

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ЗЕРНИСТЫХ СИСТЕМ»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)

по специальности

6D071000 – «Материаловедение и технология новых материалов»

ТАШМУХАНБЕТОВА ИНДИРА БЕРКИНБАЕВНА

Целью диссертационной работы является разработка нового высокоэффективного жидкого теплоизоляционного покрытия с использованием тонкодисперсных минеральных зернистых систем и изучение физико-химических, механических свойств полученных покрытий путем проведения натурно-климатических испытаний.

Задачи исследования:

- Получение модифицированной эпоксидной смолы и определение коэффициента ее теплопроводности путем определения эффективной марки отвердителя при получении полимерных жидких покрытий;

- Определение цветостойкости модифицированных композитов из эпоксидной смолы к воздействию природных климатических факторов с целью определения оптимальной марки связующего для получения жидкого покрытия;

- Определение оптимального соотношения исходных веществ при разработке новых полимерных жидких теплоизоляционных покрытий на основе тонкодисперсной минеральной зернистой системы – микрокремнезема и связующего – эпоксидной смолы, а также исследование физико-химических, механических свойств полученного жидкого теплоизоляционного материала;

- Исследование долговечности и экономико-технологической эффективности полимерных композиций на основе микрокремнезема и эпоксидной смолы с теплоизоляционными свойствами.

Методы исследования

К основным методам исследования и анализа, использованным при выполнении диссертационной работы, относятся:

- Для оценки размеров частиц дисперсных порошков микрокремнезема, их формы, цвета, определения наличия макропор и трещин использовался инвертированный металлографический оптический микроскоп OLYMUSGX-71 и анализатор размеров частиц ShimadzuSALD-3101;

- исследование структуры и химических характеристик проводилось на ИК-Фурье спектрометре марки «NICOLET 5700 FT-IR»;

- для определения и оценки структурных характеристик порошков наполнителя использовался малоугловой рентгеновский дифрактометр «Hecus S3-MICRO X-Ray SAXS/SWAX System»;

- вязкость полученных составов определяли с помощью вискозиметра диаметром 4 мм типа ВЗ-4;

- для механических испытаний полимерных композитов использовалась испытательная машина серии AGS-X с программным обеспечением TRAPEZIUM X;

- натурно-климатические испытания проведены с помощью автоматической станции контроля (АСК) Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева (г. Саранск);

- анализ изменений декоративных характеристик выявлен с помощью спектрофотометра СД-6834 Spectro-guide spliere gloss;

- термические свойства покрытий исследованы методом термогравиметрического анализа на приборе «Mettler Toledo TGA/SDTA 851»;

- адгезионная прочность осуществлялась измерителем адгезии ПСО МГ4;

- теплопроводности материалов определялись электронным измерителем теплопроводности ИТС-1;

- Блеск покрытий определяли с помощью прибора для определения степени фотоэлектрического блеска серии novo-Gloss.

Основные положения, рекомендуемые для защиты (проверенные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями):

1. Разработан технологический метод получения жидких покрытий с добавлением отвердителя Этал-1440Н к эпоксидным смолам ЭД-20 и Этал-247 модифицированными дибутилфталатом, соответственно с доведением пределов прочности на растяжение – 48,91 и 43,92 МПа, с увеличением жизнеспособности на 112, 128 минут, вязкостью 1,89 и 0,96 Па·с.

2. С использованием эпоксидной смолы ЭД-20, подвергнутой натурному климатическому исследованию полной цветопередачи в течение 10 месяцев, продемонстрировал минимальные изменения всего на 0,5-0,7% и проявила стабильность, превышающую показатели на 99 суток чем Этал-247, выдерживая воздействие суммарной солнечной радиации до 6225 МДж/м², включая 178 МДж/м² в диапазоне А и 5300 МДж/м² в диапазоне В, что подтверждает ее высокую цветоустойчивость.

3. Разработанный метод, включающий в себя добавление 20% микрокремнезема в модифицированную дибутилфталатом эпоксидную смолу ЭД-20, демонстрирует эффективность в снижении коэффициента теплопроводности на 0,081-0,088 Вт/(м·К) при формировании жидкого теплоизоляционного покрытия.

4. Разработанные жидкие теплоизоляционные покрытия, при использовании на металлические, бетонные, деревянные, кирпичные и штукатурные поверхности, обладают оптимальной пористостью (3-3,5%), низкой паропроницаемостью (0,001 мг/м·час·Па), высокой адгезионной прочностью (1,3-2,2 МПа), низким коэффициентом теплопроводности (0,08-0,1 Вт/м·К) и степенью блеска покрытия в пределах 30-36.

