

## **МОДИФИЦИРОВАННЫЕ СИЛИКОНОМ ФАСАДНЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В РЕСТАВРАЦИИ**

В последние десятилетия глобальный рынок строительных декоративных лакокрасочных материалов (ЛКМ) переживает значительный подъём. В 2018 г. ёмкость рынка составила 65 миллиардов долларов США. При среднегодовом росте в 5 % к 2023 году мировой рынок строительных красок составит 82 миллиарда долларов США. Главными драйверами роста являются не только высокая активность на рынке недвижимости, но и экологичность и универсальность водно-дисперсионных красок. Причём лишь 30 % ЛКМ используется для окраски новых объектов, а их большая часть (70 %) применяется в ремонтных и реставрационных целях [1].

К сожалению, традиционные акриловые и, в особенности, стирол-акриловые водно-дисперсионные ЛКМ эконом-класса имеют не только достоинства (высокая адгезия к основанию, высокая светостойкость и стойкость к воздействию климатических факторов, умеренная стоимость и др.). Им присущ также ряд недостатков, одним из которых является низкий коэффициент паропроницаемости и высокое водопоглощение.

В связи с этим особый интерес представляет разработка ЛКМ строительного назначения, покрытия на основе которых обладают высокой паропроницаемостью при низком водопоглощении, т. е. так называемые "дышащие" покрытия. Особенно актуальной становится проблема обеспечения правильного влаго- и газообмена при проведении ремонтных и реставрационных работ, а также в системах тепловой реабилитации зданий и сооружений. Часто применяемым подходом к созданию таких материалов является модификация акрилового плёнообразователя силиконовыми (кремнийорганическими) олигомерными эмульсиями. Механизм модификации плёнообразователей основан на их термодинамической несовместимости с силиконовыми олигомерами. При введении силикона в полимерную матрицу образуется двухфазная система, плёнка становится неоднородной. Слой лакокрасочного покрытия гидрофобизируется, в нем образуется система микропор, достаточных по размерам для миграции водяного пара и углекислого газа и слишком малых для просачивания жидкой воды. При этом также уменьшается традиционная липкость, присущая большинству чисто акриловых и стиролакриловых сополимеров [2–4].

Целью настоящего исследования являлась разработка рецептуры силикон-модифицированной водно-дисперсионной фасадной краски для минеральных поверхностей, а также определение характеристик полученного покрытия.

Изготовление пробных замесов краски осуществлялось с помощью лабораторного диссольвера с фиксированной скоростью вращения фрезы 900 оборотов в минуту в полимерной ёмкости в одну стадию. Примерная рецептура состава ЛКМ приведена в [5]. При определении содержания компонентов учитывалось удобство переноса рецептуры для промышленного изготовления. Расчетная объёмная концентрация пигмента в разработанном ЛКМ составляет 65,28%, расчётная массовая доля нелетучих компонентов – 63,86%.

В рецептуре в качестве белого пигмента использован диоксид титана, полученный по хлоридному методу (Ti-Pure R 706TM, Du Pont). Поверхность час-

тиц пигмента обработана оксидами кремния и алюминия, вследствие чего он обладает устойчивостью к фотодеструкции, а также отличается высокой белизной. Медианный размер частиц пигмента составляет 0,36 мкм.

Было проведено исследование полученной фасадной краски, причём была исследована как сама краска, так и покрытие на её основе. Методики испытаний соответствовали действующим в лакокрасочной отрасли техническим нормативным правовым актам. Вязкость по Брукфилду определялась на 20 об./мин. при 20°C с помощью шпинделя № 05 на ротационном вискозиметре модели RVDV-E, производства Brookfield Engineering Inc. Вязкость по ICI определялась на 750 об./мин. при 23°C на вискозиметре типа «конус-плита», модели CPD 2000 D1LT, производства Research Equipment London. Результаты исследования представлены в табл. 1.

Составы красок после тестирования свойств и одобрения рецептуры были воспроизведены в промышленных условиях. Масса одной партии составляла приблизительно 3 000 кг.

Однако главным тестом для разработанного состава явились натурные испытания на реальных объектах в реальных условиях эксплуатации. Поскольку краска была применена для фасадных работ на ряде ответственных объектов в Республике Беларусь, проводя мониторинг состояния покрытия, можно сделать выводы о качестве материала. В процессе наблюдения были установлены следующие проблемы.

В ряде случаев происходит значительное изменение окраски покрытия в процессе эксплуатации. Причиной этого явления является использование для колеровки фасадных красок органических пигментов, имеющих низкую светостойкость. Опыт показывает, что наиболее приемлемыми для использования в фасадных красках являются неорганические пигменты на основе оксидов железа и хрома, алюмината кобальта, ванадата висмута. Использование органических пигментов, например, фталоцианиновых, а особенно хинакридоновых и диоксазиновых приводит к выгоранию покрытия [6].

