

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Центр архитектурных, конструктивных решений и организации строительства

(наименование)

08.04.01 «Строительство»

(код и наименование направления подготовки)

Технология строительного производства

(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Технология устройства штукатурных покрытий с использованием
производственных отходов

Студент

Мустекова А.М.

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

к.т.н., доцент Крамаренко А.В.

руководитель

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1.Теоретические исследования. Состояние вопроса. Цели и задачи исследования.....	6
1.1 Анализ штукатурных растворов и смесей.....	6
1.3 Анализ технологий нанесения штукатурных покрытий.....	16
1.4 Цели и задачи исследования.....	21
2. Анализ и выбор промышленных отходов для устройства декоративных покрытий. Методика исследований.....	23
2.1 Анализ и выбор производственных отходов для устройства отделочных покрытий.....	23
2.2 Методологическая база исследований.....	30
2.3 Методика проведения исследований.....	33
3. Разработка технологии устройства отделочных покрытий с использованием производственных отходов.....	37
3.1 Подбор оптимального состава отделочных покрытий с использованием производственных отходов.....	37
3.2 Исследование прочности сцепления декоративного материала с различными поверхностями.....	50
3.3 Разработка технологии устройства отделочных покрытий с использованием производственных отходов.....	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Одним из основных видов финишной обработки поверхности стен являются штукатурные работы. Оштукатуривание стен позволяет получить привлекательный внешний вид, создать фактурную поверхность, которая достаточно популярна благодаря своим эксплуатационным свойствам: позволяет скрывать дефекты поверхностей стен, не требует применения сложного оборудования при устройстве. Получить структурированную поверхность можно несколькими способами: за счет применения мелкого заполнителя, с помощью подобранной технологии нанесения, за счет свойств самого материала. Декоративные штукатурки все больше находят применение при финишной отделке помещений с постоянным пребыванием людей.

Применение производственных отходов при устройстве декоративных штукатурок позволит получить фактурную поверхность с минимальной стоимостью.

Степень разработанности темы. В области устройства штукатурных покрытий немало статей и научных работ, например:

- Джабиров Н.В., Иванова Т.А. Сравнительные характеристики методов испытаний и области применения сухих строительных смесей для штукатурных работ на цементном, гипсовом, цементно-известковом вяжущем // Современные научные исследования и инновации. 2017. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/12/85265> (дата обращения: 24.09.2018).

Цель исследования - разработка технологии устройства штукатурных покрытий с использованием производственных отходов.

Предметом исследования диссертационной работы будут являться штукатурные покрытия, добавки и заполнители штукатурных растворов, производственные отходы, пригодные для использования при устройстве штукатурных покрытий.

Объектом исследования диссертационной работы – является технология устройства штукатурных покрытий с использованием производственных отходов.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи;

1. Исследовать и обосновать возможность использования производственных отходов при устройстве штукатурных покрытий;

2. Произвести выбор отхода производства для получения декоративного покрытия;

3. Подобрать компоненты для устройства декоративного покрытия на поверхность;

4. Исследовать прочностные характеристики декоративного покрытия;

5. На основании проведенных исследований прочностных характеристик произвести выбор вяжущего для устройства декоративного покрытия;

6. Определить влияние соотношения компонентов вяжущего на прочностные характеристики декоративного покрытия;

7. Произвести экспериментальные исследования, заключающиеся в нанесении полученного декоративного материала на поверхность;

8. По результатам экспериментальных исследований произвести описание технологии нанесения декоративного покрытия с использованием выбранного отхода производства.

Методы исследования-анализ, синтез, индукция, дедукция

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Предусмотрен вариант использования производственных отходов при устройстве штукатурных покрытий.

2. Разработана технология устройства штукатурных покрытий с использованием производственных отходов.

Практическая значимость будет заключаться в возможности использования производственных отходов при устройстве отделочных покрытий с применением разработанной технологии.

Апробация результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждена приведенными в диссертации теоретическими разработками и практическими рекомендациями. Основные положения, материалы и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на научных конференциях.

Результаты ВКР будут обобщены и доложены с публикацией в сборнике трудов на конференциях различных уровней.

По теме диссертации автором опубликовано две статьи: 1) «The development of the plaster coating materials operated structure by processing waste recovery»; 2) «Способ устройства декоративного покрытия с использованием отхода легкой промышленности»; подана заявка на патент № 20191335510/03(066135)- на данный момент проводится экспертиза по существу.

Объем и структура работы. Диссертационная работа будет состоять из введения, трех глав, заключения, библиографического списка.

1. Теоретические исследования. Состояние вопроса. Цели и задачи исследования

1.1 Анализ штукатурных растворов и смесей

Штукатурные растворы применяются при выполнении отделочных работ внутренних и наружных поверхностей зданий. На сегодняшний день существует большое количество материалов и заполнителей, применяемых при устройстве отделочных покрытий, все они обладают различными свойствами. Применение различных добавок и заполнителей влияет как на физико-механические свойства отделочного покрытия, так и на его внешний вид. На рисунке 1.1 показана классификация штукатурных покрытий.

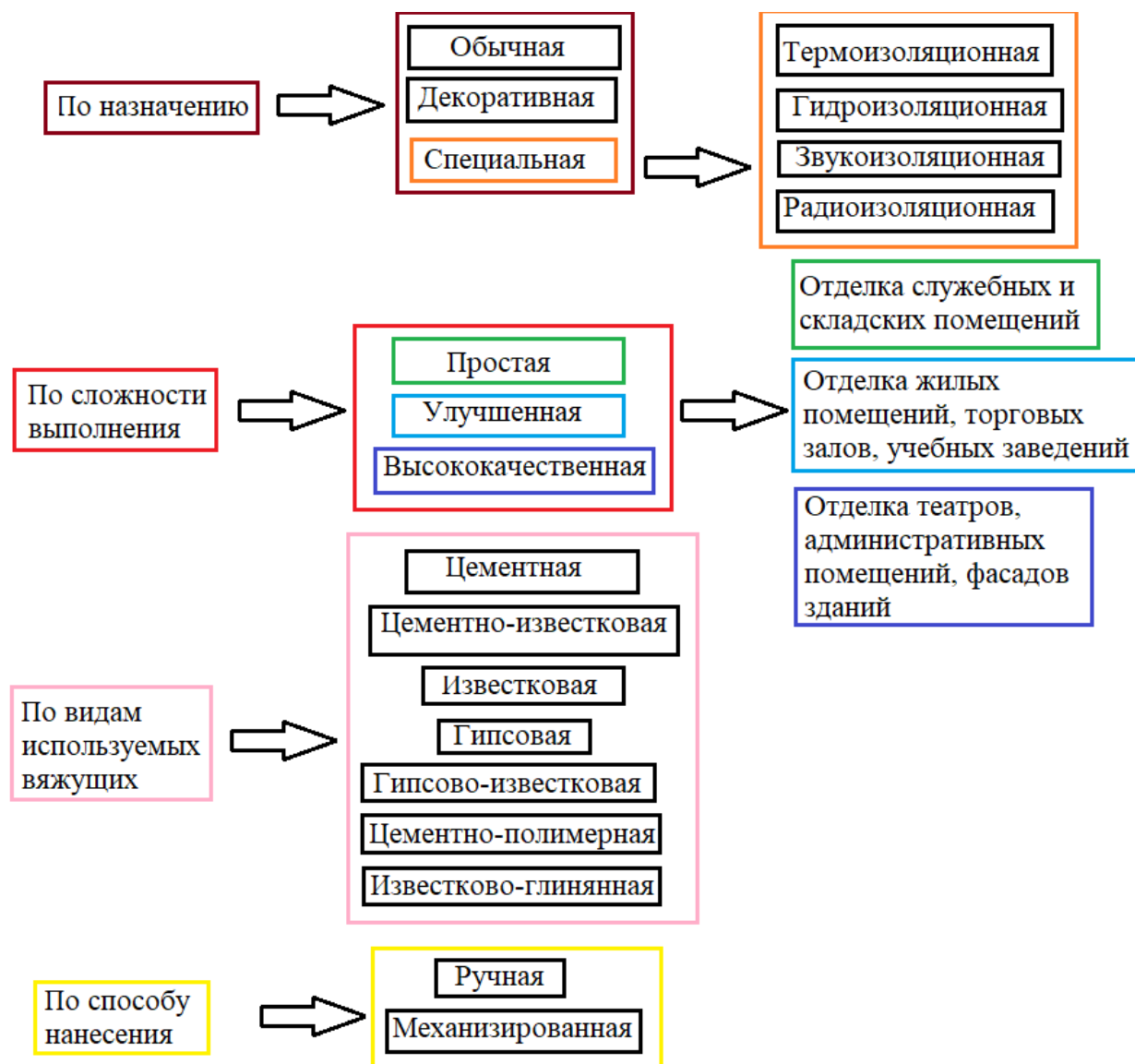


Рисунок 1.1 – Классификация штукатурных покрытий

Качество штукатурного раствора для внутренних отделочных работ определяется следующими характеристиками: удобоукладываемость, подвижность, пластичность, адгезия, водоудерживающая способность. Кроме того при оценке качества штукатурных растворов большое значение имеет величина усадки, а так же прочность к растрескиванию.

Удобоукладываемость, пластичность - способность раствора легко наноситься и распределяться по поверхности, заполняя при этом все неровности. Такими свойствами обладают известковые растворы, глиняные растворы и смешанные, в отличие от цементных растворов, которые удобоукладываемостью и пластичностью обладают в меньшей степени.

Подвижность - способность раствора при нанесении на поверхность растекаться по ней без приложения особых силовых воздействий. Подвижность раствора определяется стандартным конусом по глубине погружения его в раствор (см. таблицу 1.1).

Таблица 1.1 – Подвижность штукатурных растворов

Назначение раствора	Погружение стандартного конуса, мм		Предельная крупность заполнителя, мм
	для механизированного нанесения	для ручного нанесения	
1	2	3	4
Растворы для обрызга и грунта	6 - 10	8 - 12	2,5
Растворы для накрывки			
Содержащие гипс	9 - 12	9 - 12	1,2
Без гипса	7 - 8	7 - 8	1,2

Водоудерживающая способность – способность, нанесенного на пористое основание, раствора удерживать влагу. Определяют водоудерживающую способность с помощью специального прибора (см. рисунок 1.2).

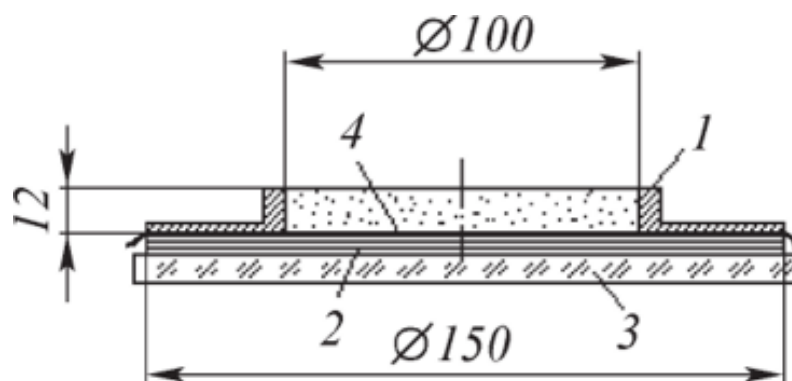


Рисунок 1.2 - Схема прибора для определения водоудерживающей способности растворной смеси

1- металлическое кольцо с раствором; 2- 10 слоев промокающей бумаги; 3- стеклянная пластинка; 4- слой марлевой ткани

После обработки результатов испытаний водоудерживающую способность находят по формуле:

$$K_{wf} = \left(1 - \frac{\Delta m_w}{m_{bs}}\right) \cdot 100\%, \quad (1.1)$$

где Δm_w - увеличение массы прокладки, г;

m_{bs} - масса растворной смеси после укладки в стандартное кольцо прибора, г.

Состав раствора рассчитывают в зависимости от его назначения. Например, для выполнения работ по грунтованию поверхностей применяют полугустые растворы, для выполнения работ по накрывке поверхностей применяют полужидкие растворы, жидкие растворы применяются при производстве работ по нанесению обрызга на поверхность. При производстве работ по нанесению толстых штукатурных наметов применяются густые растворные смеси. Зачастую возникает необходимость изменять величину пластичности наносимого раствора, эта задача достигается путем изменения соотношения количества воды и вяжущего, что, в свою очередь, позволяет осуществлять переход от густых растворов к жидким и наоборот.

Выбор вида штукатурного раствора зависит не только от назначения помещения, но и от материала основания (базового материала). Для устройства штукатурного слоя на бетонных поверхностях применяют сложные растворы из

цемента, извести и песка с соотношением 1: 1: 8. Подвижность таких растворов принимается с осадкой конуса 7...9 см. Для кирпичных оснований применяют известково-песчаные растворы с соотношением известкового теста и песка 1: 3, подвижность принимается равной 9... 12 см. Для оштукатуривания гипсобетонных и деревянных поверхностей применяют известково-гипсопесчаные растворы. Для оштукатуривания влажных помещений применяют цементно-песчаные растворы с гидравлическими добавками повышенных марок. Виды растворов, их свойства и назначение приводятся в ГОСТ 28013-98, а так же в ГОСТ 5802-86 (с попр. 1989).

При производстве штукатурных работ применяют простые растворы (известковые, глиняные, цементные) и смешанные. В таблице 1.2 указано соотношение компонентов штукатурной смеси в зависимости от назначения помещения отделки.

