

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗДАНИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.Ю. Лебедева, О.В. Казьмина, д.т.н., проф.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет

634000, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 43

E-mail: kriolanta@mail.ru

Одним из наиболее эффективных и допустимых способов защиты зданий и строительных конструкций от внешних воздействий, отрицательно сказывающихся на свойствах и сроке службы материалов, является использование красок. Например, снижение скорости нагрева защищаемых поверхностей с сохранением при этом их прочностных характеристик на определенный период времени (металлические конструкции, нагреваясь при пожаре, теряют несущую способность уже при 500°C). В настоящее время среди полифункциональных материалов наиболее перспективны композиционные покрытия на основе жидкого стекла. В отличие от органических аналогов, покрытия на основе неорганических силикатных составов атмосферо- и термостойки, устойчивы к действию УФ-лучей, обладают высокой воздухо- и паро-проницаемостью, огнезащитными свойствами, отличаются незначительным прилипанием пыли и грязи, являются экологически чистыми материалами [2]. Срок службы таких покрытий достигает 15 лет. К тому же, в этих красках практически не размножаются микроорганизмы, что помогает предотвратить появление плесени и грибов.

Краска на основе жидкого стекла является универсальной в плане окрашивания любых поверхностей. Как видно из данных, приведенных в таблице 1, силикатные краски применяются при выполнении малярных работ внутри и снаружи помещений, в строительстве и реставрации. Кроме того, силикатные краски на основе цинка и алюминия используются для защиты подводной части корпусов морских судов, труб горячего и холодного водоснабжения, внутренних поверхностей цистерн для хранения питьевой воды и т.д.

Таблица 1

Сочетание фасадных красок и строительных основ

	Водорастворимые на основе акрила и его сополимеров	Водорастворимые силиконовые и акриловые, модифицированные силиконом	Силикатная краска
Бетон	+	-	+
Силикатный кирпич	+	++	++
Красный кирпич	+	+	++
Газопенобетоны	-	-	+
Металлический лист	+	+	+
Известково-цементные штукатурки	++	++	++
Цементные штукатурки	+	++	++
Известковая штукатурка/краска	-	+	+
Силикатная штукатурка/краска	+	++	++
Силиконовая штукатурка/краска	+	++	-

Однако, жидкостекольные композиции не обладают длительным сроком хранения и поэтому чаще всего изготавливаются двух-упаковочными с целью получения готовой краски на месте применения, что является неудобным процессом, сдерживающим их использование.

Цель данного исследования - разработка составов одноупаковочной силикатной краски с улучшенными физико-химическими свойствами, такими как степень меления, вязкость, укрывистость, время высыхания, водопоглощение, паропроницаемость, устойчивость к воздействию микроорганизмов и УФ-излучения, пожаростойкость; пригодными в качестве полифункциональных покрытий для строительных конструкций различного назначения.

Традиционно, состав силикатной краски включает жидкое стекло, выполняющее функцию пленкообразователя [3], щелоче- и светостойкие пигменты, наполнители. Для придания силикатной краске необходимой для нанесения консистенции, в качестве наполнителя используют мел, тальк, слюду и прочее [4]. В Государственном стандарте на силикатные покрытия не прописано четкого компонентного состава красок, однако имеется соотношение жидкой и сухой частей 1:1, а также тре-

бования к вязкости конечного продукта. Следовательно, состав композиции может варьироваться в зависимости от желаемых эксплуатационных характеристик.

В данной работе опробованы варианты двадцати пяти составов, полученных на основе промышленного жидкого стекла с модулем 3,2 и плотностью 1,3 г/см³, лучшие из которых приведены в таблице 2. Составы с добавлением акриловой дисперсии отличались улучшенными характеристиками по сравнению с остальными образцами и имели высокий показатель укрывистости и низкую степень меления, поэтому для дальнейших исследований были выбраны два состава (СК-16 и СК-17).

Таблица 2

Химический состав силикатных красок

Обозначение краски	Содержание оксидов, мас. %					
	NaSiO ₃	ZnO	CaCO ₃	Тальк	Акриловая дисперсия	Добавки
СК-3	50	15	20	15	-	-
СК-5	26	10	31	10	9,5	3,5 (H ₂ NCONH ₂)
СК-11	45,0	15	15	15,0	5	-
СК-16	50,2	4	15,7	8,4	5	5 (SiO ₂)
СК-17	50,2	4	20,2	20,2	5	5 (SiO ₂)

Результаты полученных значений основных характеристик красок показали, что составы имеют высокий показатель укрывистости при относительно низком расходе материала на один квадратный метр, низкую степень отделения пигмента от пленкообразователя и коэффициенты водопоглощения и паропроницаемости, соответствующие интервалу значений ГОСТа. Кроме того, при использовании такого покрытия прочность образцов увеличилась в среднем на 1 МПа, по сравнению с неокрашенными (таблица 3).