**Таблица 1** – Свойства разработанной фасадной краски для минеральных поверхностей

№	Наименование показателя	Метод испытания	Фактическое значение
1	Внешний вид покрытия	ГОСТ 28196	Ровная и однородная матовая поверхность
2	Массовая доля нелетучих веществ, %	ГОСТ 17537	62,1
3	Водородный показатель, рН	ГОСТ 28196	8,4
4	Укрывистость высушенной пленки, г/м <sup>2</sup>	ГОСТ 8784	120
5	Степень перетира, мкм	ГОСТ 6589	30
6	Стойкость покрытия к статическому воздействию воды при температуре (20±2)°С, ч	ГОСТ 9.403	Не менее 96
7	Время высыхания до степени 3 при температуре (20±2)°С, ч	ГОСТ 19007	Не более 1
8	Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	ГОСТ 28575	0,022
9	Вязкость краски по Брукфилду, 20 об/мин, сП		8500
10	Вязкость краски по ICI, 750 об./мин., сП		115

Результаты мониторинга объектов показывают, что наиболее критичным для покрытий является поздняя осень и ранняя весна, когда происходит суточный переход температур через 0°C, а значит, происходит замерзание/оттаивание влаги, содержащейся в минеральном основании. В этих условиях часто происхо-

дит образование микротрещин в штукатурном слое, что сопровождается растрескиванием самого покрытия.

При правильном соблюдении всех условий нанесения и качественной подготовке основания к окраске силиконмодифицированные водно-дисперсионные ЛКМ демонстрируют очень высокое качество при эксплуатации в течение длительного времени. Так, здание гимназии г. Пружаны Брестской области было окрашено в 2003 году. В течение 16 лет дополнительные ремонтные работы на здании не производились. Тем не менее фактический срок службы покрытия более чем в три раза превышает гарантийный срок. По состоянию на 2019 год покрытие сохранило свою целостность, отсутствует его меление и отслоение от основания даже на участках, где происходит статическое воздействие воды в результате проблем с отливами. Следует отметить, что на данном объекте была применена система тепловой реабилитации фасада, что означает жёсткие условия эксплуатации.

Полученные практические результаты хорошо коррелируют с результатами ускоренных климатических испытаний силиконмодифицированных красок на везерометре QUV, приведённые в [7]. Это позволяет рекомендовать модификацию водно-дисперсионных ЛКМ с помощью силиконовых олигомеров с целью получения качественных материалов для окраски фасадов в целях реставрации и реновации.

#### **Список использованных источников**

1. Kumar, V. The decorative coatings market driven by increased residential construction and renovation activities / V. Kumar, A. Bhattacharaya // *Paint and Coating Industry*. – 2019. – September. – p. 30-32.

2. Халецкий, В. А. Фасадные водно-дисперсионные лакокрасочные материалы, модифицированные силиконом с низким содержанием летучих органических соединений / В. А. Халецкий, Н. П. Яловая, Э. А. Тур // *Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сборник научных статей Международной научно-практической конференции; Брест, 6–8 апреля 2016 г.: в 2-х частях. / БрГТУ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] – Брест: БрГТУ, 2016. – Ч. I. – С. 313–316.*

3. Халецкий, В. А. Модификация стиролакриловых пленкообразователей силоксановыми олигомерами / В. А. Халецкий // *Лакокрасочные материалы и их применение*. – 2002. – № 9. – С. 26–27.

4. Халецкий, В. А. Исследование влияния модификации акриловых пленкообразователей на свойства лакокрасочных материалов / В. А. Халецкий, В. Н. Панагушин // *Вестник Брестского государственного технического университета*. – 2003. – № 2 : *Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология* – С. 81–83.

5. Халецкий, В. А. Силиконмодифицированные лакокрасочные материалы с низким содержанием летучих органических соединений / В. А. Халецкий // *Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : материалы Международн. науч.-практ. конф., Брест, 25-27 сент. 2013 г. / УО «Брестск. гос. техн. ун-т»; под ред. А. А. Волчека [и др.]. – Брест, 2013. – С. 243–245.*

6. Khaletskaya, K. Environmental-friendly architectural water-borne paint for outdoor application: twenty years of experience in Belarus and Lithuania / K. Khaletskaya, V. Khaletski, S. Švedienė, A. Mažeikienė // *The 9th International Conference “Environmental Engineering” [Electronic resource]: Selected papers, Vilnius, Lithuania, 22–23 May 2014 / Vilnius Gediminas Technical University. – Electronic data. (415 Mb). – Vilnius, 2014. – 1 electron. opt. disc (CD-ROM).*

7. Vicky, J. Silicon-based technology for decorative paints / J. Vicky, P. Leger, R. Shen // *Paint and Coating Industry*. – 2019. – April. – P. 57-61.