

На правах рукописи



Симонов Евгений Евгеньевич

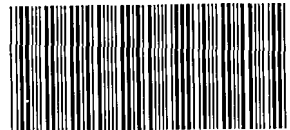
**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ СУХИЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ
МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА**

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

25 АПР 2013

Пенза 2013



005057806

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства».

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Логанина Валентина Ивановна

Официальные оппоненты: **Ерофеев Владимир Трофимович**
доктор технических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарёва», зав. кафедрой
«Строительные материалы и технологии»

Тарakanов Олег Вячеславович
доктор технических наук, профессор,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства», зав.
кафедрой «Кадастр недвижимости и право»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования «Белго-
родский государственный технологический
университет имени В.Г. Шухова»

Защита состоится 17 мая 2013 года в 11-00 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.184.01, созданного на базе ФГБОУ ВПО
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
по адресу: 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28, корп. 1, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Пен-
зенский государственный университет архитектуры и строительства».

Автореферат разослан 15 апреля 2013 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета



Бакушев Сергей Васильевич

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Устойчивая тенденция повышения стоимости топливно-энергетических ресурсов приводит к необходимости повышения теплозащиты зданий. Одним из рациональных способов повышения теплозащиты эксплуатируемых зданий является дополнительное наружное утепление их ограждающих конструкций за счет применения теплоизоляционного отделочного слоя. В практике строительства при выполнении отделочных работ все большее применение находят сухие строительные смеси (ССС). В структуре цены СССР себестоимость сырья составляет от 30-40 %. В связи с этим актуальным является применение местных материалов в рецептуре СССР.

В России, в том числе и на территории Поволжья, имеются значительные запасы диатомита, который может быть применен при изготовлении СССР. Диатомит, состоящий преимущественно из аморфного кремнезема, в тонкодисперсном состоянии в присутствии влаги взаимодействует с вяжущими, но прочность таких растворов при воздушно-сухом твердении невелика. Применяющийся в настоящее время метод активации диатомита заключается в его термообработке при температуре 900-950 °С. Разработка альтернативного способа повышения активности диатомита является актуальной научно-технической задачей, решение которой позволит снизить энергозатраты при активации диатомита и создать теплоизоляционные СССР, покрытия на основе которых будут обладать повышенной эксплуатационной стойкостью.

Диссертационная работа выполнялась в рамках госконтракта с Министерством образования и науки РФ № 13.G25.31.0092 от 22 октября 2010 г. «Создание наукоемкого производства по выпуску пеностеклокерамики на основе опал-кристобалитовых пород».

Цель работы. Разработка рецептуры теплоизоляционной декоративной сухой строительной смеси с применением модифицированного диатомита.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- исследовать закономерности модификации диатомита золем кремниевой кислоты;
- разработать составы и технологию получения теплоизоляционных декоративных сухих строительных смесей;
- подготовить нормативные документы для реализации результатов исследований.

Научная новизна. Установлены закономерности модификации диатомита золем кремниевой кислоты. Методом спектроскопии установлено повышение на 5,4 % содержания кремнезема SiO_2 в диатомите, модифицированном золем кремниевой кислоты. Выявлено увеличение активности модифицированного золем кремниевой кислоты диатомита как гидравлической добавки. Показано, что активность модифицированного диатомита составляет 400 мг/г, а активность немодифицированного диатомита –

370 мг/г. Выявлено, что обработка диатомита золев кремниевой кислоты способствует гидрофилизации его поверхности.

Методом сканирующей зондовой микроскопии установлено повышение однородности структуры диатомита, модифицированного золев кремниевой кислоты. Показано, что структура модифицированного диатомита характеризуется порами диаметром от 75 до 150 нм, а немодифицированного диатомита – от 150 до 650 нм. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала немодифицированного диатомита составляет $D = 2,52$, а модифицированного диатомита $D = 2,05$.

Методом РФА, ДТА, оптической микроскопии установлено, что известково-диатомитовые составы с применением диатомита, модифицированного золев кремниевой кислоты, характеризуются большим количеством гидросиликатов кальция, уменьшением портландита.

Установлено, что при применении в качестве отделочного слоя разработанного известково-диатомитового состава наблюдается смещение нулевой изотермы в сторону пониженных температур на 4-9 мм в зависимости от конструктивного решения ограждения, вида утеплителя и климатических условий эксплуатации.