Таблица 1.2 - Составы растворов (в частях по объему) в зависимости от назначения штукатурки)

Растворы	Штукатурный слой		
	Обрызг	Грунт	Накрывка
Оштукатуривание помещений с повышенной влажностью, подвергающихся систематическому увлажнению			
Цементные (цемент: песок)	1: (2,5-4)	1: (2-3)	1: (1,-1,5)
Цементно-известковые (цемент: известковое тесто: песок)	1: (0,3-0,5): (3-5)	1: (0,7-1): (2,5-4)	1: (1,-1,15): (1,5- 2)
Оштукатуривание внутренних поверхностей в помещениях с относительной влажностью воздуха не более 60%			
Известковый (известь: песок)	1: (2,5-4)	1: (2-3)	1: (1-2)
Известково-цементный (цемент: известковое тесто: песок)	1: (0,5-0,7): (4-6)	1: (0,7-1): (3-5)	1: (1-1,5): (2-3)
Известково-гипсовый (известь: гипсовое вяжущее: песок)	1: (0,3-0,5): (2-3)	1: (0,5-1): (1,5- 2)	1: (1-1,5): 0

Глиняные растворы применяются при оштукатуривании внутренней поверхности стен помещений, не подверженных воздействию влаги. При устройстве глиняных растворов, ввиду малой прочности, поверх глины наносится известково-гипсовый или известковый раствор. Для получения глиняных растворов установлено следующее соотношение песка и глины: для тощих глин - $1 : 2 \div 3$, для средних глин: $1 : 3 \div 4$, для жирной глины – $1 : 4 \div 5$.

Известковый раствор применяется гораздо чаще, по причине того, что он подходит как для внутренних работ, так и для наружных. В качестве основания для нанесения известкового раствора может быть бетон, кирпич или дерево. Большое значение при приготовлении известкового раствора имеет соотношение песка и известкового теста (избыток песка снижает прочность, избыток извести приводит к появлению трещин). Марки по прочности простых известковых растворов изготавливают от 4 до 10.

Цементный раствор применяют для отделки помещений, подверженных воздействию влаги. Наиболее часто соотношение цемента и песка принимают равным $1:3$, исходя из характеристик пластичности. В зависимости от назначения раствора применяют различные виды цементов. Применение пуццоланового цемента повышает водонепроницаемость. Так же применяются портландцемент и цементы на базе полимеров.

Для оштукатуривания деревянных поверхностей сухих помещений применяют сложные растворы, такие как цементно-известковый и цементно-гипсовый. Цементно-известковые растворы применяют для наружных работ, и при отделке помещений или частей зданий, подверженных влиянию влаги, таких как бани, цоколь.

Сухие смеси используются при производстве штукатурных работ как внутри помещений, так и снаружи. Основанием для устройства сухих смесей может служить бетон, кирпич, а так же дерево. Наиболее широкое применение имеют сухие смеси, изготавливаемые на основе цемента, извести, гипса или их смесей. В сухих смесях так же может присутствовать заполнитель. Крупность заполнителей сухих смесей варьируется в пределах от 0,5 до 1,2 мм.

По прочности растворы их сухих смесей могут быть М 25...М 450. Смеси фасуются и транспортируются к месту проведения работ во влагонепроницаемых упаковках, на которых присутствует информация о смеси: ее, инструкция по приготовлению, наименование и марка, технические условия, информация о производителе и т.д.

При выполнении финишной отделки помещений применяют декоративные сухие растворные смеси. Для получения гладкой вертикальной поверхности (для дальнейшей отделки краской и т.п) применяют выравнивающие смеси. Декоративные сухие смеси могут применяться во влажных или сухих помещениях, а так же могут быть универсальными.

Для улучшения тепло - и звукоизоляции применяют теплоизоляционные сухие смеси. В качестве заполнителя используют различные виды легких заполнителей, такие как керамзитовый, перлитовый пески и др. такие смеси подходят как для внутренних, так и для наружных работ, имеют плотность 400...650 кг/м³.

Для гидроизоляционных работ подземных частей зданий, цокольных этажей, подвалов применяют смеси, производимые на основе специальных расширяющихся цементов, с гидрофобными добавками и микрозаполнителями.

Высокоадгезионные растворы, изготавливаемые на основе цемента и песка, применяют для восстановления и ремонта поверхностей. При укреплении поверхностей зачастую наносят послойно несколько видов растворов: слой гидроизоляционного, слой покровного и слой отделочного на тонкодисперсных меловых, гипсовых смесях или с применением белого или цветного цемента.

1.2 Анализ добавок и заполнителей

Добавки применяются для придания штукатурным растворам необходимых свойств, а так же с целью уменьшения расхода высокомарочного вяжущего. Среди добавок в штукатурные растворы выделяют три основные

группы: это пластифицирующие добавки, минеральные и органические и химические добавки.

Пластифицирующие добавки приводятся в ГОСТ24211-2003 «Добавки для бетонов и растворов», к ним относят такие добавки, как древесный пек, лигносульфонаты технические (ЛСТ) и мылонафт.

Применение пластифицирующих добавок позволяет уменьшить расход цемента, повысить морозостойкость, удобоукладываемость, пластичность растворов. Среди пластифицирующих добавок есть поверхностно-активные добавки. Это вещества, которые способны менять связь между поверхностью частиц вяжущего и водой. Поверхностно-активные вещества, в свою очередь, делятся на гидрофильно - пластифицирующие, гидрофобно - пластифицирующие и микропенообразующие.

Гидрофильно-пластифицирующие добавки улучшают текучесть растворов за счет диспергирования коллоидной системы. К ним относятся концентраты сульфитно-спиртовой барды. Они бывают твердые (КБТ), жидкие (КЖБ), и порошкообразные (КБП).

Гидрофобно-пластифицирующие добавки способны стабилизировать пузырьки воздуха, находящиеся в растворе, а так же понижать поверхностное натяжение воды, за счет способности адсорбироваться на поверхности граница воздух-вода. Гидрофобно-пластифицирующие добавки так же называют гидрофобизирующими, применение таких растворов позволяет улучшать подвижность растворов, благодаря вовлечению пузырьков воздуха в растворы.

К гидрофобно-пластифицирующим добавкам относятся асидол, мылонафт, асидол-мылонафт, кремнийорганические жидкости (ГКЖ-Ю, ГКЖ-11, ГКЖ-94). Асидол получают при очистке масляных и соляровых дистилляторов. Он нерастворим в воде и представляет собой нефтяные кислоты, извлекаемые из щелочных отходов.

Мылонафт применяется как пластификатор цементных растворов. Представляет собой мыло нерастворимых в воде органических кислот получаемое как отход при щелочной очистке керосиновых, газойлевых и

соляровых дистиллятов нефти. Количество добавки определяют опытным путем, в зависимости от необходимой подвижности раствора, среднее количество принято 0,05 - 0,1% веса цемента.

Асидол-мылонафт получают при очистке соляровых, керосиновых и газойлевых дистилляторов нефти. Это густое мазеобразное вещество желтого или коричневого цвета, плохо растворимое в воде. Асидол-мылонафт представляет собой смесь свободных нерастворимых в воде органических кислот. Количество применяемой добавки принято 0,05-1 % его от массы цемента.

Кремнийорганические жидкости КГЖ-Ю и КГЖ-11 представляют собой водно-спиртовой раствор метил- и этилсиликонатов натрия и относятся к числу воздухововлекающих добавок. В растворы добавляют 0,5-0,2 % жидкости от массы цемента. Кремний-органическая жидкость ГКЖ-94 (жидкость 136-41) (полиэтилгидридсилоксан) представляет собой продукт гидролиза этилдихлорсилана водой в присутствии этилового и бутилового спиртов и последующей нейтрализации продукта содой. Добавляется в раствор 0,05-0,1 % ее от массы цемента.

К микропенообразующим добавкам относятся подмыльный щелок, а также микропенообразователи ОС и БС. Подмыльный щелок представляет собой отходы мыловаренного производства. В этой добавке содержится порядка от 0,5 до 3 % жирных кислот. Расход подмыльного щелока колеблется в зависимости от содержания жирных кислот, в среднем составляет от 0,3 - до 12 л на 1 м³ раствора.

Микропенообразователь ОС - является отходом мыловаренных заводов и применяется в виде водной эмульсии состава 1 : 40. Эмульсия представляет собой массу черного цвета, получаемой растворением ОС в воде, нагретой до температуры 90 °С. Микропенообразователь ОС содержит от 10 до 45 % омыленных жиров. Количество добавки в растворы в среднем составляет от 0,25 до 0,5 % от массы цемента.

Микропенообразователь БС представляет собой (омыленные) жирные кислоты растительного или животного происхождения, например стебли сельскохозяйственных культур, белковые отходы боен и др. Микропенообразователь БС вводится в раствор в виде порошка в количестве 0,05 - 0,1 % от массы цемента.

Специальными добавками называют добавки, которые применяют для повышения водонепроницаемости, улучшения теплотехнических свойств, для замедления схватывания вяжущих, а так же с целью замедления схватывания вяжущих. При устройстве штукатурных покрытий при отрицательных температурах (в зимнее время) применяют добавки-ускорители твердения. К ним относятся: хлористый кальций, сернокислый глинозем, строительный гипс, нитрат кальция, поташ, хлорное железо, хлористый натрий. Такие добавки применяют для растворов на основе цемента.

Порошкообразные добавки легко растворяются в воде, к ним относятся: поташ, хлористый натрий, хлористый кальций. Поташ является наиболее часто применимой добавкой, ограниченное применение имеют хлористый натрий и хлористый калий по причине того, что они дают высолы на штукатурке.

Минеральные и органические добавки при затворении водой и смешивании в тонкоизмельченном состоянии с воздушной известью образуют тесто, способное после твердения на воздухе твердеть и под водой. К таким добавкам относят: золы, шлаки, обожженную глину, пемзу, диатомиты и др.

При необходимости придания цементным растворам защитных свойств и водонепроницаемости применяют химические добавки. Например, растворимое (жидкое) стекло применяют для оштукатуривания влажных помещений. Жидкое стекло представляет собой густую жидкость буровато-желтого цвета, которую растворяют в воде в соотношении 1:6, этим раствором затворяют сухую смесь. При затвердевании жидкое стекло образует на поверхности штукатурки не только водонепроницаемую, но и огнеупорную пленку.

Вяжущие добавляют для того чтобы штукатурные смеси перешли из тестообразного в камневидное состояние. Вяжущие бывают двух видов: воздушного твердения и гидравлического.

Вяжущие воздушного твердения повышают прочность на воздухе, а гидравлического твердения - в воде и во влажных условиях. Основными вяжущими, получившими широкое применение для штукатурных работ, являются цементы: портландцемент, шлакопортландцемент, расширяющийся, пуццолановый, гидрофобный, цветные и другие специальные цементы. А так же глина, строительный гипс, известь строительная.

Составной частью штукатурных растворов являются заполнители. К заполнителям относятся: песок, щебень, шлак, другие материалы. Заполнители делят на две группы: и легкие (плотностью менее 1000 кг/м^3) и тяжелые (плотностью более 1000 кг/м^3).

Для штукатурных работ лучшим считается песок остроугольной формы средней и мелкой (но не пылевой) крупности. Недопустимо содержание в песке глинистых частиц более 5%. Пески применяют следующих видов: карьерный с размерами зерен от 0,3 до 5 мм, озерный, горный, морской, речной. Плотность песка составляет $1,5... 1,7 \text{ т/м}^3$.

Щебень применяют природный, дробленный, рваной остроугольной формы, с зернами размером 2,5...20 мм. Так же допускается применять гравий природный, недробленный, окатанной формы.

Для звуко и теплоизоляции при оштукатуривании перегородок и наружных фасадов применяют шлаковый песок плотностью $0,7...0,9 \text{ т/м}^3$. Шлак представляет собой продукт сжигания каменного угля, для получения шлакового песка шлак размалывают на мельницах и просеивают.

Существуют так же и декоративные заполнители. К таким заполнителям относятся: слюда, каменная крошка, антрацит, кварц, битое стекло. Их используют придания штукатурным поверхностям блеска и более выразительного внешнего вида.

Слюда и битое стекло применяется для придания поверхностям кристаллического блеска. Эти заполнители крупностью 1...6 мм добавляют в небольшом количестве в штукатурные смеси.

В строительные растворы добавляется каменная крошка с зернами крупностью 0,3...5 мм. Каменная крошка получается в результате дробления известняка, гранита, мрамора и других каменных пород. Поверхность приобретает блеск после заглаживания и шлифовки схватившегося раствора. В результате поверхность имеет вид и фактуру естественного материала.

1.3 Анализ технологий нанесения штукатурных покрытий

В данной работе были рассмотрены технологии нанесения нескольких видов наиболее широко используемых декоративных покрытий: венецианская штукатурка, штукатурка «шуба», штукатурка с кварцевым песком.

Классическая венецианская штукатурка включает в себя следующий состав компонентов: шпатлевочную массу, мраморную пыль, которая в некоторых случаях заменяется гранитной, кварцевой или ониксовой, гашеную известь. Кроме основных компонентов в венецианскую штукатурку добавляют колоранты и различные пигменты, для придания цвета.

Именно добавление пигментов и гашеной извести делает венецианскую штукатурку долговечной и делает ее устойчивой к негативным воздействиям кислорода и ультрафиолета. В наше время существуют готовые смеси для выполнения венецианской штукатурки с готовым цветовым решением, а так же с различными визуальными эффектами (бархатистость, матовость, глянец).

Инструментами и приспособлениями для выполнения венецианской штукатурки являются: шпатели с закругленными краями и с ровной поверхностью, стальные терки с шириной 20 и 25 см; а так же кисти : малярная кисть-макловица с густой щетиной (круглой, овальной или прямоугольной формы), классическая плоская флейц-кисть, строительный уровень, рулетка, длинная металлическая линейка и шлифовальная терка со шкуркой мелкой фракции.

Основой для нанесения венецианской штукатурки могут быть бетон, гипсокартон, кирпичная кладка. Перед нанесением штукатурки поверхность очищают от остатков краски, старой штукатурки, от пыли и грязи, заделывают щели, трещины и сколы. Далее выполняют сплошное шпатлевание, с последующей шлифовкой (после высыхания) пемзой или шкуркой. Поверх слоя шпатлевки наносится грунт для сцепления с поверхностью второго шпатлеванного слоя. После шлифовки и грунтования второго шпатлеванного слоя наносят финишную шпатлевку. После шлифовки финишного слоя шпатлевки поверхность тщательно очищают от пыли и грязи. Перед нанесением шпатлеванной массы для венецианской штукатурки поверхность грунтуют за два раза грунтовкой, соответствующей шпаклевочному материалу.

