша // Пути улучшения качества и расширения ассортимента продукции в масложировой промышленности. -Л., 1959. -С.105.
77. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров: под. ред. А.Г. Сергеева. – Л., 1962. -Т.4. -Вып.1. -С.95.
78. Собирова, Д.К. Исследование свойств растворителей и пигментов на физико-механических свойствах защитных покрытий из госсиполовой смолы / Д.К. Собирова // Пути развития автотранспорта и дорожного комплекса: Сборник научных трудов аспирантов ТАДИ. – Ташкент, 1996. -С.56-58.
79. Душанов, Р.О. Получение органического вяжущего из отходов промышленности / Р.О. Душанов // Пути развития автотранспорта и дорожного комплекса: Сборник научных трудов аспирантов ТАДИ. – Ташкент, 1996. -С.82-84.
80. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве: под ред. И.В. Королева. -М.: Транспорт, 1991. - 144 с.
81. Кучма, М.И. Поверхностно-активные вещества в дорожном строительстве / М.И. Кучма. -М.: Транспорт, 1980. -191 с.
82. Гезенцевей, Л.Б. Руководство по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий / Л.Б. Гезенцевей, Н.В. Горельшев и [др.]. – М.: Транспорт, 1978.
83. Инструкция по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий. ВСН-93-78. - М.: Транспорт, 1973. -175 с.
84. Калерт, А.А. Инструкции по устройству покрытий и оснований из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, обработанных органическими вяжущими / А.А. Калерт, М.С. Ценюта, В.С. Филиппов // ВСН-123-77. - М.: Транспорт, 1978. -73 с.
85. Полетаев, А.В. Методические рекомендации по приготовлению холодных битумоминеральных смесей из местных материалов и по устройству из них дорожных покрытий для условий Средней Азии / А.В. Полетаев. – М.: СоюздорНИИ, 1971. -21 с.

86. Попандулло, Г.А. Состояние и перспективы улучшения дорожных покрытий из асфальтобетона в условиях жаркого климата Узбекистана / Г.А. Попандулло: Обзорная информация. – Ташкент, 1983. -24 с.
87. Рокас, С.Ю. Проблемы и пути повышения долговечности дорожных покрытий. ЛитНИИТИ: Обзорная информация / С.Ю. Рокас. – Вильнюс, 1979. -48 с.
88. Бабаев, В.И. Технические поверхностно-активные вещества из вторичных ресурсов в дорожном строительстве / В.И. Бабаев, И.В. Королев и [др.]. – М.: Транспорт, 1991. -144 с.
89. Гезенцвей, Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцвей, Н.В. Горелышев и [др.]. – М.: Транспорт, 1985. -350 с.
90. Дислокация промышленных предприятий г.Душанбе. Душанбинский горисполком. – Душанбе, 1989.
91. Каримов, Б.Б. Дорожное хозяйство Таджикистана / Б.Б. Каримов. – М.: Можайский полиграфкомбинат, 1993. -128 с.
92. Оев, А. Исследование вяжущих свойств госсиполовой смолы / А. Оев, К. Махкамов // Доклады АН Республики Таджикистан. -1995. -№11. - С.119-121.
93. Умаров, Г.Г. Применение отходов промышленности в дорожном строительстве. УзНИИТИ: Обзорная информация / Г.Г. Умаров, Ю.В. Бутлицкий, Л.Ф. Ступакова. – Ташкент, 1981. -38 с.
94. Оев, А. Высокоэффективное вяжущее для асфальтобетонных смесей. Информационный листок. УзНИИТИ / А. Оев, К. Махкамов. Ташкент, 1989. -6 с.
95. Лямзина, Ю.Н. Укрепление барханного песка комплексными вяжущими / Ю.Н. Лямзина, В.А. Ткаченко // Научно-практическая конференция «Проблемы повышения эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог в Таджикской ССР»: Тезисы докладов. – Душанбе: Ирфон, 1985. -С.23-24.
96. Бабаев, М.Г. Асфальтобетонные материалы в условиях жаркого климата / М.Г. Бабаев. -Л.: Стройиздат, 1984. -192 с.
97. Курбанова, Ф.К. Использование госсиполовой смолы / Ф.К. Курбанова, А.Д. Ахророва, А.К. Ашуров // Международная конференция, посвященная 80-летию А.С. Сулеймонова: Тезисы докладов. – Душанбе, 1998. -С.56.