Практическая значимость. Разработан состав для наружной и внутренней отделки стен зданий в виде сухой смеси, включающей гашеную известь, диатомит, модифицированный золев кремниевой кислоты, кварцевый песок, пластификатор С-3 и релаксифицируемый порошок Neolith P7200 и позволяющий получить растворные смеси с водоудерживающей способностью 95-96 %, временем высыхания до степени «5» 25-30 мин, жизнеспособностью 8-10 часов. Покрытия на основе предлагаемой ССС характеризуются коэффициентом теплопроводности 0,16 Вт/(м·°С), прочностью сцепления 0,6-0,9 МПа, прочностью при сжатии 3-4 МПа. Расход сухой смеси составляет 0,6-0,8 кг/м² при толщине отделочного слоя 5 мм.

Разработана технологическая схема производства сухой отделочной смеси и рассчитана технико-экономическая эффективность их применения. Разработан нормативный документ – проект стандарт организации СТО 3.003-2012 «Смеси сухие строительные», регламентирующий основные свойства разработанных составов.

Внедрение результатов исследований. Апробация полученных результатов в промышленных условиях осуществлялась на предприятии ООО РСУ «Спецработ».

Теоретические положения диссертационной работы, результаты экспериментальных исследований и промышленного внедрения используются в учебном процессе при подготовке бакалавров по направлению 200500 «Метрология, стандартизация и сертификация», 270800.62 «Строительство» профилей 270800.62-05 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Апробация работы. Основные результаты работы представлены и доложены на научно-практической конференции «У.М.Н.И.К.» (г.Пенза, 2011);

Международной конференции «Теория и практика повышения эффективности строительных материалов» (г.Пенза, 2012); Международном форуме «Евразия» (г.Екатеринбург, 2011); Всероссийском конкурсе «Российским инновациям – Российский капитал» (г.Нижний Новгород, 2012); Всероссийском конкурсе «Эврика» (г.Новочеркасск, 2011); молодёжной конференции в рамках международного экономического форума (г.Астана, 2011); Всероссийском молодежном форуме «Селигер» (г.Тверь, 2011); молодежном образовательном форуме «Инерка» (г.Саранск, 2012).

Публикации. Результаты исследований, отражающие основные положения диссертационной работы, изложены в 15 научных публикациях, в том числе 9 статей в журналах, входящих в перечень ВАК. Получен патент РФ 2456255 «Состав для отделки» Бюл. №20, опубл. 20.07.2012 г.

Достоверность результатов работы обеспечивается сопоставлением результатов экспериментальных исследований с производственным апробированием, статистической обработкой результатов экспериментальных исследований, проведением исследований на оборудовании, прошедшем метрологическую поверку.

На защиту выносятся:

- 1) составы и технология теплоизоляционных декоративных ССС для отделки стен зданий;
- 2) результаты исследований процессов структурообразования известковых теплоизоляционных декоративных ССС;
- 3) закономерности модификации диатомита золом кремниевой кислоты

Структура диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, библиографического списка и приложений. Работа изложена на 136 страницах машинописного текста, содержит 36 рисунков, 40 таблиц, список литературы из 150 наименований, 2 приложения.

Автор выражает искреннюю признательность канд. техн. наук, доценту О.В. Карповой, канд. техн. наук О.А. Давыдовой за советы и помощь по организации и проведению экспериментальных исследований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

На территории Поволжья имеются значительные запасы диатомита, ценнейшим качеством которого как сырья является возможность производить на его основе различные высококачественные строительные материалы, в том числе сухие строительные смеси (ССС). Активность взаимодействия диатомита с минеральными вяжущими (цемент, известь) обусловлена содержанием аморфного SiO_2 , количество которого может колебаться от 40 до 100 % к общему количеству SiO_2 . Повышения активности диатомита можно достичь за счет увеличения содержания в нем аморфного кремнезема при обработке золом кремниевой кислоты.

В качестве сырья в работе применяли известь 2 и 3 сортов с активностью соответственно 84 и 71%, в качестве мелкого заполнителя – сурский кварцевый песок фракций 0,63-0,315мм и 0,315-0,14мм в соотношении 80:20. Для получения золя кремниевой кислоты применялся способ, основанный на ионообменной хроматографии. Жидкое стекло плотностью 1056 кг/м³ пропускали через ионообменную колонку с катионитом и получали золь кремниевой кислоты с pH 4,5-5,0 и плотностью 1013-1030 кг/м³. Технология введения золя предусматривала смешение молотого диатомита с удельной поверхностью $S_{уд} = 10900 \text{ см}^2/\text{г}$ с золем кремниевой кислоты в соотношении 1:(1,1-1,8). Полученная суспензия выдерживалась в течение 1 часа, после чего высушивалась до постоянной массы и измельчалась до той же величины удельной поверхности. Установлено, что содержание SiO₂ в модифицированном диатомите, обработанном золем кремниевой кислоты при соотношении диатомит: золь кремниевой кислоты = 1:1,5 увеличилось до 89,68 %, в то время как в контрольном – 85,81 %, а при соотношении 1:1,8 до 89,73 %

Обработка диатомита золем кремниевой кислоты способствует его гидрофилизации. Удельная теплота смачивания контрольного диатомита составляет $Q = 0,013 \text{ кДж/г}$, а диатомита, модифицированного золем кремниевой кислоты в соотношении диатомит: золь кремниевой кислоты 1:1,8, – 0,038 кДж/г.