Нанесение венецианской штукатурки выполняют по 1 м², начиная сверху, короткими скругленными движениями. Инструментом для нанесения служит кельма, на которую шпателем наносят шпатлеванную массу. После нанесения базового слоя, переходят к нанесению второго слоя (через 6-8 часов). Нанесение второго слоя выполняют в технике «бабочка» - короткими «рваными» движениями крест-накрест, перекрывая один слой другим. В результате рельеф базового слоя исчезает, а на поверхности появляются прожилки. После полного высыхания финишного слоя, поверхность шлифуют мелкозернистой наждачной бумагой. Количество промежуточных слоев венецианской штукатурки достигает девяти. По завершению работ по нанесению венецианской штукатурки, поверхность полируют воском. Воск наносят через семь суток, после нанесения финишного отделочного слоя. На рисунке 1.3 показан фрагмент поверхности, на котором выполнена отделка венецианской штукатуркой.



Рисунок 1.3 – Венецианская штукатурка

Штукатурка «шуба» используется преимущественно для отделки наружных частей зданий. Для нанесения такой штукатурки в состав штукатурного теста добавляется мелкомолотый натуральный камень, благодаря которому на стенах образуется покрытие, по внешнему виду напоминающее мех. Штукатурная смесь для нанесения «шубы» состоит из воды, цемента и песка, в некоторых случаях цемент заменяют гипсом с последующей окраской или нанесением водоотталкивающего состава.

На сегодняшний день существуют готовые смеси для нанесения штукатурки «шуба», некоторые из них имеют окрашивающий эффект. Главным компонентом таких смесей является акриловый сополимер, который обладает влагоустойчивостью.

Декоративная фактурная штукатурка используется так же для отделки внутренних частей здания, например для отделки бордюров, ниш и арок. Штукатурка «шуба» обладает звукоизолирующими свойствами, защищает стены от разрушающих атмосферных явлений.

Инструментами для нанесения штукатурки «шуба» являются: стационарный компрессор, ручной разбрызгиватель, шпатель и фактурный валик. Перед нанесением штукатурки «шуба» поверхность выравнивают, заделывают трещины и устраняют дефекты. Следующим этапом является грунтовка поверхности. Для труднодоступных мест при грунтовании стен используют распылитель. Следующим этапом наносится штукатурная смесь с мелкомолотым камнем. На рисунке 1.4 показан фрагмент поверхности, на котором выполнена отделка штукатуркой «шуба».



Рисунок 1.4 –Штукатурка «шуба»

Декоративная штукатурка - песок. В состав этого покрытия входит речной песок. На сегодняшний день можно отметить широкое применение данной штукатурки, поскольку такое покрытие имеет ряд преимуществ, среди которых влагоустойчивость, что позволяет использовать данное покрытие в помещениях, подверженных влиянию влаги.

Нанесение декоративной штукатурки песок начинается с подготовки поверхностей, а именно: удаление старого покрытия (обои, краска,

штукатурка), очистка, обеспыливание, шпаклевание, грунтование. Штукатурка наносится в два слоя, первый слой является основанием, второй фактурой.

Различные техники нанесения покрытия оказывают влияние на конечный внешний вид покрытия. Для использования такой техники нанесения как набрызг используют жесткую щетку и плоский предмет, это может быть небольшая деревянная доска. Щетку опускают в штукатурную смесь и на некотором расстоянии от стены ударяют о плоский предмет, в результате на поверхности стены остается желаемый рисунок. При нанесении данного вида покрытия используют различные декоративные эффекты, такие как «ветер», «песчаная дюна». Для выполнения покрытия с декоративным эффектом используется шпатель, направление движения при нанесении штукатурки может быть в одну сторону или крест-накрест. Для выполнения цветowych решений в штукатурную смесь добавляют цветной акрил. На рисунке 1.5 показан фрагмент поверхности, на котором выполнена отделка штукатуркой песок. Нанесение верхнего слоя штукатурки-песок мелкой щеткой, с последующим нанесением матовой краски более темного оттенка способствует получению такого декоративного эффекта как мешковина. Использование трафаретов при нанесении данного покрытия способствует получению такого декоративного эффекта как имитация кожи, поверхность при этом предварительно покрывают темной пастой.



Рисунок 1.5 –Штукатурка песок

1.4 Цели и задачи исследования

Проведенные теоретические исследования показали, что штукатурка на сегодняшний день является самым распространенным и широко применяемым покрытием внутренней поверхности стен зданий. Благодаря большому разнообразию видов штукатурных смесей можно получить различные виды покрытий, а с помощью добавок оказывать влияние на их свойства.

На получение декоративного эффекта оказывают влияние следующие факторы: применяемые заполнители, применяемые при нанесении штукатурных смесей, инструменты и приспособления, а так же технология нанесения.

Учитывая высокую применимость штукатурных покрытий, можно сделать вывод, что получение нового вида декоративного покрытия является актуальным вопросом. При этом нужно учесть материальную составляющую данного вопроса, поскольку высокая себестоимость нового вида штукатурного покрытия снизит его применимость.

Одним из способов снижения себестоимости строительных работ является применение отходов производства.

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования является разработка технологии устройства отделочного покрытия с применением производственных отходов. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести мониторинг отходов производства и выбрать наиболее подходящие для применения в отделочных покрытиях;
- 2) подобрать компоненты для отделочного покрытия с использованием производственных отходов;
- 3) исследовать влияние компонентов на прочностные характеристики штукатурных покрытий;
- 4) разработать технологию нанесения отделочных покрытий с использованием производственных отходов.

Круг вопросов которые необходимо разрешить для достижения поставленной цели исследования достаточно велик, однако он соизмерим с объемом диссертационной работы.

2. Анализ и выбор промышленных отходов для устройства декоративных покрытий. Методика исследований

2.1 Анализ и выбор производственных отходов для устройства отделочных покрытий

Создание новых эффективных строительных материалов с использованием промышленных отходов обеспечивает прогресс в строительстве. В свою очередь современный строительный прогресс сопровождается созданием экологически чистых и малоэнергоёмких производств в том числе и производств строительных материалов. На сегодняшний день такая отрасль как производство строительных материалов является одной из наиболее энерго и ресурсоемких областей.

Вовлечение в промышленность строительных материалов отходов других отраслей промышленности ведет к снижению затрат на производство строительных материалов. Установлено, что использование промышленных отходов, многие из которых по своему составу и свойствам близки к природному сырью, позволяет покрыть до 40% потребности строительства в сырьевых ресурсах, на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с их производством из природного сырья. [27].

Вопрос переработки отходов становится все более актуальным, это связано с постепенным истощением природных ресурсов (черных и цветных металлов, руд, нефти, каменного угля и т.д.), причем особое значение имеет исследование возможности использования всех видов отходов как промышленных и бытовых.

В этой области известно немало научных работ и статей, например : Е.Л. Зимина «Анализ возможности использования отходов легкой промышленности в производстве материалов строительного назначения» // Вестник Витебского государственного технологического университета, 2016, №2,(31).

Отходы производства представляют собой смеси некоторых веществ либо отдельные вещества, которые являются побочными продуктами

производственного цикла. Эти вещества подвергаются термической или химической обработке с целью дальнейшего применения. На рисунке 2.1 показаны виды производственных отходов.

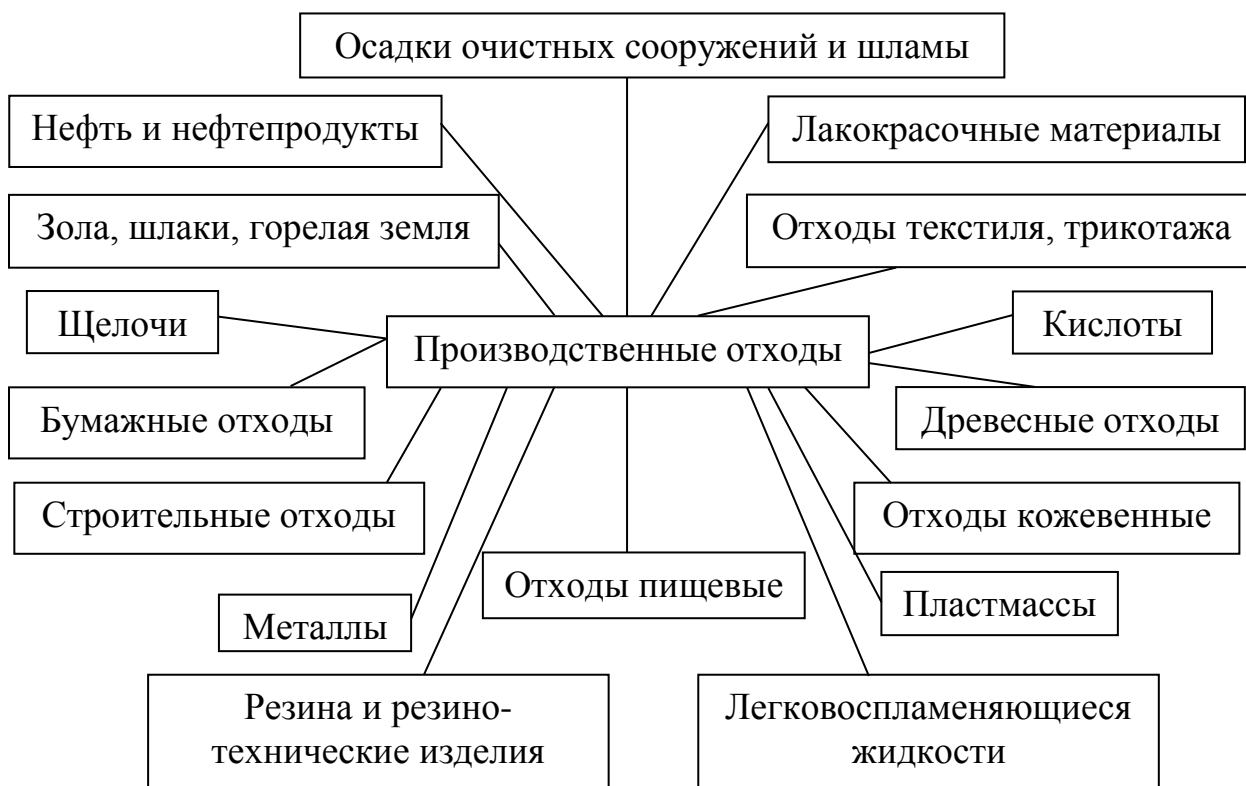


Рисунок 2.1 – Виды производственных отходов

По агрегатному состоянию отходы могут быть твердыми, жидкими и в виде газов. По применимости производственных отходов при устройстве отделочных покрытий интерес представляют твердые производственные отходы. На рисунке 2.2. представлен вес (%) твердых бытовых отходов по морфологическому составу на территории РФ. При выборе отходов для устройства отделочных покрытий необходимо учитывать класс опасности для здоровья человека. Класс опасности определяется в зависимости от содержания вредных для человека соединений. Существует пять классов опасности производственных отходов:

1. Чрезвычайно опасные
2. Высокоопасные
3. Умеренно опасные

4. Малоопасные

5. Неопасные

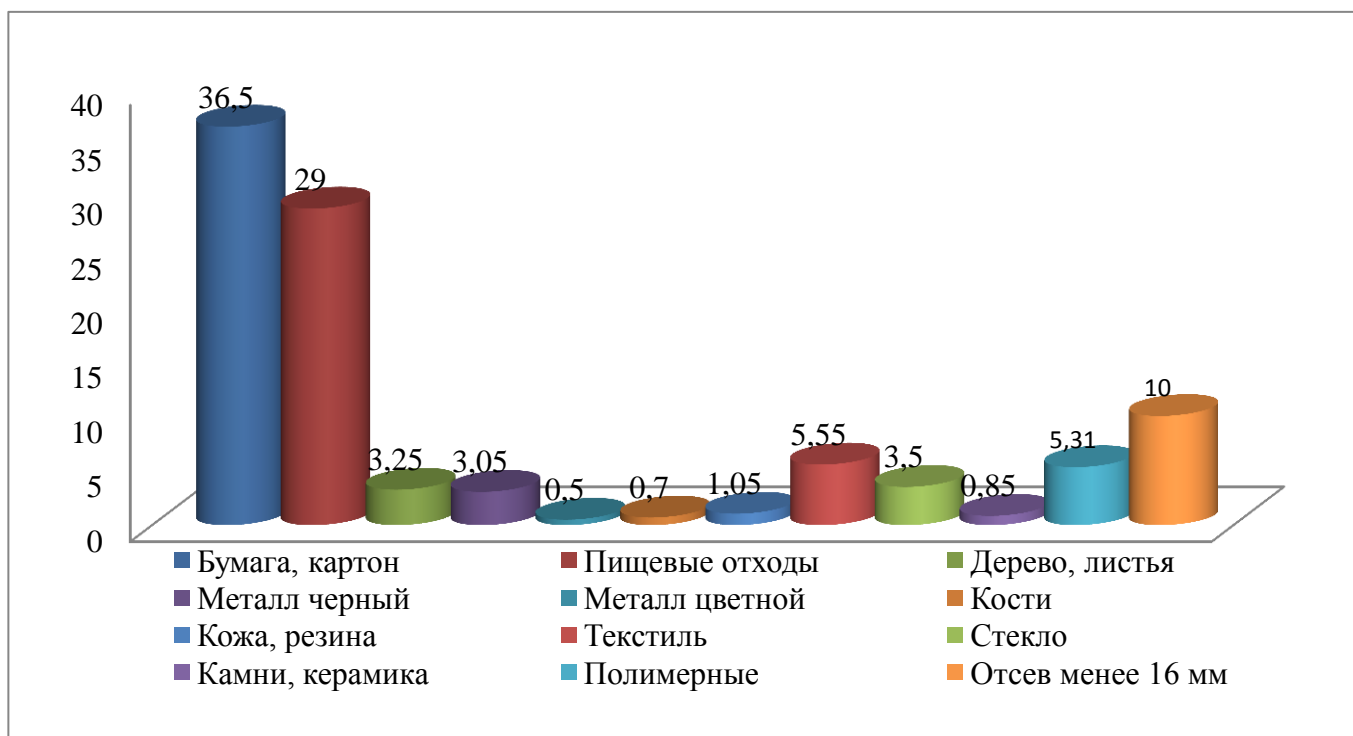


Рисунок 2.2 – Вес твердых бытовых составов по морфологическому весу

К чрезвычайно опасным относятся материалы, содержащие опасные для здоровья человека соединения, такие как тяжелые металлы, свинец. Высокоопасные. В эту группу входят такие соединения как щелочи, кислоты, соли свинца. Умеренно опасные - продукты нефтепереработки, ацетон. Малоопасные - такие отходы как картон, бумага, битум. Неопасные - листья, дерево, трава, пища. Для применения в качестве заполнителя для штукатурной смеси необходимо рассматривать именно неопасные производственные отходы.