98. А.с. №259683 СССР. Применение битумных эмульсий в дорожном строительстве. Рекламный проспект (СССР). -Алма-Ата, 1970.
99. Методические рекомендации по строительству оснований дорожных одежд с использованием связных грунтов, укрепленных минеральными или органическими вяжущими с добавлением ПАВ и промышленных отходов. -М.: СоюздорНИИ, 1985. -38 с.
100. Назиров, Н. Наука и хлопок / Н. Назиров. – Ташкент, 1977. -276 с.
101. Никитин, Н.И. Химия древесины и целлюлозы / Н.И. Никитин. – М.: Изд-во АН СССР, 1972. -412 с.
102. Роговин, З.А. Химия целлюлозы / З.А. Роговин. - М.: Изд-во АН СССР, 1972. -412 с.
103. Садыков, А.С. Хлопчатник – чудо растение. – М.: Наука, 1985. -146 с.
104. Тарчевский, И.К. Биосинтез и структура целлюлозы / И.К. Тарчевский, Г.Н. Марченко. – М.: Наука, 1985. -280 с.
105. Трейманис, А.П. Влияние структуры целлюлозы на ее пригодность к химической переработке / А.П. Трейманис, М.Я. Иоелович // Всесоюзная конференция «Химия и реакционная способность целлюлозы и ее производных»: Тезисы докладов. – Чолпон-Ата, 1991. – С.8.
106. Отчет «Исследование целлюлозообразования и тонковолокнистых сортов хлопчатника и процессов комплексного использования вторичных продуктов его переработки» / НИР. Гос. регистрация № 01860056903. -Душанбе, 1990. -88 с.
107. Отчет «Модификация целлюлозы тонковолокнистого хлопчатника и пути использования продуктов его переработки» / НИР. Гос. регистрация № 02900055004. – Душанбе, 1995.
108. Эйгес, Е.Г. Изменение структуры хлопкового волокна в процессе его развития / Е.Г. Эйгес // Сборник рефератов ЦНИИИ ХБ. – М., 1963. - С.15-33.
109. Саинов, З.К. Структурные особенности целлюлозы из рисовой лузги / З.К. Саинов, Х.Н. Мусоев, М.Ю. Юнусов и [др.] // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. – Минск, 1990. -143 с.

110. Изменение микроструктуры линта в процессах его переработки в целлюлозу / А. Сидиков, Э. Тураев, К.Х. Разиков [и др.] // Журнал прикладной химии. -1978. -№5. -С.1161-1164.
111. Тишабаев, У.Т. Высокооблагороженная хлопковая целлюлоза для ацетилирования / У.Т. Тишабаев, С.М. Давыдовская, К.И. Юлдашев // Республиканская конференция «Химическая технология текстильных материалов»: Тезисы докладов. – Ташкент, 1992. -С.29-31.
112. Набиев, С. Интенсификация процесса получения высококачественной хлопковой целлюлозы / С. Набиев, У.Т. Тишабаев, Ю.Т. Ташпулатов // Республиканская конференция «Химическая технология текстильных материалов»: Тезисы докладов. – Ташкент, 1992. -С.31-40.
113. Усманов, Х.У. Перспективы химической переработки отходов хлопководства / Х.У. Усманов, В.С. Минина, А.М. Зарипова. – Ташкент: Наука, 1974. -126 с.
114. Влияние некоторых реагентов, добавляемых при кислородно-щелочной варке хлопкового линта, на микроструктуру и качество целлюлозы / Э. Тугаев, А. Сидиков, Т.М. Миркамилов [и др.] // Журнал прикладной химии. -1978. -№5. -С.1165-1168.
115. Бутко, Ю. Ступенчатая варка целлюлозы / Ю.Г. Бутко, Е.М. Макушин. – М.: Лесная промышленность, 1978. -С.21-150.
116. Пат. №51-31281. Япония. Способ получения целлюлозы. / Хато Кацуми; заявитель РЖХимия. -1978. -№14. -213 с.
117. Тишабаев, У.Т. Влияние обработки хлором хлопкового линта на качество целлюлозы / У.Т. Тишабаев, Р.Р. Еникеева, Ю.Т. Ташпулатов // Узбекский химический журнал. -1990. -№2. -С.141-143.
118. А.с. № 1341306 СССР. Способ хлорирования целлюлозы в процессе отбеливания / Н.А. Ленюк, В.С. Кротов, Л.И. Кадачников; - Оpubл. в Б.И. – 1988. -№36. -Реф в РЖХимия. -1988. -№7 (7Ф21).
119. Никитин, В.М. Физика и химия древесины и целлюлозы / В.М. Никитин, А.В. Оболенская, В.П. Щеголов. -Л., 1975. -Ч.3. -110 с.
120. К вопросу о получении хлопковой целлюлозы для ацетилирования / В.Г. Ерохина, Н.А. Хиленко, Е.Е. Каталевский и [др.] // Химия и технология производных целлюлоз. – Владимир, 1971. -С.24-41.