Для оценки локальной структуры поверхности диатомита применяли методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), в частности, использовался атомно-силовой микроскоп. Анализ АСМ-изображения свидетельствует об изменении высоты поверхностного рельефа. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала для поверхности немодифицированного диатомита составляет $D = 2,52$. Шероховатость поверхности диатомита составляет $R_a = 989 \text{ нм}$.

Установлено, что поверхность модифицированного диатомита содержит определенное количество пор нанометрического диапазона. В основном присутствуют поры с диаметром от 75 до 150 нм, у немодифицированного диатомита – от 150 до 650 нм. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала при модификации диатомита золем кремниевой кислоты в соотношении 1:1,3 составляет $D = 2,26$. Значение шероховатости R_a составляет $R_a = 142 \text{ нм}$, 50-95 % приходится на высоту рельефа поверхности, составляющей 208 нм, а 10-50 % – 271 нм (рисунок 1).

Дополнительно для оценки эффективности модификации диатомита определяли его активность как минеральной добавки по величине растворимости в 20 % растворе КОН. Установлено, что активность немодифицированного диатомита составляет 370 мг/г, а активность модифицированного диатомита – 400 мг/г.

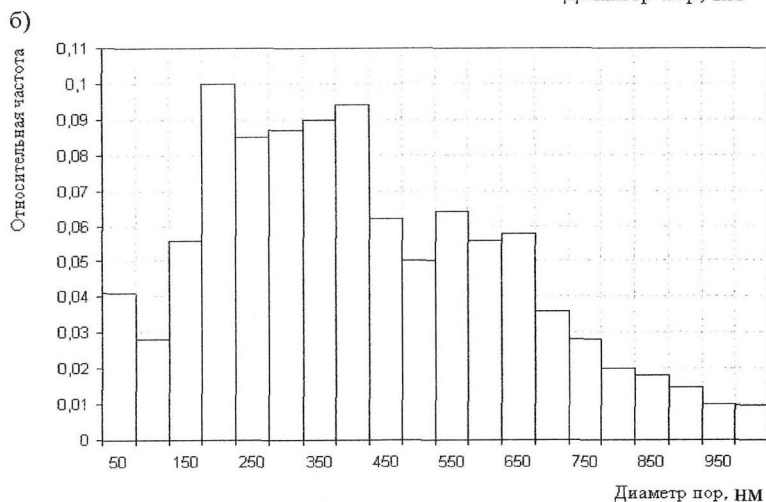
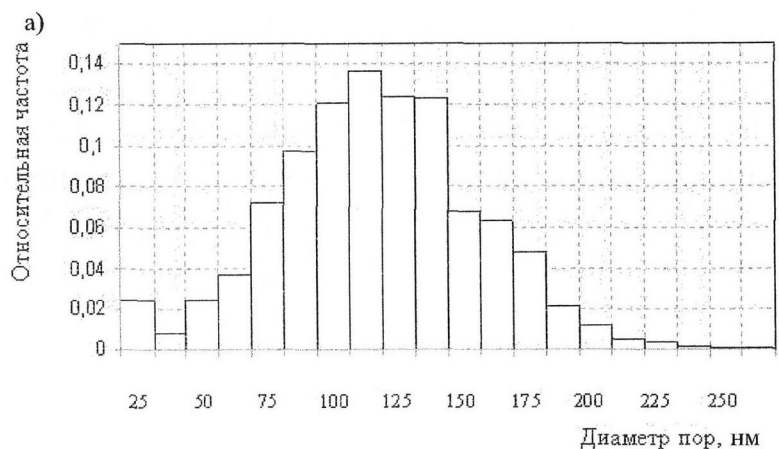


Рисунок 1 – Гистограмма распределения диаметра пор диатомита:
 а – модифицированного кремнезолом в соотношении 1:1,5;
 б – немодифицированного

Для оценки фазового состава известкового композита применялись методы рентгенофазового (РФА) и дифференциально-термического (ДТА) анализа. Установлено, что базовый состав известково-диатомитовых образцов представлен интенсивными линиями 10,059 Å, 3,353 Å, 3,042 Å, 2,456 Å, относящимися к кварцу и менее интенсивными линиями 1,797 Å, 1,685 Å, 1,542 Å, относящимися к гидросиликатам кальция. Кроме того,

идентифицируются портландит ($4,902 \text{ \AA}$, $3,11 \text{ \AA}$, $2,634 \text{ \AA}$) и кальцит ($2,283 \text{ \AA}$, $1,875 \text{ \AA}$) (рисунок 2, а).