На сегодняшний день древесные опилки активно используются в строительстве, в частности при устройстве отделочных покрытий. Известна теплая или опилочная штукатурка, в ее составе, в качестве заполнителя, применяются древесные опилки. Такой вид отделочного покрытия используется для внутренних работ, обладает шумо и теплоизоляционными свойствами. На рисунке 2.3 показан пример отделочного покрытия с использованием древесных опилок.



Рисунок 2.3 – Отделочное покрытие с использованием древесных опилок

Для получения нового вида отделочного покрытия с использованием производственных отходов рассмотрены отходы пищевой промышленности.

Рациональная работа с пищевыми и органическими отходами – одно из направлений оптимизации производственно-сбытовых цепочек. В рамках данного исследования на потребительском рынке России были в том числе рассмотрены вопросы, связанные с сокращением органических отходов (отходы сельского хозяйства, пищевой промышленности).[43]

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 25.01.2018 г. № 84- р, следующие мероприятия: а. разработка мер по централизованному сбору органических отходов у хозяйствующих субъектов с целью их дальнейшей утилизации; б. разработка проекта по созданию и развитию инфраструктуры по утилизации органических отходов, в том числе централизованной информационной платформы по утилизации органических отходов для всех участников потребительского рынка; с. разработка порядка предоставления субсидий из федерального бюджета российским организациям на возмещение части затрат по приобретению технологий и оборудования для утилизации органических отходов. [43]

26 марта 2019 г. в Московской школе управления «Сколково» прошла экспертная сессия «От мусорных бунтов к глобальным целям ООН. Экономическая эффективность бизнеса в рамках устойчивого развития в России» [43], в ходе которой сокращение объемов продовольственных потерь и эффективное использование органических отходов было принято основным направлением деятельности.

Государственными органами ведется подсчет количества отходов пищевой промышленности, так по данным Росприроднадзора, в 2018 году в РФ образовалось 63,9 млн т отходов пищевой промышленности. На рисунке показано процентное содержание пищевых отходов.

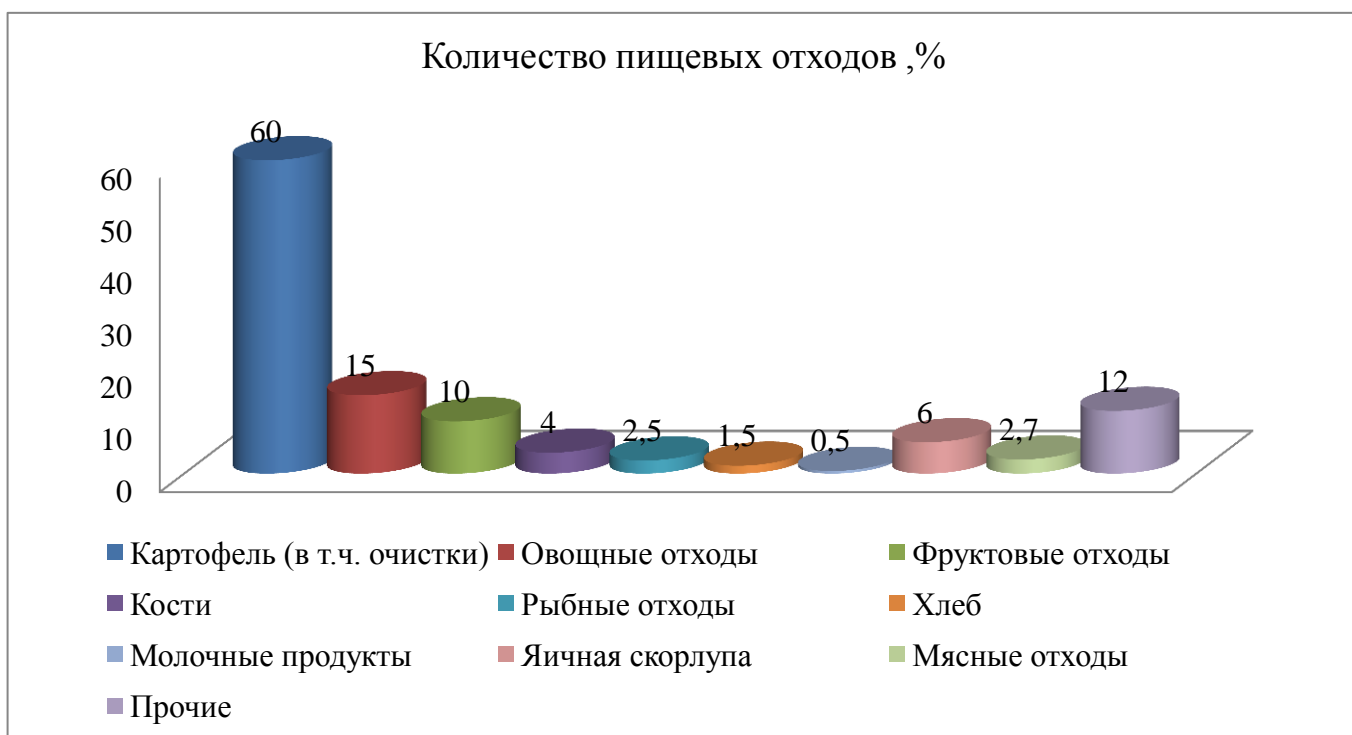


Рисунок 2.4 – Количество пищевых отходов

С точки зрения аммонификации отходов наибольший интерес для применения в качестве декоративного материала для штукатурной смеси и для получения фактурной поверхности представляет яичная скорлупа. Яичная скорлупа является отходом производства хлебобулочных, кондитерских изделий, о чем свидетельствует федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), фрагмент каталога приведен на рисунке 2.5, а так же отходом на птицефабриках. По данным, предоставленным ООО «Мордовское

агропромышленное объединение» бой яиц составляет примерно 10 %. В статье [40] приводятся значения толщины и значения упругой деформации яичной скорлупы: толщина 0,33-0,35 мм, упругая деформация составляет 20,5-22,5 мкм. Так же известно, скорлупа имеет плотность 2,14-2,17 г/см², состоит в основном из гидрокарбоната кальция (на 92,8 %), что делает ее прочной и устойчивой к химическим воздействиям.

Полученные данные позволяют сделать вывод о возможности использования и применимости яичной скорлупы при устройстве отделочных покрытий в качестве декоративного материала для получения фактурной поверхности. Кроме того, использование яичной скорлупы при устройстве отделочных покрытий не представляет угрозу здоровью человека, кроме того отвечает современным санитарно - гигиеническим требованиям.

Код ФККО-2002	Наименование вида отходов по ФККО-2002	Код группы по ФККО-2014	Наименование группы по ФККО-2014	Код ФККО-2014	Наименование вида отходов по ФККО-2014
1310040501005	навоз конский перепревший	1 12 200 00 00 0	<i>Отходы разведения лошадей и прочих животных семейства лошадиных отряда непарнокопытных</i>	1 12 210 02 29 5	навоз конский перепревший
1310040503004	навоз конский свежий	1 12 200 00 00 0	<i>Отходы разведения лошадей и прочих животных семейства лошадиных отряда непарнокопытных</i>	1 12 210 01 33 4	навоз конский свежий
1320130101005	скорлупа от куриных яиц	3 01 179 00 00 0	<i>Прочие отходы производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий</i>	3 01 179 05 29 5	скорлупа от куриных яиц
1330110000005	Отходы желатина	3 18 950 00 00 0	<i>Отходы производства желатина и его производных</i>	3 18 951 00 20 5	брак желатина
1470020101004	обрезки спилка хромовой кожи	3 04 120 00 00 0	<i>Отходы процесса дубления кожевенного сырья</i>	3 04 121 01 29 4	обрезки спилка хромовой кожи
1470020201004	стружка хромовой кожи	3 04 130 00 00 0	<i>Отходы процесса отделки кожевенного сырья</i>	3 04 131 01 22 4	стружка кож хромового дубления
1470020301004	обрезки готовой хромовой кожи	3 04 310 00 00 0	<i>Отходы процесса раскроя кож в производстве обуви</i>	3 04 311 01 29 4	обрезь кож хромового дубления

Рисунок 2.5 - Фрагмент ФККО

2.2 Методологическая база исследований

Новое знание приобретает благодаря использованию широкого спектра общенаучных методов. К общенаучным понятиям относят такие понятия, как «информация», «модель», «элемент», «структура», «система», «вероятность», «оптимальность» и др. Использование общенаучных понятий помогает сформулировать принципы познания и соответствующие методы, целью которых является оптимальное взаимодействие научного знания и философии. Общенаучными методами, применяемыми при проведении как теоретических, так и экспериментальных исследований являются: структурно - функциональный и системный, синтез и анализ, вероятностный метод, индукция и дедукция, моделирование и аналогия, конкретизация, формализация, абстрагирование и ряд других. В структуре общенаучных методов выделяют три уровня:

- 1) общелогические методы и приемы;
- 2) методы эмпирического исследования;
- 3) методы теоретического познания.

Анализ относится к общелогическим методам исследования. При использовании данного метода предмет исследования делится на составные части (свойства, признаки, части объекта), и каждая часть исследуется отдельно. Анализ применяется в теории упругости и пластичности, в строительных конструкциях, в строительной механике, а так же в сопротивлении материалов, примером использования анализа является представление в виде расчетной схемы здания или сооружения, а также метод сечений.

Анализ - мысленное или реальное разделение объекта исследования на составные части; синтез - объединение составных частей объекта исследования в единое целое. Результатом синтеза является получение нового знания.

Именно стремление к теоретическому синтезу объединяет разные направления современной науки. Теоретический синтез дает возможность осуществлять систематизацию, объединяя предметы и знания о них. Синтезировать знания о предмете, определить его взаимосвязи с другими предметами помогает именно системный подход.

Системный подход является совокупностью общенаучных методологических принципов. В основе системного подхода лежит рассмотрение объектов как систем. Этот подход ориентирует исследование на определение разнообразных типов связей сложного объекта, на раскрытие целостности объекта исследования, на сведение связей объекта в единую теоретическую картину. А так же системный подход направлен на исследование таких системных качеств, которые отсутствуют как у подсистем, рассматриваемых по отдельности, так и у отдельных элементов системы.

Синергетика-общенаучная теория, которая ориентирована на поиск законов самоорганизации любых объектов (социальных или природных). Специальным предметом исследования синергетики в современной науке являются самоорганизующиеся системы.

Научные методы эмпирического исследования. К основным эмпирическим методам относятся:

1. Наблюдение - изучение предметов, опирающееся на данные органов чувств (представления, восприятия, ощущения). Наблюдение помимо знаний о внешних качествах объекта исследования, позволяет так же получать знания о существенных качествах объекта, его взаимосвязей с другими объектами. Наблюдение может проводится как без приборов и устройств, так и с различными приборами и техническими устройствами (кинокамерой, телескопом, микроскопом и др). На сегодняшний день при наблюдении применяется все больше сложных технических устройств и приборов, это связано с развитием науки.

2. Эксперимент - целенаправленное и активное вмешательство в протекание изучаемого процесса, соответствующее воспроизведению или изменению объекта исследования в специально созданных и контролируемых условиях. Таким образом, при использовании такого метода как эксперимент объект исследования или воспроизводится, или помещается в соответствующие целям исследования условия, которые контролируются и модернизируются по ходу эксперимента. Основными стадиями эксперимента являются: планирование и построение (цель эксперимента, методы проведения, средства и т.д.), контроль, обработка результатов. В результате эксперимента осуществляется опытная проверка теорий и гипотез, а также формирование новых научных концепций. В зависимости от цели эксперимента выделяют следующие типы экспериментов проверочные (контрольные), исследовательские (поисковые), воспроизводящие и т.д.

3. Сравнение. В основе сравнения лежат суждения о сходстве или различии объектов исследования, то есть сопоставление одного с другим с целью выявления их соотношения. Важнейшим типом отношения являются отношения тождества и различия. Данный метод позволяет выявлять на количественные и качественные характеристики объектов. Сравнение применяется только в совокупности «однородных» предметов, образующих класс. В свою очередь объекты в классе, сравниваемые по одному признаку, могут быть несравнимы по-другому.

Методы теоретического познания или методы построения теорий довольно многообразны в зависимости от предмета науки и определяются его спецификой. Дедуктивно-аксиоматический метод. Теория выводится дедуктивно из набора аксиом. Изменение одного постулата в корне изменяет теорию. Исторический метод - описание исторического процесса становления, возникновения, развития какого-либо объекта. Исторический метод лежит в основе исторических наук. Логический метод схож с историческим, он выявляет главное, существенное в каком-либо процессе.

2.3 Методика проведения исследований

Для проведения комплекса исследовательских, экспериментально-практических работ по изучению технологии устройства штукатурных покрытий с использованием производственных отходов была разработана структурно-методологическая схема исследований, в которой отражена логическая последовательность проведения работ (рис. 2.4). Схема содержит блоки исследований по анализу штукатурных растворов и смесей применяемых в строительстве, анализу добавок и заполнителей штукатурных растворов, анализу технологий нанесения наиболее популярных декоративных покрытий, анализу и выбору производственных отходов для устройства отделочных покрытий, постановке цели и задач исследования, определению методики проведения исследований, определению физико-механических свойств штукатурного покрытия, исследованию влияния компонентов на прочностные характеристики штукатурных покрытий, разработке технологии устройства штукатурного покрытия с использованием выбранных производственных отходов.

Для решения поставленных задач применялись известные методы научного познания, такие как: теоретический, эмпирический, экспериментально-теоретический. В частности наблюдение, описание, объяснение, анализ и обобщение, эксперимент, дедукция, индукция, моделирование и формализация.