121. А.с. № 330226 СССР. Способ получения хлопковой целлюлозы / М.П. Козлов, Н.А. Хиленко, Н.А. Кузнецова. (СССР) // РЖХимия. -1972. - №24. -(4П).
122. Комкова, К.Г. Получение хлопковой целлюлозы путем двухстадийной обработки линта перед варкой / К.Г. Комкова, Л.Н. Малышев, С.Ю. Ховраяков // Пластические массы. -1987. -№ 4. -С.58-63.
123. Саидова, Ш.У. Изменение внутренней «доступной» поверхности хлопковой целлюлозы в процессе ее получения / Ш.У. Саидова, Х.У. Усманова // Узбекский химический журнал. -1981. -№3. -С.38-40.
124. Саидова, Ш.У. Влияние высокотемпературных варок на поведение хлопковой целлюлозы / Ш.У. Саидова, Х.У. Усманов // Узбекский химический журнал. - 1981. -№4. -С.33-37.
125. Получение ацетатов целлюлозы для очковых оправ на основе высокооблагороженной хлопковой целлюлозы / У.Т. Тишабаев, С.М. Давыдовская, Ю.Т. Ташпулатов и [др.] // Всесоюзная конференция «Химия, технология и применение целлюлозы и ее производных»:М Тезисы докладов. – Владимир, 1985. -305 с.
126. Тураев, Э.Т. Влияние основных параметров процесса кислородно-щелочной варки на свойства хлопковой целлюлозы / Э.Т. Тураев // Химия и химическая технология целлюлозных материалов. – Ташкент, 1985. -С.8-36.
127. Пат. № 51-31281. Япония. Способ получения целлюлозы из хлопкового линта / Хата Кацими // РЖХимия. -№13 (13Т12П).
128. Nata Katsumi Yoko. Свойства кислородно-щелочной целлюлозы из линта / Nata Katsumi Yoko / J. Soc. Fiber Sei and Technol. – Japan. - 1979. - V.35. -№7. -Р.43-49. – Реф. в РЖХимия. – 1979. -№24 (Т24).
129. А.с. № 910899 СССР. Способ получения хлопковой целлюлозы / Т.М. Миркамилов, Г.Л. Аким, Р. Сайфутдинов (СССР); -Опубл. в Б.И. – Реф. в РЖХимия. -1983. -№4 (4Т11П).
130. Ахмедов, Р.Т. Повышение реакционной способности хлопковой целлюлозы в процессе ее получения / Р.Т. Ахмедов: автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Ташкент, 1989. -22 с.
131. Сайфутдинов, Р. Кислородно-содовый способ делигнификации низких сортов линта / Р. Сайфутдинов, М.С. Тиллашайхов // Химия и технология целлюлозных материалов. -Ташкент, 1985. -С.8-17.