На рентгенограмме известково-диатомитовых образцов с применением диатомита, активированного золев кремниевой кислоты, идентифицируются линии, относящиеся к гидросиликатам ($4,256 \text{ \AA}$, $3,037 \text{ \AA}$, $1,481 \text{ \AA}$), однако по сравнению с контрольным составом (без активации диатомита) интенсивность пиков увеличена. Кроме того, уменьшается интенсивность пиков, относящихся к портландиту ($2,634 \text{ \AA}$, $1,796 \text{ \AA}$, $1,685 \text{ \AA}$) (рисунок 2, б).

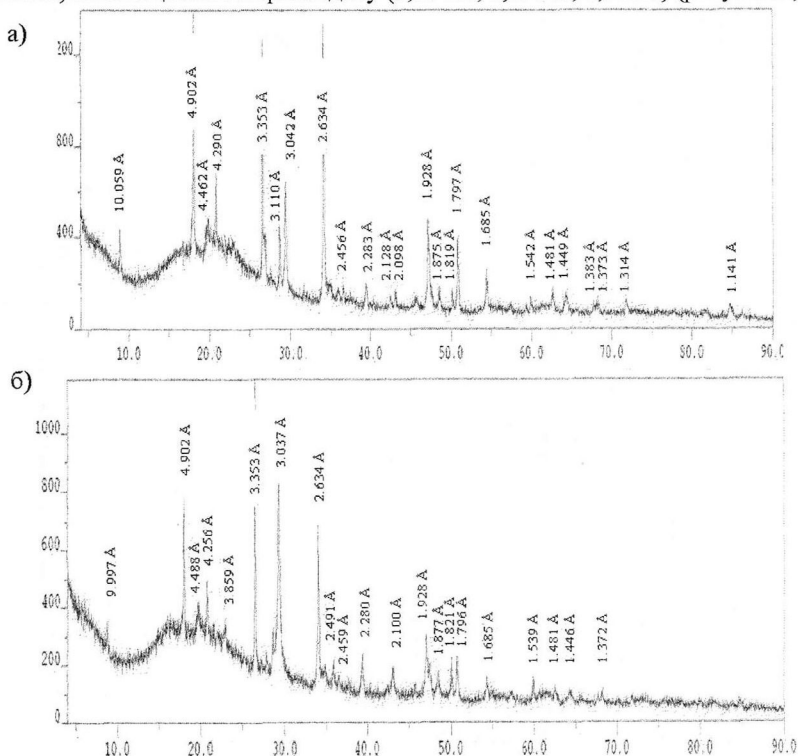


Рисунок 2 – Рентгенограмма известково-диатомитовых композитов:
а – базовый состав; б – состав на основе диатомита,
модифицированного кремнезолем

Полученные данные свидетельствуют о более интенсивном взаимодействии извести с модифицированным диатомитом. Было определено также количество свободной извести CaO в процессе твердения известкового композита. Образцы с применением наполнителя на основе модифицированного диатомита характеризуются большим количеством связанной извести. В возрасте 7 суток твердения количество химически

связной извести составляет 45,76 %, а в контрольном образце – 31,74 %, в возрасте 28 суток соответственно 48,5 % и 34,5 %.

При термографическом анализе композитов установлено, что дополнительный эндозффект при температуре 650°C, отсутствующий на термограмме контрольных образцов, связан с дегидратацией гидросиликатов кальция, что свидетельствует об их большем содержании в известковом композите с применением диатомита, модифицированного кремнеземом.

Общая потеря массы контрольных образцов составляет 20%, а образцов с применением диатомита, модифицированного золев кремниевой кислоты, – 17,5 %. Значительное увеличение эндозффекта в области до 114,6°C, характеризующего удаление адсорбционной влаги и потерю воды гелевидной составляющей, свидетельствует о значительном увеличении фаз, находящихся в коллоидном состоянии. В образцах на основе немодифицированного диатомита наблюдается смещение температуры до 125 °C, при этом количество свободной воды составляет 1,89 % (рисунок 2, б). Эндозффект в интервале температур (420,4–423,1) °C соответствует разложению гидроксида кальция, при этом в контрольных образцах потеря массы составляет 4,33 %, в составах на основе модифицированного золев кремниевой кислоты диатомита – 1,38 % (рисунок 3). Полученные данные свидетельствуют о меньшем содержании гидроксида кальция, что подтверждается также данными РФА.