При исследованиях применялась сухая цементно-известковая штукатурная смесь для финишной отделки внутренней поверхности стен Полигран производства г. Санкт - Петербург, соответствующая ТУ 5745-004-10839198-14, гипс строительный Г-5 АО «Гипсополимер» г. Пермь, отвечающий требованиям ГОСТ 26871-86, клей силикатный «Оксиум» производства г. Ульяновск, соответствующий требованиям ГОСТ 13078-81, яичная скорлупа.



Рисунок 2.4 - Структурно-методологическая схема исследования

Исследование основных прочностных свойств штукатурного раствора проводилось по методике соответствующей ГОСТ 5802-86 с применением теории планирования эксперимента и обработкой данных на ЭВМ.

Проведенные эксперименты являлись прямыми, то есть объектом исследования служил непосредственно существующий предмет. Эксперименты проводились с целью собрания эмпирической информации и носили поисковый характер. Метод сравнения присутствует во всех стадиях исследования. Основанием для сравнения служит определенный признак или группа признаков. Сравнение по наличию или отсутствию определенных свойств, либо сравнение с эталоном всегда заканчивается выводом. Познавательная ценность сравнения заключается в характеристике одного из сравниваемых объектов относительно другого.[34] Метод описания заключается в фиксировании обозначений данных эксперимента или наблюдения. Специальные средства описания, такие как графики матрицы, символы составляют язык науки. Объяснение предполагает поиск связей между известными явлениями и предметами и объектом познания. Индукция и дедукция взаимнообратные методы экспериментально-теоретического и теоретического уровней познания. Индукция - умозаключение от фактов к общему утверждению. Дедукция - умозаключение, в котором выводы о некотором элементе множества делаются на основании знания общих свойств всего множества.[39]. Расчленение изучаемого объекта (реальное или мысленное) положено в основу анализа. Главным методом исследования является анализ, всестороннее исследование объекта является верхним уровнем анализа. Научные исследования ориентированы на поиск закономерностей, а закономерности устанавливаются как итог обобщения на материале наблюдений, экспериментов и других данных. С обобщением тесно связаны многие методы научного познания: сравнение, аналогия, индукция и дедукция, моделирование. [34] Моделирование - это метод изучения объекта путем построения соответствующей модели. Процесс моделирования включает в себя: анализ объекта (формализацию), построение и изучение модели, адаптацию свойств и качеств объекта к модели через информацию об объекте.[36] Формализация заключается в отображении

содержания в знаковой форме на основе “искусственных языков”. Различают логическую и нелогическую формализации. Последняя имеет место где используются знаковые символы математики, физики. Формализация неизмеримо расширяет познавательские возможности человека, является значимым методом изучения какой-либо предметной области. [34]

На сегодняшний день особенностью развития современной науки является математизация. В данной работе получение нового знания достигается с применением математического аппарата, в том числе.

Каждый из методов научного познания взятый сам по себе, в отрыве от других, не может быть достаточным в каждом конкретном случае, так как содержание любого объекта исследования не может быть исчерпано заданным аспектом рассмотрения в рамках определенного метода. Поэтому их применение на различных этапах исследования носит совместный характер, обеспечивающий эффективность научных исследований в целом.

3. Разработка технологии устройства отделочных покрытий с использованием производственных отходов

3.1 Подбор оптимального состава отделочных покрытий с использованием производственных отходов

В экспериментальных исследованиях в качестве основных компонентов использованы: сухая штукатурная смесь на известняковой основе, а так же измельченная яичная скорлупа, которая используется в качестве декоративного материала для создания фактурной поверхности. Возникает необходимость решения вопроса о сцеплении декоративного материала с оштукатуренной поверхностью. Для решения данной задачи использовались следующие материалы: силикатный клей, клей на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), гипсовое вяжущее.

Для того чтобы определить конечный вид используемого вяжущего для сцепления декоративного материала с оштукатуренной поверхностью, были изготовлены три вида образцов из измельченной яичной скорлупы, смешанной с: 1) силикатным клеем; 2) клеем на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ); 3) гипсовым вяжущим. Соотношение вяжущего и измельченной яичной скорлупы принято от 0,5 до 2,5 части вяжущего на 1 часть скорлупы. Все три образца испытывались на сжатие, растяжение и изгиб. Результаты испытаний показаны в таблицах 3.1, 3.2, 3.3.

Таблица 3.1 - Прочностные характеристики финишного покрытия с использованием силикатного клея

№ п/п	Соотношение измельченной яичной скорлупы и вяжущего	Прочностные характеристики		
		R сж, МПа	R раст, МПа	R изг, МПа
1	2	3	4	5
1	1:0,5	0,738	0,376	0,781

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3	4	5
2	1:1	0,744	0,398	1,232
3	1:1,5	0,751	0,454	1,523
4	1:2	0,756	0,487	1,648
5	1:2,5	0,761	0,496	1,734

На основе таблицы 3.1 построен график зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и силикатного клея (см. рисунок 3.1).

Таблица 3.2 - Прочностные характеристики финишного покрытия с использованием клея на основе карбоксеметилцеллюлозы

№ п/п	Соотношение измельченной яичной скорлупы и вяжущего	Прочностные характериститки		
		R сж, МПа	R раст, МПа	R изг, МПа
1	2	3	4	5
1	1:0,5	1,141	0,753	2,024
2	1:1	1,312	0,948	3,118
3	1:1,5	1,564	1,124	3,512
4	1:2	1,784	1,228	3,754
5	1:2,5	1,897	1,567	3,948

На основе таблицы 3.2 построен график зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и клея на основе карбоксеметилцеллюлозы (см. рисунок 3.2).

Таблица 3.3 - Прочностные характеристики финишного покрытия с использованием гипсового вяжущего

№ п/п	Соотношение измельченной яичной скорлупы и вяжущего	Прочностные характериститки		
		R сж, МПа	R раст, МПа	R изг, МПа
1	2	3	4	5
1	1:0,5	0,516	0,188	0,497
2	1:1	0,475	0,174	0,474

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3	4	5
3	1:1,5	0,456	0,166	0,468
4	1:2	0,434	0,125	0,411
5	1:2,5	0,417	0,118	0,375

На основе таблицы 3.3 построен график зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и гипсового вяжущего (см. рисунок 3.3).

Анализ прочностных характеристик видов вяжущего, а так же графиков зависимости соотношения измельченной яичной скорлупы с различными видами вяжущего показывает, что наибольший показатель сопротивления сжатию, растяжению и изгибу достигается при смешивании измельченной яичной скорлупы с карбоксеметилцеллюлозным клеем.

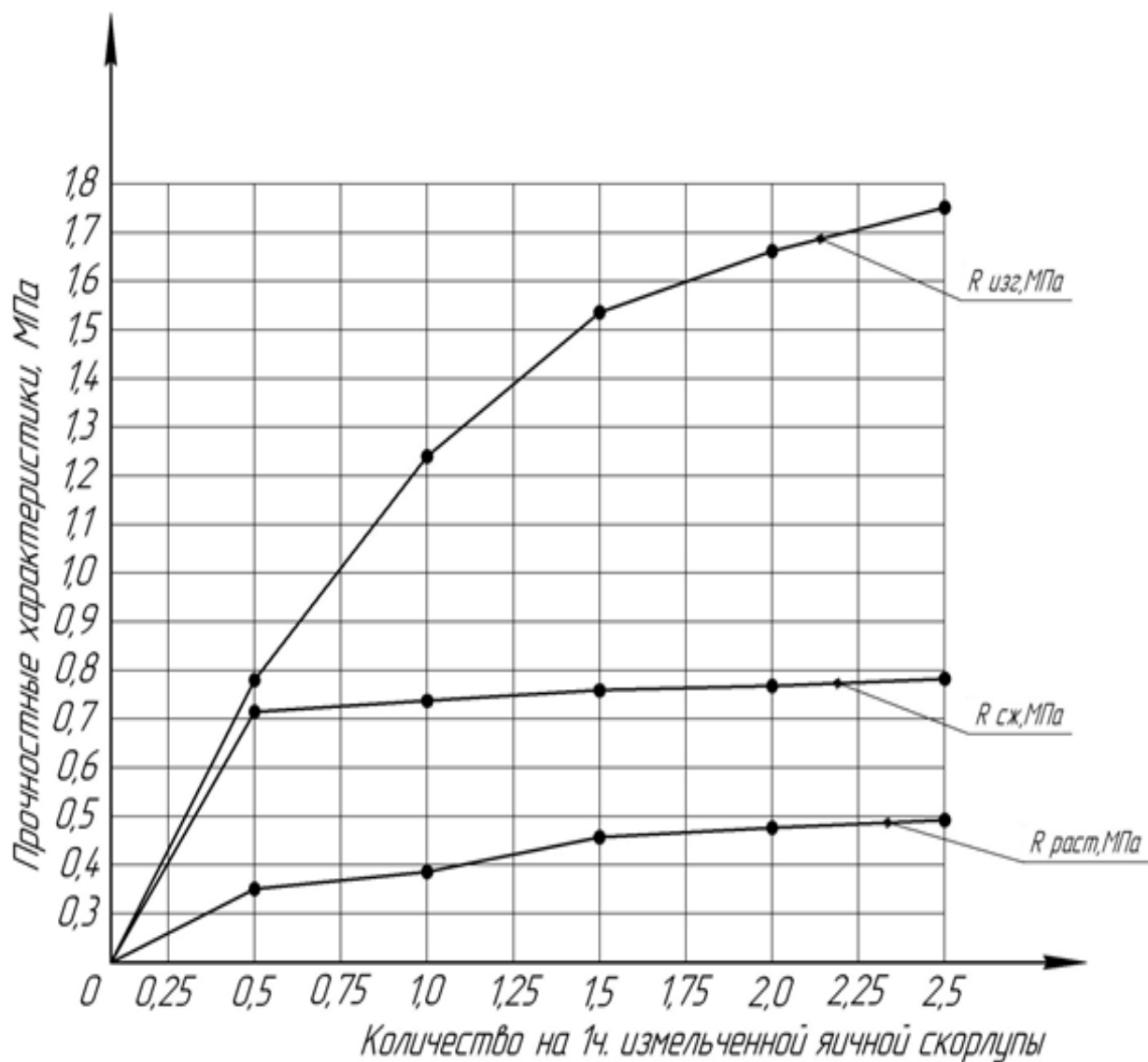


Рисунок 3.1 - График зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и силикатного клея

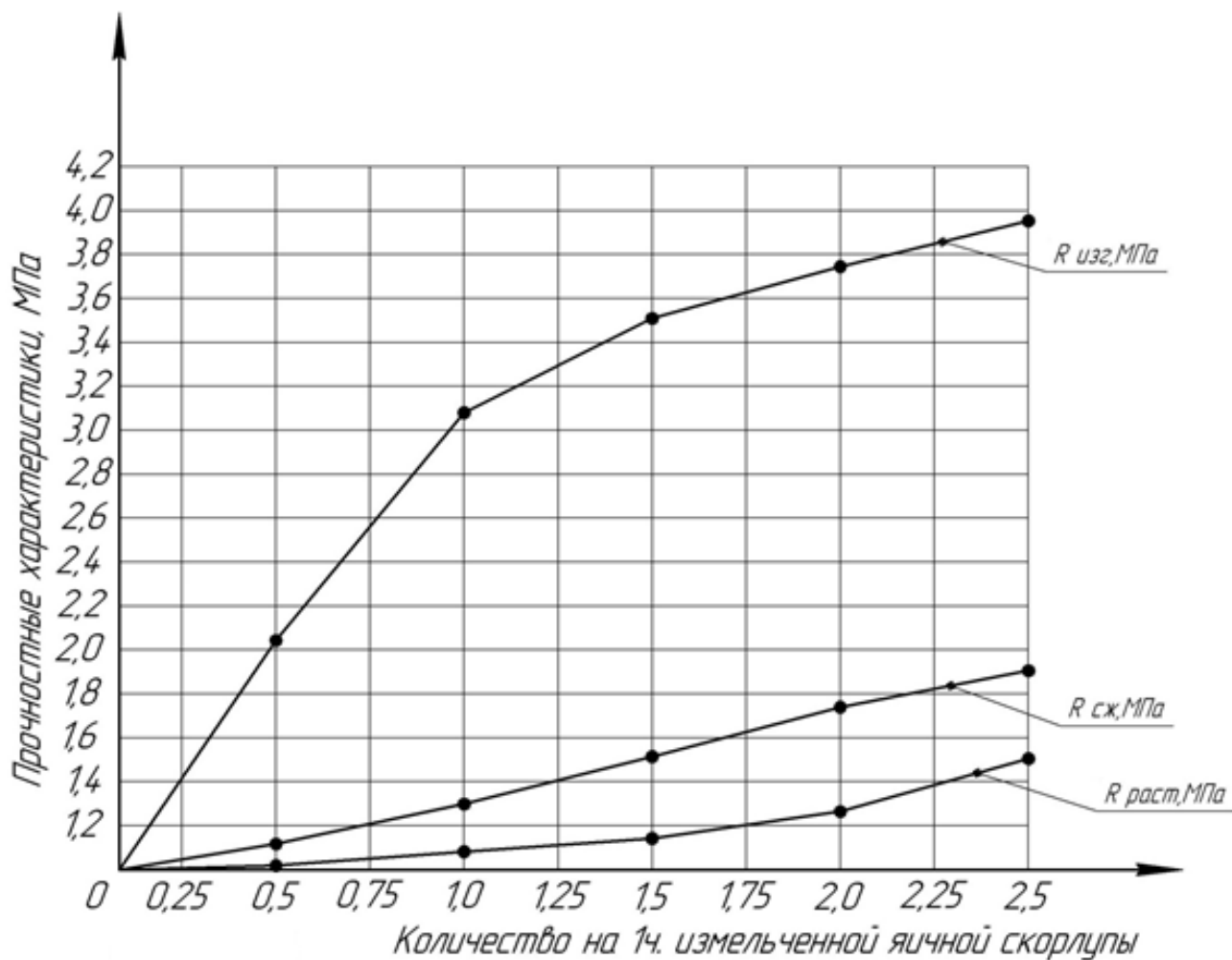


Рисунок 3.2 - График зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и клея на основе карбоксиметилцеллюлозы