132. Набиев, Д.С. Изучение структуры и физико-химических свойств образцов хлопковой целлюлозы, полученных совмещенным способом варки и отбеливания / Д.С. Набиев, Н.Д. Бурханова, М.Ю. Юнусов // Международная конференция «Некоторые проблемы химии и физики полисахаридов»: Тезисы докладов. – Ташкент, 1977. -4 с.
133. Матухин, Е.Л. Влияние дозы облучения хлопкового линта на качественные показатели целлюлозы / Е.Л. Матухин, З.Т. Волошина и [др.] // Всесоюзная конференция «Химия и реакционная способность целлюлозы и ее производных»: Тезисы докладов. – Чолпон-Ата, -1991. - С.124-126.
134. Сарыбаева, Р.И. Целлюлоза в форме порошка / Р.И. Сарыбаева, Т.В. Василькова, А.И. Сунталкулова и [др.]. – Фрунзе: Илм, 1986. -338 с.
135. Котельникова Н.Е. Изучение химических и физико-химических свойств микрокристаллической целлюлозы / Н.Е. Котельникова, Г.А. Петропаловский // I Всесоюзная конференция по химии и физике целлюлозы: Тезисы докладов. – Рига, -1975. -Т.1.-С.108-110.
136. Громов, В.С. Проблемы комплексного использования древесины при производстве целлюлозы / В.С. Громов, М.А. Иванов // Перспективы использования древесины в качестве органического сырья. – Рига, 1987. -С.17-97.
137. Баттиста, О.А. Микрокристаллическая целлюлоза / О.А. Баттиста // Целлюлоза и ее производные. – М.: Мир, 1974. -Т.2. -С.412-419.
138. Шарилез, А. Деструкция целлюлозы и ее производных / А. Шарилез, Г. Ригардс // Целлюлоза и ее производные. – М: Мир, 1974. -Т.2. -С.304-325.
139. Роговин, З.А. Химия целлюлозы и ее спутников / З.А. Роговин, Н.Н. Шарыгина. – М., Л.: Госхимиздат, 1953. -679 с.
140. Петропаловский, Г.А. Микрокристаллическая целлюлоза / Г.А. Петропаловский, Н.Е. Котельникова // Химия древесины. – 1979. -№6. - С.3-21.
141. Шарков, В.И. Гидролизное производство. – М.: Лесная промышленность, 1979. -Т.1. -С.115-194.
142. Перемкулов, Х.Т. О структуре микрокристаллической целлюлозы, полученной в различных условиях / Х.Т. Перемкулов, М.Ю. Юнусов, Т.А. Авдонин и [др.] // Всесоюзная конференция «Химия и реакционная

- способность целлюлозы и ее производных»: Тезисы докладов. – Чолпон-Ата, 1991. -С.21-23.
143. Шишонок, М.В. Новый способ получения микрокристаллической целлюлозы / М.В. Шишонок, Е.В. Герт, О.В. Зубец // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. – Минск, 1990. –С.175.
144. Оптимизация процесса получения микрокристаллической целлюлозы из хлопкового сырья / Л. Рахимова, М. Тиллашайхов, Ш. Миркамолов, Р. Сайфутдинов // Международная конференция «Некоторые проблемы химии и физики полисахаридов»: Тезисы докладов. - Ташкент, 1977. -28 с.
145. Тарасова, Е.Н. Сорбционные свойства порошковых и частично этерифицированных целлюлоз / Е.Н. Тарасова, С.Т. Колодкова, Э.Ш. Шершеналиева // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. –Минск, 1990. -С.33-39.
146. Пат № 57-124616. Япония. Кристаллическая целлюлоза высокой степени белизны и способ ее получения и др. -Опубл.11.01.84. Реф. в РЖХимия. – 1984. -№22 (Т30115П).
147. Усманов, Х.У. Азотнокислый способ получения целлюлозного порошкового материала из хлопкового линта / Х.У. Усманов, И.П. Ан, А.М. Зарипова и [др.] // V Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. – Ташкент: ФАН, 1982. -Т.2. –С.113.
148. Шершеналиева, З.Ш. Деструкция целлюлозы минеральными кислотами в органических растворителях / З.Ш. Шершеналиева, Е.Н. Тарасова, В.А. Коленко и [др.] // V Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. – Ташкент: ФАН, 1982. -Т.2. –С.13.
149. Ташпулатов, Ю.Т. О состоянии и перспективах химии и химической технологии хлопковой целлюлозы / Ю.Т. Ташпулатов // Узбекский химический журнал. -1982. -№4. –С.82.
150. А.с. № 77721 СССР. Способ получения порошковой целлюлозы / И.П. Ан, З.А. Азимов, Х.У. Усманов (СССР). - Опубл в Б.И. 1980. – Реф. в РЖХимия. -№16 (Т26П).
151. Исследование делигнификации и растворения углеводного комплекса низкосортного линта при получении порошковой целлюлозы / И.А. Ан, А.М. Зарипова, У.Т. Тишабоев, Х.У. Усманов // Химия древесины. - 1986. -№ 3. -С.15-17.