Описание основных результатов исследования:

1. В качестве отвердителя, добавляемого к эпоксидным смолам ЭД-20 и Этал-247 при получении полимерных жидких покрытий, выбран Этал-1440Н.

Жизнеспособность составов при комнатной температуре составила – 112, 128 минут соответственно, а вязкость – 1,89 и 0,96, кроме того, предел прочности на растяжение – 48,91 и 43,92 МПа. Эти результаты позволяют использовать Этал-1440Н в качестве отвердителя при получении жидких покрытий полимерного состава.

2. При естественном климатическом исследовании полной разницы в цвете в течение 10 месяцев величина нестабильности и длительности смолы Этал-247 по сравнению со смолой ЭД-20 составила 76 суток, суммарный предел солнечной радиации – 2100 МДж/м², величина диапазонов А и В показала разрушение после 76 МДж/м² и 1150 МДж/м² соответственно. Для сравнения, смола ЭД-20 претерпела изменения только на 0,5-0,7% за все время выдержки и имеет стабильность на 99 суток больше, чем смола Этал-247, суммарная солнечная радиация до 6225 МДж/м², по диапазону А показывали величину до 178 МДж/м², по диапазону В до 5300 МДж/м². Эти результаты показали, что при получении полимерных жидких покрытий для связующего предпочтительнее использование смолы ЭД-20.

3. Результаты физико-химических исследований показали, что оптимальное соотношение микрокремнезема и эпоксидной смолы для разработки теплоизоляционных материалов составляет 20:80% соответственно. В ИК-спектрах эпоксидно-микрокремнеземных композитов наблюдалось образование новой функциональной группы Si–O–C между функциональной группой микрокремнезема Si–ОН и оксирановой группой эпоксидной смолы. Было обнаружено, что термограммы TGA эпоксидной смолы и эпоксидно-микрокремнеземного композита изменяют температуру термического разложения композита на более высокие значения по сравнению с образцом эпоксидной смолы без микрокремнезема. При температуре около 240°С начался постепенный распад из-за расщепления сложноэфирной связи. Эти исследования доказали, что эпоксидная смола проникает в поры микрочастиц микрокремнезема, образуя взаимную решетку, повышающую термическую стабильность, то есть термостойкость.

4. Определены эксплуатационно-эффективные свойства жидких теплоизоляционных покрытий при нанесении на металлические, бетонные, деревянные, кирпичные, штукатурные поверхности – пористость, паропроницаемость, адгезионная прочность, коэффициент теплопроводности, значения степени блеска покрытия. Полученные значения показали пористость – 3-3,5%, паропроницаемость – 0,001 мг/м·ч·Па, коэффициент теплопроводности – 0,08-0,1 Вт/м·К, степень блеска покрытий – 30-36, адгезионную прочность – 1,3-2,2 МПа. Эти значения доказывают, что жидкое теплоизоляционное покрытие соответствует нормативным документам. Кроме того, жидкое теплоизоляционное покрытие показало более высокую теплопроводность на 0,123 Вт/(м·К), чем жидкое покрытие без наполнителя.

Обоснование новизны и важности полученных результатов

Впервые разработано новое жидкое теплоизоляционное покрытие с применением в качестве наполнителя местного сырья Республики Казахстан с

комплексом улучшенных эксплуатационных характеристик. Впервые в процессе получения жидкого теплоизоляционного покрытия выполнялись натурно-климатические исследования, это новое направление для нашей страны.

Предложенная технология позволяет впервые получить жидкие теплоизоляционные покрытия на основе модифицированной эпоксидной смолы с коэффициентом теплопроводности – 0,081-0,088 Вт/(м·К). Данный показатель является востребованной задачей в сфере жилищно-строительного комплекса – экономия топливно-энергетических ресурсов. Установлены предельные эксплуатационные характеристики созданного жидкого теплоизоляционного покрытия при нанесении на различные поверхности согласно нормативам.

Диссертационная работа имеет высокую научную ценность, что подтверждается научными трудами автора и международными докладами, содержащими опубликованные статьи.

По результатам исследования составлены протокол опытно-экспериментальных испытаний, Акт внедрения в учебный процесс ТОО «Международная корпорация образования» и Акт внедрения (использования) в производство ТОО «All Construction».

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам

Тема диссертационной работы соответствует научному направлению «Рациональное использование природных ресурсов, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции».