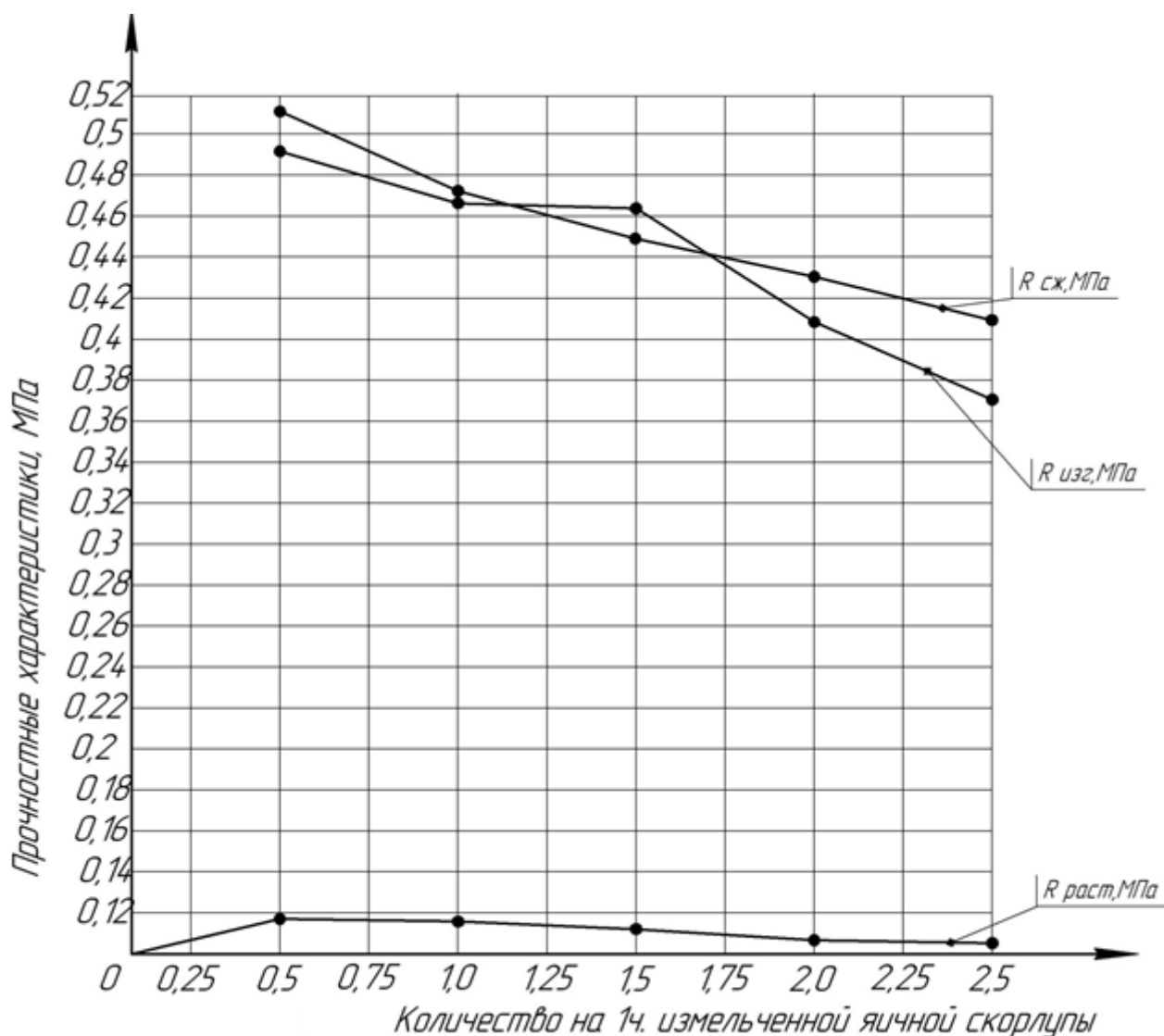


Рисунок 3.3 - График зависимости прочностных характеристик декоративного покрытия от соотношения измельченной яичной скорлупы и гипсового вяжущего

В нормативных документах, например в ГОСТ 31357-2007 «Смеси сухие строительные на цементном вяжущем» для затвердевших штукатурных растворов нормируемыми показателями являются водонепроницаемость, водопоглощение, предел прочности на сжатие, морозостойкость, прочность сцепления с основанием (адгезия). Однако очевидно, что затвердевшая штукатурка на поверхности стен работает преимущественно на растяжение.[31] Для улучшения показателя прочности на растяжение необходимо произвести подбор оптимального состава

компонентов для устройства декоративного покрытия и рассмотреть возможность совместного применения вяжущих.

С целью уменьшения объема экспериментальных работ исследования была применена теория планирования эксперимента. В качестве входных факторов принято соотношение силикатного клея (X_1), клея КМЦ (X_2) и гипсового вяжущего (X_3).

$$X_1 - 0,1 \dots 0,3;$$

$$X_2 - 0,2 \dots 0,5;$$

$$X_3 - 0,05 \dots 0,2.$$

Интервал варьирования значения факторов определяется :

$$I = \frac{x_{max} - x_{min}}{2} \quad (3.1)$$

Основной уровень (нулевой) определяется как среднее значение:

$$x_0 = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} \quad (3.2)$$

Число опытов определяется в зависимости от числа входных факторов. В данной работе число входных факторов $k=3$ (X_1, X_2, X_3), следовательно необходимое число опытов определяется:

$$N = 2^k \quad (3.3)$$

$$N = 2^3 = 8$$

В результате анализа априорной информации определены уровни и интервалы варьирования факторов (см. таблицу 3.4).

Таблица 3.4-Уровни и интервалы варьирования

Факторы	Уровни варьирования			Интервал варьирования
	-1	0	+1	
1	2	3	4	5
X_1 ,	0,1	0,2	0,3	0,1

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
X ₂	0,2	0,35	0,5	0,15
X ₃	0,05	0,125	0,2	0,075

Для упрощения планирования эксперимента используем кодированные значения факторов при помощи следующего преобразования:

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j - x_{j0}}{I_j}, \quad (3.4)$$

Где \tilde{x}_j - натуральное значение фактора, I_j -интервал варьирования, x_{j0} - основной (нулевой) уровень, x_j -кодированное значение. Используя кодированные значения составим матрицу планирования (Таблица 3.5).

Таблица 3.5-Матрица планирования и результаты эксперимента.

№ опыта	Факторы			Натуральные величины			Прочность на растяжение R _{раст} , МПа
	X ₁	X ₂	X ₃				Y = R _{ср}
1	2	3	4	5	6	7	8
1	-1	-1	-1	0,1	0,2	0,05	0,65
2	+1	+1	+1	0,3	0,5	0,2	1,11
3	-1	+1	+1	0,1	0,5	0,2	0,91
4	+1	-1	-1	0,3	0,2	0,05	1,06
5	-1	-1	+1	0,1	0,2	0,2	0,49
6	+1	+1	-1	0,3	0,5	0,05	1,41
7	-1	+1	-1	0,1	0,5	0,05	1,29
8	+1	-1	+1	0,3	0,2	0,2	0,55

В результате, регрессионная модель имеет вид полного квадратичного полинома.

$$Y(x) = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} x_i^2 \quad (3.5)$$

Где, b_0, b_i, b_{ij}, b_{ii} – коэффициенты уравнения.

На основе данных таблицы 3.5 составим матрицу планирования и матрицу выходного параметра.

$$X = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,2 & 0,05 \\ 0,3 & 0,5 & 0,2 \\ 0,1 & 0,5 & 0,2 \\ 0,3 & 0,2 & 0,05 \\ 0,1 & 0,2 & 0,2 \\ 0,3 & 0,5 & 0,05 \\ 0,1 & 0,5 & 0,05 \\ 0,3 & 0,2 & 0,2 \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} 0,65 \\ 1,11 \\ 0,91 \\ 1,06 \\ 0,49 \\ 1,41 \\ 1,29 \\ 0,55 \end{bmatrix}$$

$$X^T = \begin{bmatrix} 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,3 & 0,1 & 0,3 \\ 0,2 & 0,5 & 0,5 & 0,2 & 0,2 & 0,5 & 0,5 & 0,2 \\ 0,05 & 0,2 & 0,2 & 0,05 & 0,2 & 0,05 & 0,05 & 0,2 \end{bmatrix}$$

$$X^T \cdot X = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,56 & 0,2 \\ 0,56 & 1,16 & 0,35 \\ 0,2 & 0,35 & 0,17 \end{bmatrix} \quad X^T \cdot Y = \begin{bmatrix} 1,573 \\ 2,91 \\ 0,8325 \end{bmatrix}$$

$$(X^T \cdot X)^{-1} = \begin{bmatrix} 8,72 & -2,94 & -4,2 \\ -2,94 & 3,27 & -3,27 \\ -4,2 & -3,27 & 17,55 \end{bmatrix}$$

Таблица 3.6 - Таблица расчетных элементов матриц

X	X ₁	X ₂	X ₃	Y	Y	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₃ ²	X ₁ X ₂	X ₁ X ₃	X ₂ X ₃	X ₁ Y	X ₂ Y	X ₃ Y	Y ²
	0,1	0,2	0,05		0,65	0,01	0,04	0,0025	0,02	0,005	0,01	0,065	0,13	0,0325	0,4225
	0,3	0,5	0,2		1,11	0,09	0,25	0,04	0,15	0,06	0,1	0,333	0,555	0,222	1,2321
	0,1	0,5	0,2		0,91	0,01	0,25	0,04	0,05	0,02	0,1	0,091	0,455	0,182	0,8281
	0,3	0,2	0,05		1,06	0,09	0,04	0,0025	0,06	0,015	0,01	0,318	0,212	0,053	1,1236
	0,1	0,2	0,2		0,49	0,01	0,04	0,04	0,02	0,02	0,04	0,049	0,098	0,098	0,2401
	0,3	0,5	0,05		1,41	0,09	0,25	0,0025	0,15	0,015	0,025	0,423	0,705	0,0705	1,9881
	0,1	0,5	0,05		1,29	0,01	0,25	0,0025	0,05	0,005	0,025	0,129	0,645	0,0645	1,6641
	0,3	0,2	0,2		0,55	0,09	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,165	0,11	0,11	0,3025

Матрица искомых коэффициентов:

$$A = (X^T \cdot X)^{-1} \cdot X^T \cdot Y, \quad (3.6)$$

где X^T - транспонированная матрица планирования,

Y -матрица выходного параметра.

$$A = \begin{bmatrix} 8,72 & -2,94 & -4,2 \\ -2,94 & 3,27 & -3,27 \\ -4,2 & -3,27 & 17,55 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1,573 \\ 2,91 \\ 0,8325 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,66 \\ 2,163 \\ -1,51 \end{bmatrix}$$

Коэффициенты линейного уравнения регрессии:

$$a_1=1,66, a_2= 2,163, a_3= -1,51$$

Проведем статистический анализ математической модели. В таблице 3.7 указаны расчетные элементы.

Далее выполним проверку однородности дисперсий с помощью критерия Кохрена.

$$S_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - Y_{cp})^2}{N-1} \quad (3.7)$$

Найдем расчетное значение критерия Кохрена:

$$G_{расч} \frac{max S^2}{\sum S_i^2} \quad (3.8)$$

Табличное значение критерия Кохрена $G_{кр} = 0,5157$ (табличное значение).

$$G_{расч} \frac{max S^2}{\sum S_i^2} = \frac{0,00001369}{0,000269} = 0,005779$$

Гипотеза об однородности дисперсий не отвергается, если выполняется условие:

$$G_{расч} < G_{кр} \quad (3.9)$$

Следовательно: $0,005779 < 0,5157$, гипотеза об однородности дисперсий не опровергается.

Таблица 3.7- Таблица расчетных элементов

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_{cp}	$Y_1 - Y_{cp}$	$Y_2 - Y_{cp}$	$Y_3 - Y_{cp}$	$(Y_1 - Y_{cp})^2$	$(Y_2 - Y_{cp})^2$	$(Y_3 - Y_{cp})^2$	S_u
Y	0,66	0,68	0,67	0,65	0,01	0,03	0,02	0,0001	0,0009	0,0004	0,0007
	1,18	1,14	1,13	1,11	0,07	0,03	0,02	0,0049	0,0009	0,0004	0,0031
	0,93	0,95	0,97	0,91	0,02	0,04	0,06	0,0004	0,0016	0,0036	0,0028
	1,09	1,1	1,08	1,06	0,03	0,04	0,02	0,0009	0,0016	0,0004	0,00145
	0,53	0,52	0,5	0,49	0,04	0,03	0,01	0,0016	0,0009	0,0001	0,0013
	1,44	1,48	1,45	1,41	0,03	0,07	0,04	0,0009	0,0049	0,0016	0,0037
	1,31	1,34	1,32	1,29	0,02	0,05	0,03	0,0004	0,0025	0,0009	0,0019
	0,59	0,57	0,58	0,55	0,04	0,02	0,03	0,0016	0,0004	0,0009	0,00145
	$\sum S_u = 0,0164$										

Оценка коэффициентов регрессии производится по формуле:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^8 x_{ij} \bar{y}_j}{8} \quad (3.10)$$

Проверка значимости коэффициентов уравнения регрессии проводится, по критерию Стьюдента, при выполнении условия:

$$t_{bj} \geq t_a(f_2), \quad (3.11)$$

где $t_a(f_2)$ – критическое распределение Стьюдента (табличное значение) = 2,1199

Значение критерия Стьюдента определяется по формуле:

$$t_{bj} = \frac{|b_j|}{S_{b\delta}}, \quad (3.12)$$

Где $S_{b\delta}$ – оценка дисперсии.

$$S_{b\delta} = \sqrt{\frac{S_u^2}{N}} = \sqrt{\frac{0,0164}{8}} = 0,002 \quad (3.13)$$

Далее необходимо выполнить проверку гипотезы об адекватности полученной модели с помощью критерия Фишера.

Расчетное значение критерия Фишера находят по формуле:

$$F_{\text{расч}} = \frac{S_{a\delta}^2}{S_u^2}, \quad (3.14)$$

где $S_{a\delta}^2$ - дисперсия адекватности.

$$S_{a\delta}^2 = \frac{\sum (Y_{\text{ср}} - Y)^2}{N - m}, \quad (3.15)$$

Где Y - значение отклика,

m – число оцениваемых коэффициентов регрессии.