152. Реакция целлюлозы в присутствии кислот Льюиса / Р.И. Сарibaева, Т.В. Василькова, А.Б. Султанкулова и [др.] // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. –Минск, 1990. -С.213.
153. Бахрамов, М. Структура и свойства порошков целлюлоз, полученных в установках роторного типа / М. Бахрамов, Н.В. Мягкова, Б.К. Давранов // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. –Минск, 1990. -С.159.
154. О структуре порошковой целлюлозы / Х.Т. Перемкулова, М.У. Садыков, Э.Д. Тягай и [др.] // VI Всесоюзная конференция по физике и химии целлюлозы: Тезисы докладов. –Минск, 1990. -С.163.
155. А.с. № 152006 СССР. Способ получения микрокристаллической целлюлозы (СССР) / К.М. Махкамов, А.Н. Кадыров и др. -1988.
156. Кадыров, А.Н. Получения и структурные характеристика целлюлозы и линта тонковолокнистого хлопка / А.Н. Кадыров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. –Рига, 1987. -20 с.
157. Оболенская, А.В. Практические работы по химии древесины и целлюлозы / А.В. Оболенская, В.П. Щеголев [и др.]. -М. :Лесная промышленность, 1975. -350 с.
158. Тихановецкая, А.Д. Метод оценки пригодности хлопковой целлюлозы к ацетилованию / А.Д. Тихановецкая, Д.С. Набиева, Ю.Т. Ташпулатов // Международная конференция «Некоторые проблемы химии и физики полисахаридов»: Тезисы докладов. - Ташкент, 1977. -С.29.
159. Контроль производства химических волокон: под ред. проф. В.А. Пакшвера. -М.: Химия, 1997. -124 с.
160. Махкамов, К.М. Особенности структуры и свойства целлюлозы хлопчатника, выращенных в условиях Таджикистана / К.М. Махкамов. – Душанбе, 1982. -36 с.
161. Махкамов, К.М. Исследование структуры и свойств тонковолокнистого хлопкового волокна / К.М. Махкамов, В.Н. Максимова, И.Я. Колонтаров // Cellul / Chtm and Techol. – 1980. -Т.14. -№3. -Р.339-343.
162. Сухарев, М.Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М.Ф. Сухарев, И.Л. Майзель, В.Т. Сандлер. -М.: Высшая школа, 1981. - С.179.

163. А.с. № 1520066. СССР. МКЦ. СО8В 1/00. Способ получения микрокристаллической целлюлозы (СССР) / А.Н. Кадыров, К.М. Махкамов. -Опубл. 07.11.89. Бюл. № 41.
164. Оев, А.М. Влияние порошковых целлюлоз на свойства битумоминеральных покрытий / А.М. Оев, Ф.К. Касымов, К.М. Махкамов // Доклады АН Республики Таджикистан. -1993. -№10-11. – Т.36. -С.534-536.
165. Оев, А.М. Исследование вяжущих свойств госсиполовой смолы / А.М. Оев, К.М. Махкамов // Доклады АН Республики Таджикистан. -1995. - №3. –С.119-121.
166. Активация битумов из нефти месторождения Кичикбель маслорастворимым ПАВ / А.М. Оев, Р. Усманов, С.Б. Мирзоев и [др.] // Сборник научных трудов МСД «Научно-технические проблемы дорожной отрасли стран СНГ». – М., 2000. –С.163-166.
167. Исследование композиционного связующего на основе гудрона растительных масел для производства битумоперлитовых теплоизоляционных материалов / Р. Усманов, Г.М. Самадова, М.Г. Холов, С.Б. Мирзоев // Материалы республиканской научной конференции «Проблемы современной координационной химии». – Душанбе, 2011. -С.38-40.
168. Усманов, Р. Влияние композиционного связующего на основе гудрона растительных масел на свойства битумоперлитовых теплоизоляционных материалов / Р. Усманов, Г.М. Самадова, М.С. Кучаров // Материалы республиканской научной конференции «Химия: исследования, преподавание, технология», посвященной «Году образования и технических знаний». –Душанбе, 2010. –С.116-119.
169. Усманова, С.Р. Исследование композиционного связующего на основе ГРМ для производства теплоизоляционных материалов / С.Р. Усманова, К.М. Махкамов, Р. Усманов // Известия АН Республики Таджикистан. – 2008. -№1(130). -С.44-51.
170. Самадова, Г.М. Влияние этаноламиновых солей гудрона растительного масла на физико-механические свойства перлито-керамических теплоизоляционных материалов / Г.М. Самадова, Р. Усманов, М.С. Кучаров // Материалы республиканской научной конференции «Химия: исследования, преподавание., технология», посвященной «Году образования и технических знаний». –Душанбе, 2010. -С.113-115.