При исследовании закономерностей структурообразования известково-диатомитовых композиций выявлено, что с увеличением количества золя кремниевой кислоты, применённого на модификацию, происходит увеличение прочности известково-диатомитовых композитов. Составы на основе немодифицированного диатомита имеют прочность при сжатии в возрасте 28 суток твердения в зависимости от водоизвесткового отношения равную 1,6-1,82 МПа, а с применением диатомита, модифицированного золев кремниевой кислоты, – 3,12-3,92МПа, то есть увеличение прочности составляет в 1,95-2,15 раз.

Разработана модель прочности известково-диатомитового композита, учитывающая влияние удельной поверхности диатомита (x_1), известково-диатомитовое (x_2) и водоизвестковое отношения (x_3).

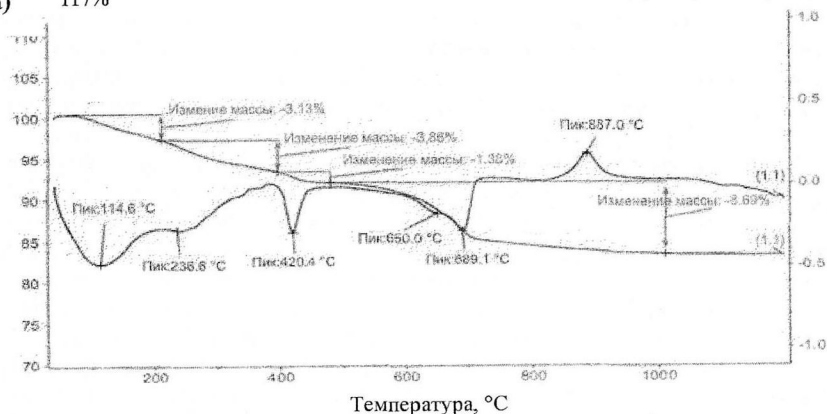
$$y = 1,39 + 0,15x_1 - 0,097x_2 - 0,13x_3 \quad (1)$$

Полученные коэффициенты уравнения регрессии свидетельствуют о том, что повышения прочности известково-диатомитового композита можно достичь за счет увеличения удельной поверхности диатомита и одновременном уменьшении водоизвесткового отношения.

Структура известково-диатомитового образца с применением модифицированного диатомита является более однородной с равномерно распределенными порами. Содержание открытых пор в известково-диатомитовом композите с использованием модифицированного диатомита составляет 49,9 %, с применением немодифицированного диатомита – 52,1 %.

а) ТГ/%

ДСК/(мкВ/мг)



б) ТГ/%

ДСК/(мкВ/мг)

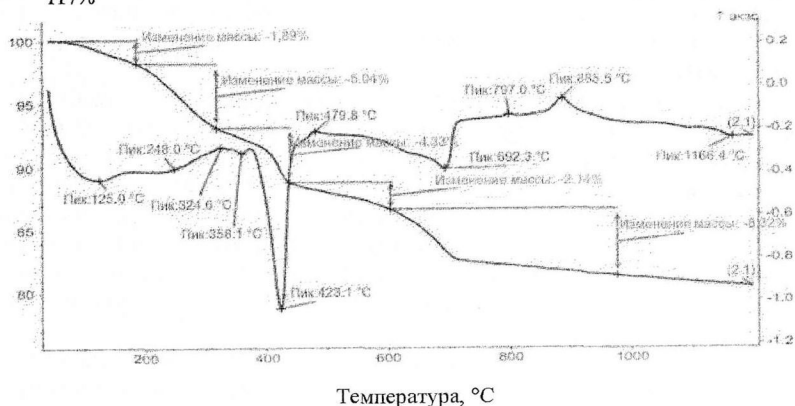


Рисунок 3 – Термограммы известково-диатомитового композита
а – диатомит, обработанный золей кремниевой кислоты;
б – немодифицированный диатомит

Использование модифицированного диатомита в составах сухих строительных смесей способствует изменению их реологических свойств. Составы на основе модифицированного диатомита имеют более быстрый набор пластической прочности. Пластическая прочность известково-диатомитового состава с применением модифицированного диатомита в возрасте 10 ч с момента затворения составляет $\tau=0,05$ МПа, в то время как с применением немодифицированного диатомита – 0,02 МПа. Для

регулирования реологических свойств составов применялись пластификаторы Хидетал-ГП-9, Melflux 1641F, С-3, Melment F15Ci, Кратосол ПЛ, СП-3, Кратосол, Кратосол ПФМ.