Критическое значение критерия Фишера $F_{\text{кр}} = 3,6875$ (табличное значение)

$$F_{\text{расч}} = \frac{0,0003844}{0,000269} = 1,43$$

Гипотеза об адекватности полученной модели не отвергается, если выполняется условие:

$$F_{\text{расч}} < F_{\text{кр}} \quad (3.16)$$

Следовательно, $1,43 < 3,6875$, полученное уравнение удовлетворяет результатам эксперимента.

После вычисления расчетных элементов матриц, а так же матриц искомых коэффициентов получено уравнение регрессии. После проверки значимости коэффициентов по критерию Стьюдента и проверки адекватности полученной модели по критерию Фишера, уравнение регрессии принимает вид:

$$y = 1,059 + 0,369 x_1 + 0,053 x_2 - 0,057 x_3 + 0,061 x_1 x_2 - 0,89 x_1^2$$

Из полученного уравнения видно, что на прочность при растяжении декоративного материала оказывают влияние все три компонента. Коэффициенты при членах уравнения первой степени x_1 и x_2 имеют знак плюс, это свидетельствует о том, добавление в декоративный материал синтетического клея и клея КМЦ повышают прочность декоративного материала к растяжению. Коэффициент при члене уравнения первой степени x_3 имеет знак минус т. е. добавление гипсового вяжущего снижает прочностные показатели декоративного материала.

3.2 Исследование прочности сцепления декоративного материала с различными поверхностями

Прочность сцепления клея КМЦ, смешанного с измельченной яичной скорлупой, и основания является важной характеристикой, которая, в свою очередь, определяет возможность применения данных компонентов для устройства декоративного покрытия.

Существуют различные методики для определения прочности сцепления различных материалов. Такие методики предполагают приложение силового воздействия на отрыв материала от поверхности. Методики для определения прочности сцепления отличаются друг от друга

схемой проведения испытаний, а главным образом, способами изготовления образцов. Последний фактор является определяющим.

В работе использована методика проведения испытаний, согласно которой прочность сцепления клея КМЦ, смешанного с измельченной яичной скорлупой, и основания рассчитывалась как отношение величины усилия разрыва к площади поверхности контакта.

Образцы для проведения испытаний изготавливались следующим образом. Клей КМЦ, смешанный с измельченной яичной скорлупой, наносился на поверхность с помощью накладываемой цилиндрической формы диаметром 5 см. Толщина слоя клея КМЦ, смешанного с измельченной яичной скорлупой, равна 2 мм. После снятия цилиндрической формы на затвердевший слой клея накладывалась металлическая пластина, к которой прикладывалось усилие на отрыв. В качестве основания были использованы бетонная поверхность, кирпичная и деревянная поверхности. Схема проведения испытаний приведена на рис. 3.4.



Рисунок 3.4 - Схема проведения испытаний.

Фрагменты оснований не подвергались какой-либо специальной обработке, были выдержаны при температуре 10-15 °С. Твердение нанесенного клея с измельченной яичной скорлупой проходило при температуре более 15°С, то есть в нормальных условиях твердения, а так же с предварительным воздействием отрицательных температур. Обработка полученных данных проведена в соответствии с методикой изложенной ГОСТ 28089-89. Результаты испытаний указаны в таблицах 3,6-3,8.

Таблица 3.6- Результаты испытаний на показатель адгезии декоративного покрытия с бетонным основанием

Количество КМЦ на 1 измельченной яичной скорлупы	$R_{адг}$, МПа	
	Нормальные условия твердения	Воздействие отрицательных температур
1	2	3
1	0,15	0,11
2	0,312	0,141
3	0,421	0,123
4	0,493	0,315
5	0,512	0,374

Таблица 3.7- Результаты испытаний на показатель адгезии декоративного покрытия с кирпичной поверхностью.

Количество КМЦ на 1 измельченной яичной скорлупы	$R_{адг}$, МПа	
	Нормальные условия твердения	Воздействие отрицательных температур
1	2	3
1	0,102	0,035
2	0,22	0,078
3	0,284	0,086
1	2	3
4	0,313	0,093
5	0,346	0,096

Таблица 3.8- Результаты испытаний на показатель адгезии декоративного покрытия с деревянной поверхностью.

Количество КМЦ на 1 измельченной яичной скорлупы	$R_{адг}$, МПа	
	Нормальные условия твердения	Воздействие отрицательных температур
1	2	3
1	0,224	0,018
2	0,331	0,054
3	0,416	0,144
4	0,468	0,156
5	0,487	0,169

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что на показатель прочности сцепления декоративного материала с основанием оказывают влияние условия твердения (при воздействии отрицательных температур показатель меньше). Так же можно сделать вывод, что клей КМЦ обеспечивает прочность сцепления декоративного материала с основанием, поскольку в нормальных условиях твердения показатель адгезии составил больше 0,05 Мпа.

3.3 Разработка технологии устройства отделочных покрытий с использованием производственных отходов

В современном строительстве широко применяются различные инструменты, приспособления, машины и механизмы. Производство штукатурных работ так же не является исключением, так как все основные операции, выполняемые при устройстве штукатурных покрытий, являются механизированными: приготовление раствора, транспортирование его к рабочему месту, подготовка поверхности к оштукатуриванию нанесение на

оштукатуриваемую поверхность. Ручное нанесение штукатурного слоя выполняется только при незначительных объемах работ, либо в стесненных условиях, поскольку механизация значительно повышает темпы производства работ.

Применение механизированных устройств так же имеет место при устройстве декоративных покрытий с использованием яичной скорлупы. Это требует проведение анализа оборудования на предмет пригодности использования при устройстве таких покрытий.

Растворосмесители, часто применяемые на строительной площадке, используют для приготовления штукатурных растворов путем смешивания компонентов. Приготовление же декоративного материала, состоящего из клея КМЦ и измельченной яичной скорлупы, происходит по оригинальной технологии и предполагает стационарное оборудование. Поэтому растворосмесители применяются только для устройства штукатурной основы для декоративного материала.

Транспортируют штукатурные растворы к месту проведения работ с помощью растворонасосов. Существуют различные конструкции растворонасосов. Поршневые диафрагменные растворонасосы являются наиболее часто применяемыми. Давление в них передается через промежуточную жидкость. Эти растворонасосы, применяемые в строительстве для перекачки растворов могут быть использованы для работы со штукатурными покрытиями с использованием яичной скорлупы.

Первым этапом для подготовки экспериментальных исследований для разработки технологии устройства декоративного покрытия с использованием яичной скорлупы является подготовка поверхности нанесения покрытия. В качестве основания могут служить: бетон, кирпич, дерево. Для данных экспериментальных исследований в качестве основания служит бетон. Подготовка поверхности нанесения штукатурного покрытия

заключается в следующем: очистка, обеспыливание, нанесение грунтового покрытия, сушка.

Яичная скорлупа служит основным ингредиентом для создания декоративного материала, который позволяет создать структурированную оштукатуренную поверхность. Для изготовления декоративного материала использовалась очищенная и измельченная яичная скорлупа, окрашенная в соответствии с цветовым решением (рис.3.5). Скорлупа имеет толщину 0,33-0,35 мм, что позволяет без особого труда получать необходимую фракцию при измельчении. Рекомендованная фракция, исходя из результатов эксперимента, составляет от 0,5 до 2 мм.



Рисунок 3.5 - Измельченная яичная скорлупа, окрашенная в соответствии с цветовым решением.

Нанесение декоративного материала производится по оштукатуренной поверхности, по финишному слою штукатурки. Для нанесения измельченной и окрашенной яичной скорлупы на оштукатуренную поверхность используется клей КМЦ. На основании проведенных исследований прочностных характеристик декоративного материала, установлено, что увеличение количества клея КМЦ приводит к увеличению прочностных показателей декоративного материала. Однако, исходя из экспериментальных исследований по устройству декоративного материала на

поверхность установлено, что увеличение количества клея КМЦ затрудняет нанесение декоративного материала на поверхность, поскольку не обеспечивает нужную густоту материала. По результатам проведенных экспериментальных исследований по нанесению декоративного материала на поверхность принято соотношение измельченной яичной скорлупы и клея КМЦ 1: 1,5, что соответствует средним показателям прочности. Нанесение измельченной яичной скорлупы, смешанной с клеем КМЦ производится с использованием форсунки.

В экспериментальных исследованиях было рассмотрено применение форсунок механического и пневматического действия. В форсунках механического действия распыление декоративного материала, состоящего из клея КМЦ и измельченной яичной скорлупы, происходит за счет прохождения им специально созданных на его пути препятствий, это приводит к изменению фракций яичной скорлупы, что, в свою очередь может не соответствовать проектным решениям. В конструкциях некоторых форсунок механического действия распыление происходит вращательным движением при прохождении через червячный вкладыш, а в некоторых существует резиновая диафрагма, которая дробит раствор при распылении. В обоих случаях применение механических форсунок при устройстве декоративного материала на оштукатуреную поверхность приведет к изменению фракций яичной скорлупы. Кроме того прохождение смеси из клея КМЦ и измельченной яичной скорлупы через форсунку механического действия создаст пробки, то есть форсунка забьется.

Таким образом, наличие препятствий на пути движения декоративного материала способствует образованию пробок в форсунках и, как следствие, отказу в работе.

В форсунках пневматического действия декоративный материал распыляется с помощью сжатого воздуха, который сообщает ему требуемую скорость. Использование сжатого воздуха делает возможным распыление

более густых растворов. Известны форсунки с кольцевой и центральной подачей сжатого воздуха. Проходя через них, раствор не встречает на своем пути препятствий, которые способствуют образованию пробок. Это делает возможным применение форсунки пневматического действия для работы с декоративным материалом, состоящем из клея КМЦ и измельченной яичной скорлупы. Конструкция пневматической форсунки обеспечивает прохождение клея КМЦ, смешанного с измельченной яичной скорлупой, без образования пробок, кроме того дает возможность регулировать процесс распыления.

Основными параметрами, влияющими на процесс распыления декоративного материала, являются: давление сжатого воздуха, расстояние до поверхности нанесения, диаметр сопла. Исходя из результатов эксперимента, диаметр сопла принимается равным 3 мм, учитывая, что рекомендованная фракция измельчения яичной скорлупы 0,5-2мм.

Нанесение декоративного материала может быть сплошным, либо покрывать поверхность основания на некоторый процент. В таблице 3.9 приведен расход измельченной яичной скорлупы в зависимости от процента покрытия поверхности основания.

Для создания эффекта свечения в течение 5-6 часов в темное время суток в окрашивании измельченной яичной скорлупы использовалась люминесцентная краска (рис.3.5).

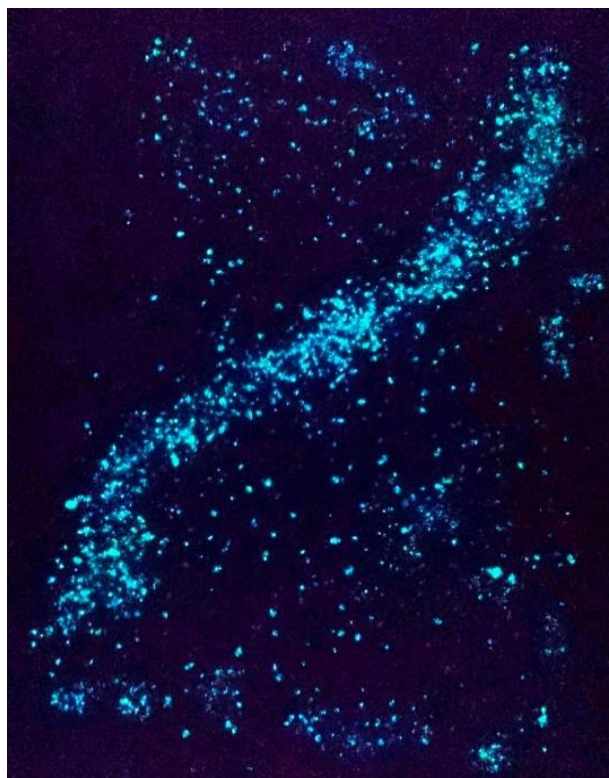


Рисунок 3.5 – Применение яичной скорлупы, окрашенной люминисцентной краской, при устройстве отделочных покрытий.

Таблица 3.9 - Расход декоративного материала при различной степени покрытия оштукатуренной поверхности.

% покрытия поверхности на 1м ²	Количество, г
1	2
90	1050
50	583
25	292
10	146

На основе данных таблицы 3.6, разработан график зависимости количества декоративного материала и степени покрытия оштукатуренной поверхности (см. рисунок 3.6).