171. Влияние гудрона растительного масла на свойства перлитокерамических теплоизоляционных материалов / Р. Усманов, Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, И.Н. Ганиев // Доклады АН Республики Таджикистан. -2010. -Т.53. -№11. -С.875-878.
172. Усманов, У.Р. Изучение возможности изготовления теплоизоляционных плит на основе вспученного перлитового песка с использованием отходов хлопкового пуха / У.Р. Усманов, Ф.О. Каримова, Г.М. Самадова, Р. Усманов // Вестник Таджикского национального университета. 2011. -№1(65). –С.75-77.
173. Сухарев, М.Ф. Производство теплоизоляционных материалов / М.Ф. Сухарев, И.Л. Майзель, В.Т. Сандлер. - М.: Высшая школа, 1981. -С.179.
174. Мизандронцев, А.Г. Производство искусственных пористых заполнителей для бетона в Таджикистане / А.Г. Мизандронцев, В.П. Петров, А.Н. Фрезе // Обзорная информация ТаджикНИИТИ Госплана Таджикской ССР. –Душанбе, 1987. -40 с.
175. Мизандронцев, А.Г. Перлиты. Особенности технологии пористых заполнителей из перлитов Ташкескенского месторождения / А.Г. Мизандронцев, В.П. Петров, А.Н. Фрезе.– М., 1981. -С.253-257.
176. Арончик, А.М. Эффективные материалы и изделия на основе вспученного перлита Мытищенского комбината «Стройперлит» / А.М. Арончик // Строительные материалы. -1971. -№1. -С.168-169.
177. Звукоизоляционные изделия на основе гипсо-перлитовых комплексов / Р. Усманов, Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, А.А. Самадов // Материалы республиканской конференции «Координационная химия и ее значение в развитии народного хозяйства» с международным участием, посвященная памяти д.х.н. профессора З.Н. Юсуфова. - Душанбе, 2011. - С.49-52.
178. Тепло- и звукоизоляционные изделия на основе вспученного перлита и вяжущих материалов / Р. Усманов, Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, У.Р. Усманов // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Комплексная переработка местного сырья и промышленных отходов». –Душанбе, 2013. –С.49-52.
179. Подбор состава штукатурного раствора на основе перлитового песка / У.Р. Усманов, Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, Р. Усманов // Материалы Республиканской конференции «Перспективы инновационных

технологий в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе, 2013. –С.14-16.

180. Тепло- и звукоизоляционные изделия на основе обсидиано-перлитовых пород / Р. Усманов, Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, У.Р. Усманов // Материалы Республиканской конференции «Перспективы инновационных технологий в развитии химической промышленности Таджикистана». – Душанбе, 2013. -С.13-14.
181. Исследования возможности получения термоперлитовых теплоизоляционных изделий на основе обсидиано-перлитовых пород / Г.М. Самадова, У.Р. Усманов, Р. Усманов и [др.] // Доклады АН Республики Таджикистан. -2013. -Т.56. -№9. -С.708-714.
182. Исследование возможности получения термоперлитовых теплоизоляционных изделий на основе обсидиано-перлитовых пород / Г.М. Самадова, Р. Усманов, Х.М. Назаров, У.Р. Усманов // Материалы IV Республиканской научно-практической конференции «Из недр Земли до горных вершин». –Чкаловск, 2011. -С.60-64.
183. Самадова, Г.М. Перспективы теплоизоляционных материалов Таджикистана / Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, Р. Усманов // Материалы V Международной научно-практической конференции «Проблемы горно-металлургической промышленности и энергетики Республики Таджикистан». – Чкаловск, ГМИТ, 2014. - С.87-89.
184. Новые композиционные изделия на основе перлита и вяжущих материалов / Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, Р. Усманов, У.Р. Усманов // Материалы Международной научно-практической конференции. – Киев, КПИ, 2014. -С.153.
185. Самадова, Г.М. Физико-химические основы получения теплоизоляционных материалов на основе перлитового песка с использованием отходов производства / Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, Р. Усманов // Материалы Международной научно-технической конференции «Проблемы и пути инновационного развития горно-металлургической отрасли». – Ташкент, 2014. -С.185-189.
186. Самадова, Г.М. Возможности изготовления теплоизоляционных плит с использованием отходов производства / Г.М. Самадова, Х.М. Назаров, Р. Усманов // Материалы Международной научно-практической конференции «Вода для жизни». – Чкаловск, ГМИТ, 2015. -С.99-101.