Диссертационная работа выполнена совместно с Мордовским Университетом в научно-исследовательской лаборатории архитектуры и строительства некоммерческого акционерного общества «КазНИТУ им. К. И. Сатпаева» в рамках программы «Грантовое финансирование научных и (или) научно-технических проектов на 2020-2022 годы со сроком реализации 27 месяцев» АР08855714 на основе проекта «Жидкие теплоизоляционные покрытия на основе тонкодисперсных минеральных зернистых систем». Кроме того, продолжается реализация в рамках программы целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан BR21882292 – «Интегрированное развитие устойчивой строительной отрасли: инновационные технологии, оптимизация производства, эффективное использование ресурсов и создание технологического парка» на 2023-2025 годы.

Личный вклад автора заключается в выполнении экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая, методик экспериментальных исследований, проведение исследований, анализ и оформление результатов в виде публикаций и научных докладов.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации.

По результатам диссертационной работы опубликовано:

1. Zhumadilova Zh.O., Selyaev V.P., Nurlybayev R.E., Kuldeyev E.I., Sangulova I.B. Prediction of Durability of Thermal Insulating Epoxy Coatings with Regard to Climatic Ageing // Polymers 2022, Volume 14, Issue 9, 1650. E-ISSN:2073-4360.P.1-14 <https://doi.org/10.3390/polym14091650>.

2. Sangulova I.B., Selyaev V.P., Kuldeev E.I., Nurlybaev R.E., Orynbekov Ye.S., Assessment of the influence of the structural characteristics of granular systems of microsilicon on the properties of thermal insulation materials // Комплексное Использование Минерального Сырья. №1 (320), 2022 ISSN-L 2616-6445, ISSN 2224-5243. P. 5-14. DOI: [10.31643/2022/6445.01](https://doi.org/10.31643/2022/6445.01)

3. Сангулова И.Б. Микрокремнеземнің құрылыста қолданылу аясының дамуы // Вестник КазНУТУ. ISSN 1680-9211, 2019. - №4(134)., С.344-348

4. Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Киселев Н.Н., Лияскин О.В., Сангулова И.Б. Оптимизация состава наполнителя вакуумных изоляционных панелей на основе Коносил-200 // Вестник КазГАСА. ISSN 1680-080X, 2019. - №2(72), С.169-175.

5. Селяев В. П., Нурлыбаев Р. Е., Сангулова И.Б., Лияскин О. В., Кечуткина Е.Л. Оптимизация технологических режимов синтеза диоксида кремния с размером частиц в нанометровом диапазоне // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Материалы. Конструкции. Технологии. № 4(12) (2019) – РИНЦ, ISSN 2542-114X. С.102-110. DOI: <https://doi.org/10.25686/2542-114X.2019.4.102>

6. Естигнеева В.М., Лазарев А.Л., Сангулова И.Б. Характер напряженно-деформированного состояния армированных изгибаемых клееных деревянных элементов // Огарёв-Online, № 3 (140), (2020) с.7. <https://cyberleninka.ru/article/n/harakter-napryazhenno-deformirovannogo-sostoyaniya-armirovannyh-izgibaemyh-kleenyh-derevyannyh-elementov>.

7. Селяев В.П., Нурлыбаев Р. Е., Кечуткина Е.Л., Сангулова И.Б. Оптимизация составов теплоизоляционных покрытий на основе водной дисперсии полимерных вяжущих // Научно-практический журнал «Эксперт: теория и практика», Тольятти. 2021, №4(13), С. 23-28.

8. Nurlybayev R.E., Zhuginisov M.T., Zhumadilova Zh.O., Orynbekov Ye.S., Khamza E.E., Sangulova I.B. Investigation of the effect of diatomite and bentonite clays on the properties of local loam-based products // Вестник КазНУТУ. 2021, №4 С.180-195 <https://doi.org/10.51301/vest.su.2021.i4.23>

9. Селяев В.П., Нурлыбаев Р.Е., Киселев Н.Н., Лияскин О.В., Сангулова И.Б. Диаграммы деформирования при сжатии и сдвиге вакуумных теплоизоляционных панелей // Труды Сатпаевских чтений. Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК. Том I. Алматы. 2019. С. 1038-1043

10. Orynbekov Ye.S., Zhumadilova Zh.O., Selyaev V.P., Sangulova I.B. The influence of climatic factors on the change in the elastic-strength indicators of epoxy polymers binders used in liquid thermal insulation coatings // Зарубежная конференция «The 2021 Southern brazilian journal of chemistry conference». Porto Alegre, RS. Brasil. March 18-19, 2022, E-ISSN 2764-5959, №30, С.44-53