Установлено, что известково-диатомитовые составы на модифицированном диатомите обладают несколько большим пластифицирующими свойствами по сравнению с контрольным составом (без модификации диатомита). Наибольший пластифицирующий эффект наблюдается при введении добавки Melflux 1641 F. Введение в рецептуру цемента в количестве 10 % от массы извести способствует ускорению набора пластической прочности.

Одним из регламентированных нормативными документами свойств сухих строительных смесей, готовых к применению, является водоудерживающая способность, которая должна составлять не менее 95 %. В связи с этим в работе оценивалась водоудерживающая способность известковых композиций. При разработке рецептуры в состав вводились модифицирующие добавки Mecellose FMC 2094 и КМЦ марки 75/400. Выявлено, что известковые составы с добавкой цемента и С-3 в количестве 0,7 % от массы извести обладают достаточной водоудерживающей способностью, составляющей 96 %. В связи с этим отсутствует необходимость введения в рецептуру добавок Mecellose или КМЦ, что приводит к снижению стоимости составов.

Проведенные исследования показали, что покрытия на основе диатомита характеризуются склонностью к трещинообразованию. В связи с этим в работе оценивалась трещиностойкость известковых покрытий. Для повышения когезионной и адгезионной прочности покрытий на основе ССС в рецептуру вводились добавки Neolith 4400, Neolith 7200, Pulver DM1142P. Выявлено, что наибольшее влияние на показатели прочности при сжатии оказывает добавка Neolith 7200. Введение добавки Neolith 7200 в рецептуру ССС в количестве 0,75 % от массы сухой смеси увеличивает прочность композита в 1,5 раза.

Для оценки трещиностойкости дополнительно исследовали усадочные деформации в процессе твердения отделочных составов. Для уменьшения усадочных деформаций покрытий в рецептуру ССС дополнительно вводились добавка Denka SC1 в количестве 1% от массы вяжущего, в качестве мелкого заполнителя использовали сурский кварцевый песок фракций 0,63-0,315мм и 0,315-0,14 мм в соотношении 80:20. Совместное использование добавок С-3, Denka SC1 и Neolith 7200 приводит к значительному снижению усадочных деформаций, составляющих $\epsilon=0,35$ мм/м.

Дополнительно трещиностойкость покрытий оценивалось по показателю коэффициента трещиностойкости $K_{трещ}$, который определялся как отношение прочности при изгибе к прочности при сжатии

$$K_{трещ} = \frac{R_{изг}}{R_{сж}}$$
 Установлено, что при введении в рецептуру добавок Denka

SC1, Neolith 7200 и C-3 коэффициент трещиностойкости повышается и составляет $K_{\text{трещ}}=0,44$.

Для оценки эксплуатационной стойкости покрытий на основе ССС определяли стойкость покрытий к переменному замораживанию-оттаиванию. В процессе испытания оценивалось визуально качество внешнего вида покрытий в соответствии с ГОСТ 6992-68 «Материалы лакокрасочные. Метод определения устойчивости покрытия в атмосферных условиях». За «отказ» принималось состояние покрытия, оцененное III,4 баллами. Установлено, что состояние «отказа» отделочного слоя на основе модифицированного диатомита с добавками C3, Denka, Neolith наступает после 35 циклов испытаний.

При оценке гидрофизических свойств выявлено, что коэффициент капиллярного водопоглощения покрытий на основе модифицированного диатомита ниже, чем у покрытий на основе немодифицированного диатомита и составляет $W=0,91-0,93 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч}^{0,5})$.

Был выполнен расчет тепловлажностного состояния ограждающих конструкций зданий при наличии отделочного слоя на основе разработанной ССС. При расчетах рассматривалось три варианта отделки:

1 – внутренняя и наружная поверхности конструкции стены отделаны цементно-песчаным раствором плотностью $\rho=1800 \text{ кг}/\text{м}^3$;

2 – внутренняя поверхность конструкции отделана цементно-песчаным раствором плотностью $\rho=1800 \text{ кг}/\text{м}^3$, наружная поверхность конструкции стены отделана штукатуркой на основе известково-диатомитового состава плотностью $840 \text{ кг}/\text{м}^3$

3 – внутренняя и наружная поверхности конструкции отделаны штукатуркой на основе известково-диатомитового состава плотностью $840 \text{ кг}/\text{м}^3$

Установлено, что при применении в качестве штукатурки разработанного известково-диатомитового состава наблюдается смещение нулевой изотермы в сторону пониженных температур. В таблице 1 приведены значения границы нулевой изотермы для условий г. Пензы по данным наиболее холодной пятидневки и среднемесячной температуры января.