ПРИЛОЖЕНИЕ

«Утверждаю»


 Руководитель Администрации
 Свободной экономической зоны

«Сугд»

Алимов Ф.У.

19 февраля 2016 г.

АКТ ИСПЫТАНИЯ

технологии по производству керамоперлитовых изделий

Мы, нижеподписавшийся, главный специалист отдела инфраструктуры и строительства Набиев Р.Г., главный научный сотрудник Института химии им.В.И.Никитина АН Республики Таджикистан, Назаров Х.М. и соискатель Самадова Г.М. составили настоящий акт о том, что на территории предприятий Свободной экономической зоны «Сугд» в течение января месяца 2016 года были проведены опыты по улучшению физико-механических свойства керамоперлитов на основе песка из сырья Ташкеекенского месторождения и шликера из Тешикташской глины.

Обжиг производили в лабораторной камерной печи, работающей на жидком топливе. Обжиг проводили по следующему режиму: увеличение температуры от 0 до 400°C – по 100°C в час; то же от 400°C до 850°C – по 150°C в час; выдержка при 850°C - 1 час. Обожжённые образцы имели четкие грани, отколовшей и отбитей не наблюдалось. Прочностные характеристики образцов показаны в таблице.

Таблица

Физико-механические свойства обожжённых керамоперлитов на основе песка из сырья Ташкеекенского месторождения и шликера из Тешикташской глины

Содержание ГРМЭА, %	Лабораторный состав		Насыщенная плотность, кг/м ³	Расход материалов на 1 м ³			Характеристика образцов		
	песок, л	шликер, л		глина, кг	песок, кг	вода, л	предел прочности, кг·с/см ²		объёмная плотность, кг/м ³
							при изгибе	при сжатии	
0	1	0,2	410	106	534	114	10	23	800
0,5	1	0,2	410	105,5	534	114	11	25	780
1	1	0,2	410	105	534	113,5	12	27	760
2	1	0,2	410	104	534	113	12,5	28	750

Из таблицы видно, что введение - моноэтаноламинавая соль гудрона растительного масла (ГРММЭА) приводит к увеличению предела прочности перлитокерамического черепка обожженных образцов при изгибе с 10 до 12,5 кг/см², а при сжатии - с 23 до 28 кг/см².

Таким образом, введение в перлитокерамические массы небольшого количества МЭАСГРМ увеличивает за счет выгорания МЭАСГРМ пористость при обжиге, улучшает равномерность распределения частиц, способствует уменьшению коэффициента теплопроводности, а также повышает механическую прочность изделий. Увеличение механической прочности готовых изделий и полуфабрикатов приводит к уменьшению технологических отходов при производстве, отправке, транспортировке и загрузке изделий.

Термическую стойкость изделий определяли по ГОСТу 7875-56 при температуре 850°C и охлаждали их на воздухе. Изделия выдерживали 10 циклов. После испытаний образцы не имели нарушений структуры, трещин, отколов.

Экономический эффект от производства перлитокерамических теплоизоляционных систем на основе Теникташских глин и МЭАСГРМ, взамен традиционно применяемых, составляет 27,33 у.е./м³.

Главный специалист отдела
инфраструктуры и строительства

 Набиев Р.Г.