Таблица 3

Физико-химические свойства силикатных красок

Обознач. краски	Значение свойства						
	Укрывистость, г/м ²	Степень меления	pH _{ЛКМ}	R _{сж} ¹ , МПа	Sd ²	R _{сц} ³ , МПа	W ⁴ , кг/м ³ *г ^{1/2}
СК-16	223,23	1	9,402	5,83	0,008	0,64	0,00172
СК-17	227,65	1	9,349	5,63	0,042	0,46	0,0092

1 – прочность окрашенного образца при сжатии; 2- коэффициент паропроницаемости; 3-прочность сцепления покрытия с основанием; 4-коэффициент водопоглощения.

Испытания на огнестойкость покрытий показали способность краски к вспучиванию и защите поверхности от пожара. Эта способность была исследована на керамических образцах цилиндрической формы путем воздействия газовой горелки с температурой на конце пламени 800°C. Результат проведенного эксперимента (рис. 1) показал, что в течении первых 5 минут воздействия образец покрылся копотью, на десятой минуте та часть образца, на которую приходилось максимальное воздействие пламени, начала вспениваться. При этом покрытие не загорелось и не потрескалось, что свидетельствует о наличии огнезащитных свойств краски. Данным изменениям можно присвоить степень R по ГОСТ 16363-98.



Рис. 1. Образцы «до» и «после» воздействия пламени

Для подтверждения экологичности покрытия, образцы прошли проверку на грибостойкость. Было проведено испытание на контроль жизнеспособности спор грибов на среде Чапека-Докса с агаром и проверка стерильности питательной среды. В ходе проведения испытаний было обнаружено,

что плесневые грибы жизнеспособны и хорошо развиваются в среде, при этом образцы с нанесенной краской не являлись питательной средой росту и не способствовали росту и развитию *Aspergillus niger*. Установлено (рис. 2), что в течение 28 суток грибы активно развивались на поверхности вокруг образца, однако на поверхности самого образца обнаружены не были, поэтому оба состава были оценены в 1 балл, что соответствует слабому фунгицидному эффекту и означает наличие стойкости к росту и развитию грибов *Aspergillus niger*.



Рис. 2. Испытания на грибостойкость

Улучшенные характеристики силикатной краски по сравнению с другими видами покрытий, можно объяснить её составом и процессами, протекающими как на стадии приготовления краски, так и в процессе нанесения на поверхность и эксплуатации. На рисунке 3 представлено схематичное изображение процессов силикатизации краски разработанного состава на различных стадиях.

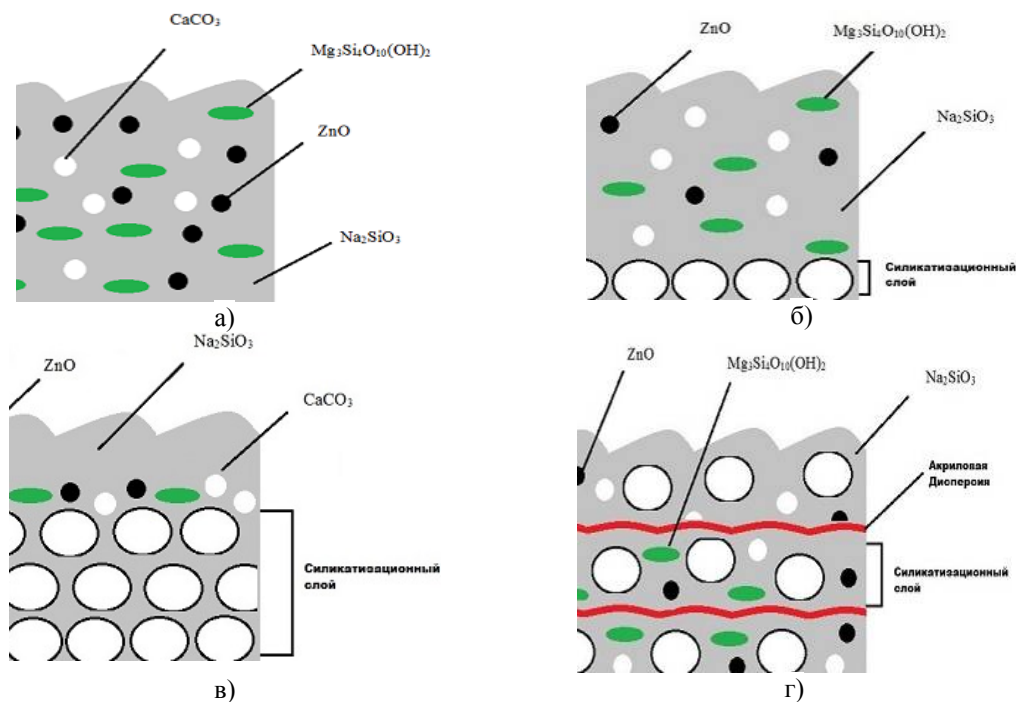


Рис. 3. Процессы, протекающие при взаимодействии компонентов в силикатной краске:
 а – стадия смешивания компонентов жидкостекольной композиции; б – начало силикатизации; в – полимеризация силикатизационного слоя;
 г – влияние добавки акриловой дисперсии на процесс силикатизации