Таблица 1 – Положение нулевой изотермы в сечении конструкции для условий г. Пензы

Варианты отделки	Расстояние от границы утеплителя до нулевой изотермы, м	
	По данным наиболее холодной пятидневки	По данным среднемесячной температуры в январе
Утеплитель – плиты из пенополистирола		
1	0,012	0,042
2	0,015	0,045
3	0,016	0,049
Утеплитель – плиты из пеностеклокерамики		
1	0,060	0,118
2	0,061	0,125
3	0,065	0,127

Установлено, что при отделке конструкции с внешней и внутренней стороны штукатуркой на основе разработанного известково-диатомитового состава наблюдается смещение нулевой изотермы на 4-7 мм (утеплитель – плиты из пенополистирола) и 5-9 мм (утеплитель – плиты из пеностекла) в сторону пониженных температур по сравнению с применением штукатурки на основе цементно-песчаного раствора.

По результатам исследований оптимальной является сухая смесь, содержащая известь-пушонку, диатомит, модифицированный золем кремниевой кислоты, сурский кварцевый песок фракций 0,63-0,315 мм и 0,315-0,14 мм в соотношении 80:20, суперпластификатор С-3, добавки Denka SC1 и релаксифицируемый порошок Neolith 7200. Технологические и эксплуатационные свойства отделочного состава на основе разработанной CCC приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технологические и эксплуатационные свойства отделочного состава

Наименование показателя	Величина показателя
Плотность CCC, кг/м ³	840
Жизнеспособность, час	
- при хранении в открытых ёмкостях	8-10
- при хранении в закрытых ёмкостях	40
Время высыхания при 20 °С до степени «5», мин	25-30
Водоудерживающая способность, %	95-96
Рекомендуемая толщина одного слоя, мм	до 5
Расход отделочного состава при нанесении в 1 слой толщиной 5 мм, кг/м ²	0,6-0,8
Удобоукладываемость	хорошая
Наличие трещин вследствие усадки	нет
Морозостойкость, циклы	35
Водостойкость, коэффициент размягчения	0,6
Усадочные деформации, мм/м	0,35
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,16
Адгезионная прочность R_a , МПа	0,6-0,9

Разработана технология производства CCC с применением модифицированного диатомита. Полученные результаты легли в основу разработки проекта стандарта организации СТО 3.003–2012 «Смеси сухие строительные».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Разработан состав для наружной и для внутренней отделки стен зданий в виде сухой смеси, включающий гашеную известь, диатомит, модифицированный золем кремниевой кислоты, кварцевый песок, пластификатор С-3 и релаксифицируемый порошок Neolith P7200 и позволяющий получить растворные смеси с водоудерживающей способностью 95-96 %, временем высыхания до степени «5» 25-30 мин, жизнеспособностью 8-10 часов. Покрытия на основе предлагаемой CCC харак-

теризуются коэффициентом теплопроводности 0,16 Вт/(м·°С), прочностью сцепления 0,6-0,9 МПа, прочностью при сжатии 3-4 МПа. Расход сухой смеси составляет 0,6-0,8 кг/м² при толщине отделочного слоя 5 мм.

2. Предложено для повышения активности взаимодействия диатомита с известью проводить его модификацию, заключающуюся в обработке его золом кремниевой кислоты. Установлено оптимальное соотношение диатомит:зола кремниевой кислоты, составляющее 1:1,5.

Методом спектроскопии установлено повышение на 5,4% содержания кремнезема SiO₂ в диатомите, модифицированном золом кремниевой кислоты. Выявлено увеличение активности модифицированного диатомита как гидравлической добавки. Показано, что активность модифицированного диатомита составляет 400 мг/г, а активность немодифицированного диатомита 370 мг/г. Выявлено, что обработка диатомита золом кремниевой кислоты способствует гидрофилизации его поверхности.

3. Методом сканирующей зондовой микроскопии установлено повышение однородности структуры диатомита, модифицированного золом кремниевой кислоты. Показано, что структура модифицированного диатомита характеризуется порами диаметром от 75 до 150 нм, а немодифицированного диатомита – от 150 до 650 нм. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала немодифицированного диатомита составляет $D = 2,52$, а для диатомита, модифицированного золом кремниевой кислоты, – $D = 2,05$.

4. Методом РФА, ДТА, оптической микроскопии установлено, что известково-диатомитовые образцы с применением диатомита, модифицированного золом кремниевой кислоты, характеризуются большим количеством гидросиликатов кальция, уменьшением порландита. Выявлено уменьшение на 10 % объема открытых пор в известково-диатомитовом композите с использованием модифицированного диатомита.