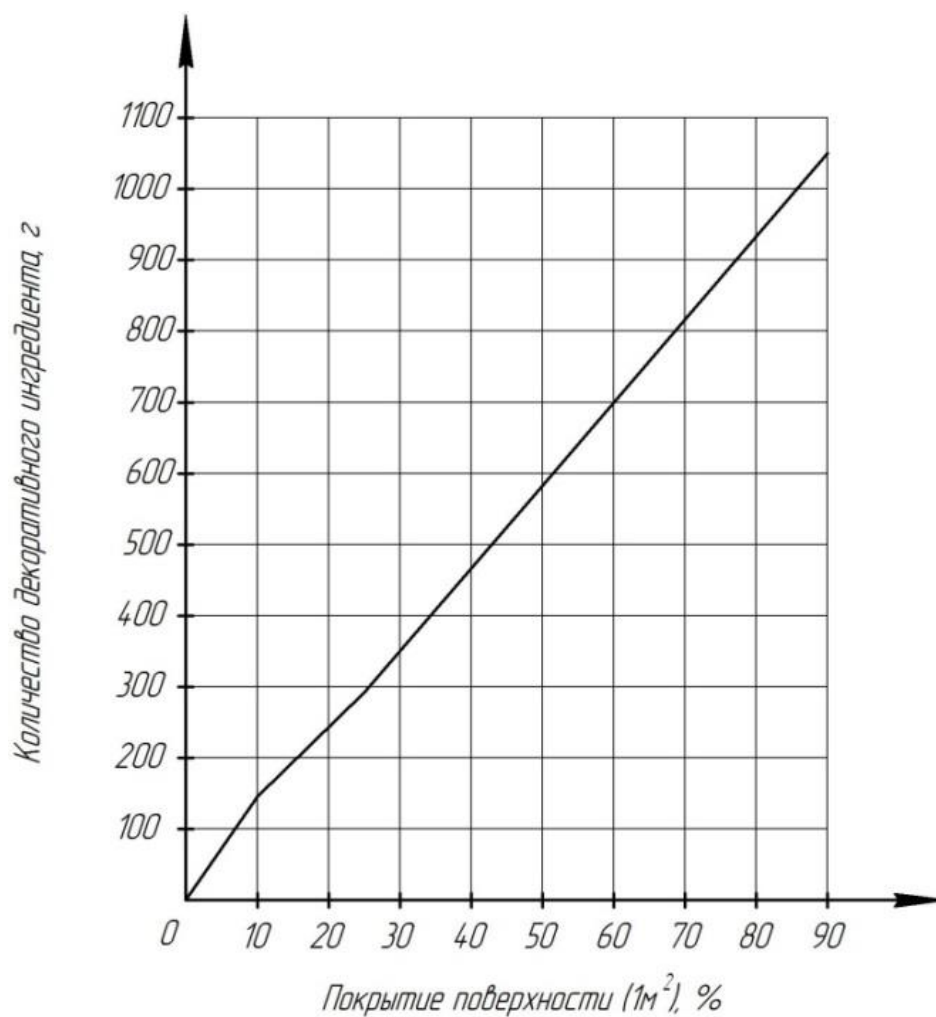


Рисунок 3.6 - График зависимости количества декоративного материала и степени покрытия оштукатуренной поверхности.

Расход декоративного материала при использовании трафаретов зависит от размера изображения и рассчитывается индивидуально. На рисунке 3.7 показан фрагмент декоративного покрытия с использованием яичной скорлупы. На рисунке 3.8 показан фрагмент декоративного покрытия при использовании трафаретов.



Рисунок 3.7 - Устройство финишного покрытия с использованием яичной скорлупы.



Рисунок 3.8 - Устройство финишного покрытия с применением трафаретов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведены теоретические исследования. Рассмотрены штукатурные покрытия, их виды, характеристики и классификации. Рассмотрены виды добавок в штукатурные растворы, заполнители штукатурных растворов. Рассмотрены технологии нанесения наиболее распространённых видов штукатурных покрытий. Исследовано влияние технологии нанесения на конечный внешний вид финишных покрытий.

2. Произведено исследование отходов промышленности: их видов и количества; а так же классификации по содержанию опасных для человека соединений. Исследованы отходы пищевой промышленности, их виды и количество. На основании полученных данных произведен выбор отхода для применения его в качестве декоративного материала при устройстве отделочных покрытий.

3. На основании проведения испытаний на определение прочностных характеристик декоративного материала, состоящего из измельченной яичной скорлупы и вяжущего, сделан выбор вида вяжущего (испытывались: силикатный клей, клей КМЦ и гипсовое вяжущее). Установлено, что наибольший показатель прочности декоративного материала достигается при смешивании измельченной яичной скорлупы с клеем на основе карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ).

4. Так же было рассмотрено совместное использование вяжущих: составлена математическая модель влияния соотношения вяжущих при совместном применении на показатель прочности к растяжению декоративного покрытия. Полученно уравнение регрессии, которое позволяет сделать вывод о том, что совместное использование силикатного клея и клея КМЦ способствует повышению прочности декоративного материала на растяжение, тогда как увеличение количества гипсового вяжущего снижает данный показатель.

5. Исследована прочность сцепления декоративного материала, состоящего из измельченной яичной скорлупы и клея КМЦ с различными поверхностями: бетонной, кирпичной, деревянной. По результатам исследования установлено, что использование клея КМЦ при устройстве декоративного материала, состоящего из измельченной яичной скорлупы, обеспечивает необходимую адгезию декоративного материала с бетонной, кирпичной и деревянной поверхностями (больше 0,05 МПа) при условии твердения в нормальных условиях.

6. Разработана технология нанесения декоративного материала с использованием отхода промышленности (яичной скорлупой), рассмотрены различные варианты нанесения (сплошное нанесение, с помощью трафаретов), проведены необходимые эксперименты, рассчитан расход декоративного материала в зависимости от способа нанесения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аханов В. С. Справочник строителя/ В. С. Аханов, Г. А. Ткаченко// – 5-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д.: Феникс, 2004. – 480 с.
2. Агеечкин, А.П. Промышленное птицеводство / А.П. Агеечкин// под общ. ред. акад. РАСХН В.И. Фисинина. – Сергиев Посад, 2005 – С. 69–82.
3. Айрапетян Л.Х., Заика В.Д., Елецкая Л.Д., Яншина Л.А. Справочник по клеям// Санкт-Петербург: Изд-во «Химия», 1990.
4. Андреева А.Б. Пластифицирующие и гидрофобизирующие добавки в бетонах и растворах./А.Б. Андреева// М.: Высшая школа, 1988. - 55 с.
5. Бабков В.В., Синицын Д.А., Чуйкин А.Е., Кильдибаев Р.С., Резвов О.А. Работа штукатурных покрытий в составе современных теплоэффективных наружных стен зданий// Инженерно-строительный журнал №8, 2012г.
6. Белоусов Е.Д. Малярные и штукатурные работы// М. «Высшая школа» 2011.
7. Бондаренко В.М., Римшин В. И. Строительная наука - направления развития // Строит, материалы. 2010. № 4.
8. Белоусов Е.Д. Технология малярных работ / 2-е изд., перераб. и доп. // М.: Высшая школа, 1985. — 240 с.: ил.
9. Болдырев А.С., Золотов П.П., Люсов А.Н. Строительные материалы: справочник/А.С. Болдырев, П.П. Золотов// М.: Стройиздат, 2009-567 с.
10. Байкулатова К.Ш. Вторичное сырье - эффективный резерв материальных ресурсов. Алма-Ата, Казахстан, 1982.
11. Ботка Е. Рынок сухих строительных смесей./Е. Ботка// Бетой.

2003. - №2. - С. 7-8.
12. Брюханова И.П. Как превратить отходы в деньги. // Экология и промышленность России, 1996. № 10.
 13. Василик, П.Г. Применение волокон в сухих строительных смесях./П.Г. Василик, И.В. Голубев // Строительные материалы.- 2002. -№9.- С.26-27.
 14. Викторovich А.М. Продукция DOW Chemical для индустрии строительных материалов./А.М. Викторovich // Строительные материалы. 2000.-№5.-С. 10-12.
 15. ГОСТ Р 58277—2018 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний.
 16. ГОСТ Р 58276—2018 Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний.
 17. ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия. Обозначение.
 18. ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний.
 19. ГОСТ Р 56387-2015 Смеси сухие строительные клеевые на цементном вяжущем. Технические условия.
 20. ГОСТ 28089-89 Конструкции строительные стеновые. Метод определения прочности сцепления облицовочных плиток с основанием.
 21. Горчаков Г.И. Строительные материалы: учебное пособие для высших учебных заведений/ Г.И. Горчаков, Ю.М.Баженов; под общ. Ред. Г. И. Горчакова. // Владимир: Союзполиграфпром, 2012. - 686 с.
 22. Горшков В.С. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ: Учеб. пособие./В.С. Горшков, В.В. Тпмашев, В.Г. Савельев.// М.: Высшая школа, 1981. 335 с.

23. Демьянова, В.С. Эффективные сухие строительные смеси на основе местных материалов./В.С. Демьянова, В.И. Калашников, Н.М. Дубошина и др// 2-е изд. доп. - М.: АСВ, Пенза: ПГАСА, 2001. - 209 с.
24. Ергешев Р.Б. Сухие смеси с использованием минеральных отходов промышленности Казахстана./Р.Б. Ергешев, А.А. Родионова, Е.А. Горецкая//Строительные материалы. 2001. - №11.- С.9-11.
25. Завражин Н.Н. Отделочные работы. Учебное пособие для нач. проф. Образования// М.: Академия, 2009. — 416 с.
26. Зубрилина С.Н. Справочник штукатурка// Ростов-на-Дону: Феникс, 2003
27. Зайцева Е., Черников Д., Селезнев П. Использование промышленных и бытовых отходов при производстве строительных материалов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.new-garbage.com/?id=1403&page=115&part=14> (дата обращения 30.01.2003)
28. Ивлиев А.А., Кальгин А.А., О.М. Скок. Отделочные строительные работы: учебник для нач. проф. Образования// 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 488 с.
29. Ибатуллин Р.Р., Хасанов Р. Ш., Анцупова С. Г. Отделка зернистыми покрытиями наружных и внутренних поверхностей стен по основанию из древесных плит // Сб. Проблемы строительного комплекса России. Уфа, 2004. С. 87-88
30. Кройчук Л.А. Опыт изготовления п использования сухих растворных смесей за рубежом./ Л.А. Кройчук // Строительные материалы. 2000. - №9. - С. 16-17.
31. Куликов О.Н. Охрана труда в строительстве: учебник для

- нач.проф. образования / О.Н. Куликов, Е.И. Ролин.// 4-е изд., стер.
-- М.: Издательский центр «Академия», 2007. -- 288 с.
32. Крамаренко, А.В., Мустекова, А.М. Способ устройства декоративного покрытия с использованием отхода легкой промышленности / А.В. Крамаренко, А.М. Мустекова // Журнал «Научный аспект №2-2020», 2020г.
33. Кудяков А.И. Влияние зернового состава п вида наполнителей на свойства строительных растворов./А.И. Кудяков, Л.А. Аиикапо-ва, И.О. Конанпца, А.В. Герасимов//Строительные материалы. -2001. -№11. С. 28-29.
34. Кочергин А.Н. Методы и формы научного познания: Спецкурс/ МГУ им. М.В.Ломоносова, Ин-т повышения квалификации преподавателей обществ, наук. // М.: Изд-во МГУ, 1990. - 78 с.
35. Краткие сведения о мероприятиях, включенных в Федеральную целевую программу «Отходы». Пресс-релиз.: Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. // Экология и промышленность России. 1997. - №1. - с. 37-39.
36. Лукашевич В.К. Модели и моделирование в человеческой деятельности/ Науч. ред. Л.В.Уваров// Минск.: Наука и техника, 1983. - 120 с.
37. Мороз А.Н. Маляр. Технология организации работ// Ростов-на-Дону: Феникс, 2006
38. Мешков П.И. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей./П.И. Мешков, В.А. Мокни//Строительные материалы.- 2000. №5. - С. 12-15.
39. Основы научных исследований: Учеб. для техн. вузов/ В.И.Крутов, И.М.Глушко, В.В.Попов и др/ Под. ред. В.И.Крутова,

- Всероссийской науч.-практич. конф. В 2 ч. Волгоград, 2003. - Ч. 1. - С.81-85.
48. Смирнов В.А., Ефимов Б.А., Кульков О.В. и др. Материаловедение для отделочных строительных работ // М.: Академия, 2004
 49. Смирнов В.А., Материаловедение. Отделочные работы: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / (Б.А.Ефимов, О.В. Кульков и др.)// 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 368 с. Шепелев А.М.«Штукатурные работы» М. «Высшая школа» 2008 год
 50. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», принятый Государственной Думой 22 мая 1998 года.
 51. Федеральная целевая программа «Отходы». РЭФИА Минприроды России. Пресс-релиз // Экология и промышленность России. 1996.
 52. Хмельницкий А.Г. Использование вторичных материальных ресурсов в качестве сырья для промышленности // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки - аналитические обзоры. Новосибирск, 1995, серия Экология.
 53. Хребтов, Б.М. Высококачественные материалы для сухих строительных смесей./Б.М. Хребтов, П.А. Кашин, И.В. Генцлер // Строительные материалы. -2000. №5. - С.4-5.
 54. Черноус Г. Технология штукатурных работ. Учебник:// М.: Академия,2017.240 с.
 55. Черноус Г.Г. Облицовочные работы. // М.: Академия, 2006
 56. Чикичев, А.А. Кирпичная кладка - методы защиты от коррозии во влажностных условиях эксплуатации / А.А. Чикичев // Молодёжь, наука, технологии: идеи и перспективы (МНТ-2015). Материалы II

- международной научной конференции студентов и молодых учёных [Электрон. текстовые дан.]. -Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. Ун-та. - 2015. - С. 509-510.
57. Крамаренко, А.В., Мустекова, А.М. The Development of the Plaster Coating Materials Operated Structure by Processing Waste Recovery / A V Kramarenko, A M Mustekova // “International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies (FarEastCon2019), 2019г.
58. Lesovik, V.S. Designing of mortar compositions on the basis of dry mixes / V.S. Lesovik, L.K. Zagorodnyuk, A.L. Kudinova, D.A. Sumskoi, A.E. Mestnikov // International Journal of Applied Engineering Research. - 2015. - Т. 10. - № 5. - Pp. 12383-12390.
59. Lindgard, J. Alkali aggregate reactions in LWAC—introductory laboratory testing / J. Lindgard, H. Justnes, M. Haugen, P. A. Dahl // SINTEF report SBF52 F06004, Trondheim, Norway, 2006. - 189 p.
60. Corinaldesi, V. Reuse of ground waste glass as aggregate for mortars / V. Corinaldesi, G. Gnappi, G. Moriconi, A. Montenero // Waste Manag. - 2005. - Vol. 25(2). P. 197-201.
61. Mladenovic, A. Alkali-silica reactivity of some frequently used lightweight aggregates / A. Mladenovic, J. S. Suput, V. Ducman, A. S. Skapin // Cement and Concrete Research.-2014.-Vol. 34. P. 1809-1816.
62. Ventola, L. Traditional organic additives improve lime mortars: New old materials for restoration and building natural stone fabrics / L. Ventola, M. Vendrell, P. Giraldez, L. Merino // Construction and Building Materials. - 2011. - Vol. 25, Issue 8. - p. 3313-3318.
63. Arikan, M. The optimization of a gypsum-based composite / M. Arikan, K. Sobolev // Cem. and Concr. Res. - 2002. - № 11. - P. 178