При добавлении в жидкостекольную композицию отвердителей, ионы кальция, магния и цинка взаимодействуют с ионными формами жидкого стекла. Взаимодействие происходит по следующему уравнению: $\equiv \text{SiO}^- + \text{Ca}^{2+}(\text{Mg}^{2+}) \rightarrow \equiv[\text{SiO}^- \text{O} \text{Ca}]^+ +$ с образованием нерастворимых силикатов, происходит полная или частичная перезарядка частиц, что является причиной их укрупнения с дальнейшей коагуляцией. При нанесении краски на поверхность протекает объединение частиц в агрегат, адсорбирующийся на твердофазной поверхности в виде тонкого слоя, ионы щелочных металлов, растворимых в воде, остаются в растворе. В процессе сушки на стадии гелеобразования происходит поликонденсация гидроксильных групп и процесс заканчивается полным структурированием и образованием прочной пленки.

Образование нерастворимых силикатов подтверждается данными рентгенофазового анализа, по результатам которого фиксируется, что большее количество пиков приходится на силикаты цинка, что соответствует теории об образовании силикатизационного слоя благодаря цинковым белилам, исполняющим функцию отвердителя. Установлено, что в обоих составах происходит процесс образования силикатов кальция и цинка, следовательно, распределение наполнителей и пигментов сопровождаются химическими реакциями (рис. 4). Кроме того, на рентгенограмме присутствуют дифракционные максимумы, соответствующие неактивным наполнителям мелу и тальку, а также акриловой дисперсии, что указывает на неполное протекание реакций силикатизации, и свидетельствует о возможности хранения такой краски.

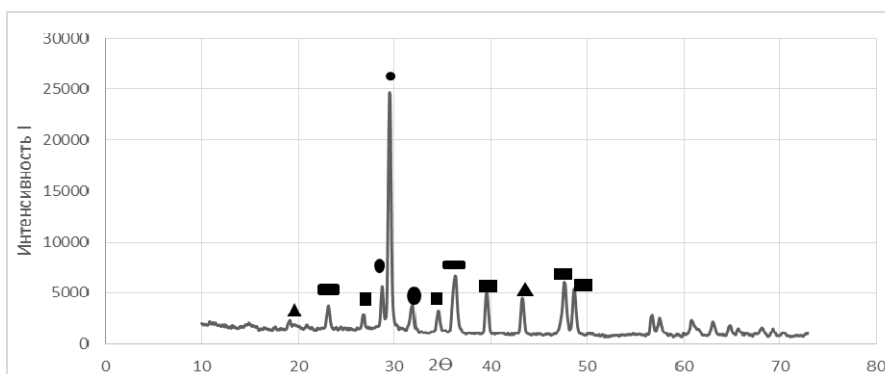


Рис. 4. Рентгенограмма образца SK-16

● - Zn_2SiO_4 ; ◐ - ZnSiO_3 ; ■ - CaCO_3 ; □ - CaSiO_3 ; ▲ - $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$;
◊ - $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_6$

Исследуемые образцы СК-16 и СК-17 также прошли тест-драйв на применение их как силикатного покрытия для фасадных работ. Тестовым покрытием стала кирпичная стена гаражной пристройки. Краска наблюдалась в течение года на наличие нарушения целостности покрытия, пузырения и отставания пленки. Установлено, что за 8 месяцев покрытие выдержало мороз, выпадение осадков и естественную смену температурных режимов без видимых повреждений.

Таким образом, из опробованных пяти составов красок на основе жидкого стекла в качестве одноупаковочной можно применять дисперсионно - силикатную краску с добавлением акриловой дисперсии (СК-16 и СК-17). Данные составы имеют оптимальные значения степени укрывистости и меления, отсутствие расслоения, низкое водопоглощение и высокую паропроницаемость. Также отсутствует возгорание покрытия и размножение на поверхности грибков по причине низкого содержания органических полимеров. Огнезащитным свойствам разработанных составов присвоена категория Р благодаря эффекту вспенивания покрытия, что указывает на экологичность лакокрасочных силикатных материалов. Данные краски рекомендуются применять в большом интервале температур от $+25$ до -15°C .

Литература.

1. Информационный портал, посвященный лакокрасочным материалам и защите от коррозии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.corrosio.ru/> ;
2. Персональный сайт торговой компании ООО «Астрэй» [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.tkastrey.ru>;
3. Корнеев В.И., Данилов В.В. Растворимое и жидкое стекло СПб: Стройиздат, 1996 - 216 с.
4. Дринберг А.Я., Снедзе А.А., Тихомиров А.В. Технология лакокрасочных покрытий— 2-е изд., перераб. и доп. — Л. Госхимиздат, 1955. — 652 с.: ил. — Библиогр.: с. 623-635.