5. Установлены закономерности изменения прочности известковых композитов в зависимости от дисперсности и содержания диатомита, количества воды затворения, наличия пластифицирующих добавок. Выявлено увеличение прочности в 1,95-2,15 раз известковых композитов с применением модифицированного диатомита. Получена математическая модель прочности, позволяющая подобрать рецептуру ССС в зависимости от удельной поверхности диатомита, воды затворения и известково-диатомитового соотношения.

6. Установлены закономерности изменения реологических и технологических свойств известково-диатомитовых составов. Показано, что модификация диатомита золом кремниевой кислоты способствует ускорению набора пластической прочности.

7. Установлено, что при применении в качестве штукатурки разработанного известково-диатомитового состава наблюдается смещение нулевой изотермы в сторону пониженных температур на 4-9 мм в зависимости от вида утеплителя и климатических условий эксплуатации.

8. Разработана технология производства сухих строительных смесей с применением модифицированного диатомита. Разработан нормативный документ- проект стандарт организации СТО 3.003-2012 «Смеси сухие строительные» по изготовлению и применению ССС с применением модифицированного диатомита.

**Основные положения и результаты диссертационной работы
изложены в изданиях, входящих в перечень ВАК:**

1. Логанина, В.И. Влияние щелочной активации на структуру и свойства диатомита / В.И. Логанина, Е.А. Никифоров, Е.Е. Симонов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 30-32.

2. Логанина, В.И. Влияние активации диатомита на свойства известковых композиций / В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Известия вузов. Строительство. – 2011. – № 3. – С. 20-23.

3. Логанина, В.И. Влияние активации диатомита на свойства известковых композиций / В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Вестник ВолгГАСУ. Серия. Строительство и архитектура. – 2011. – № 22(41). – С. 83-87.

4. Логанина, В.И. Особенности структурообразования известковых композитов с применением модифицированного диатомита / В.И. Логанина, Е.А.Никифоров, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Региональная архитектура и строительство. – 2011. – № 2(11). – С. 4-8.

5. Логанина, В.И. Исследование закономерностей влияния золя кремниевой кислоты на структуру и свойства диатомита / В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 63-65.

6. Логанина, В.И. Закономерности формирования структуры и свойств известковых композиций с применением модифицированного диатомита / В.И. Логанина, Е.Е. Симонов // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 2. – С. 56-59.

7. Логанина, В.И. Структурообразование известковых композитов на основе модифицированного диатомита / В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Приволжский научный журнал. – 2012. – № 2. – С. 68-72.

8. Логанина, В.И. Эффективность применения известково-диатомитовой декоративной штукатурки для отделки ограждающих конструкций / В.И. Логанина, О.В. Карпова, Е.Е. Симонов // Известия вузов. Строительство. – 2012. – № 5. – С. 44-47.

9. Логанина, В.И. Реологические свойства известковых растворов на основе активированного диатомита / В.И. Логанина, И.А. Аверин, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Приволжский научный журнал. – 2012. – № 3. – С. 71-75.

Публикации в прочих изданиях:

10. Логанина, В.И. Применение модифицированного диатомита в сухих строительных смесях / В.И. Логанина, Е.А. Никифоров, Е.Е. Симонов // Сухие строительные смеси. – 2011. – №4. – С. 14-15.

11. Логанина, В.И. Сухие строительные смеси с применением модифицированного диатомита / В.И. Логанина, О.А. Давыдова, Е.Е. Симонов // Науковий Вісник Будівництва. Вип.64. – Харків, 2011. – С. 114-118.

12. Логанина, В.И. Эффективность применения модифицированного диатомита в сухих строительных смесях / В.И. Логанина, Е.Е. Симонов // Сборник работ победителей отборочного тура Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых по нескольким междисциплинарным направлениям. – Новочеркасск, 2011. – С. 407-409.

13. Логанина, В.И. Вапняні оздоблювальні склади із застосуванням модифікованого діатоміту / В.И. Логанина, В.Г. Камбург, Е.Е. Симонов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2012. – № 1. – С. 51-54.

14. Логанина, В. И. Підвищення ефективності застосування діатоміту в оздоблювальних складах / В.И. Логанина, Е.Е. Симонов // Сучасне промислове та цивільне будівництво. – 2012. – Том 8, № 1. – С. 45-52.

15. Симонов, Е.Е. Повышение эффективности применения диатомита в сухих строительных смесях / Е.Е. Симонов // Теория и практика повышения эффективности строительных материалов (Материалы VII Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых). – Пенза, 2012. – С. 169-173.

Симонов Евгений Евгеньевич

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ СУХИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СМЕСИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДИАТОМИТА

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 28.03.2013. Формат 60х84 1/16

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе. Усл. печ. л. 1,0.

Заказ № 72. Тираж 100 экз.

Издательство ПГУАС.

440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

E-mail: postmaster@pgasa.com.ru