Главный научный сотрудник, д.т.н., профессор

-  Назаров Х.М.

Соискатель



Самадова Г.М.

«Утверждаю»

Руководитель Администрации
Свободной экономической зоны
«Сугд»



Алипов Ф.У.

10 апреля 2016 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

изготовления звукоизоляционные изделия на основе гипсоперлитовых комплексов

Мы, нижеподписавшийся, главный специалист отдела инфраструктуры и строительства Набиев Р.Г., главный научный сотрудник Института химии им.В.И.Никитина АН Республики Таджикистан, Назаров Х.М. и соискатель Самадова Г.М. составили настоящий акт о том, что 10 апреля 2016 года на территории предприятий Свободной экономической зоны «Сугд» были внедрены разработки технологии по изготовлению звукоизоляционных изделий на основе гипсоперлитовых комплексов.

В интересах успешного развития производства акустических материалов возникает необходимость в промышленном освоении широкой номенклатуры звукопоглотителей из дешевого сырья. Так наличие дешевых перлитовых и гипсовых сырьевых ресурсов и производственной базы по их выпучиванию благоприятствуют организации производства звукопоглощающих изделий различного назначения из выпученных перлитов и гипса. На основе гипсовых связующих материалов выпускаются различные гипсоперлитовые изделия.

Быстрое схватывание гипсового теста создает неудобства в работе с ним. Для замедления сроков схватывания применяются различные вещества. Определено влияние ВЭГ-1, ВВНГ и соли гудрона растительных масел (ГРММ₂ОА, ГРМNa) и нефтяных сульфокислот (НСКМ₂ОА, НСКNa) на свойства гипсовых образцов.

Добавка 1-1,5% ВВНГ вызывает замедление сроков схватывания на 5-10 мин без изменения прочностных свойств. Введение в состав 0,005-0,01% ВЭГ-1 вызывает замедление сроков схватывания на 5-20 минут при незначительном снижении прочностных свойств гипса. Соли гудрона растительных масел (ГРММ₂ОА, ГРМNa) и нефтяных сульфокислот (НСКМ₂ОА, НСКNa) при концентрации 0,2-0,9% вызывают замедление сроков схватывания на 4-8 минут при увлечении прочностных свойств гипса.

Таким образом, подобранные составы штукатурных смесей для отделки наружных и внутренних стен зданий на основе перлитового песка Ташкескенского месторождения и гипса имеют следующие показатели:

прочность сцепления глиняного кирпича с гипсоперлитовым раствором составляют 0,26 МПа; длительное хранение (больше 5 месяцев) сухой гипсоперлитовой смеси несколько ухудшает прочностные свойства образцов (с 0,7 до 0,5 МПа); коэффициент звукопоглощения гипсоперлитовых штукатурных смесей в интервале 500-2500 Гц находится в пределах 0,05-0,13; использование в качестве замедлителя сроков схватывания 1-1,5% ВВШГ или 0,005-0,01% ВЭТ-1 (от гипса) вызывает замедление сроков схватывания при незначительном снижении прочностных свойств образцов, а ГРММОА, ГРМNa и НСКNa:Ca(OH)₂ 1:2 при концентрации 0,2-0,9% также вызывает замедление сроков схватывания, но при этом приводит к увлечению прочностных свойств образцов.

По разрабатываемому варианту 1: производство теплозвукоизоляционных плит на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства.

Расход материалов на 1 м² плит при толщине 50-60 мм:

- песок перлитовый венученный – 6 кг;
- отходы хлопкового производства – 3 кг;
- ПВА + КМЦ (клей) – 0,2 кг;
- гидрофобизатор – 0,08 кг.

Расчетная себестоимость производства 1 м² плит составит 1,185 у.е.

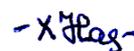
По разрабатываемому варианту 2: производство теплозвукоизоляционных плит на основе перлитового песка и отходов хлопкового производства с последующей фактурой их отделкой водостойкими красителями.

Себестоимость окраски водостойкими красителями составляет у.е./м², т.е. общая расчетная стоимость плит составит 3,185 у.е. за 1 м².

Главный специалист отдела
инфраструктуры и строительства

 Набиев Р.Г.

Главный научный сотрудник, д.т.н., профессор

 Назаров Х.М.

Соискатель



Самадова Г.М.