

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ



УДК 691.57

В.И. ЛОГАНИНА, Е.Б. МАЖИТОВ

### ОЦЕНКА РОЗЛИВА ЗОЛЬ-СИЛИКАТНОЙ КРАСКИ НА ЦЕМЕНТНОЙ ПОДЛОЖКЕ

Приведены сведения о закономерностях формирования качества внешнего вида покрытий на основе золь-силикатной краски. Установлено, что при нанесении краски кистью на цементную подложку наблюдается некоторое замедление времени восстановления структуры силикатных красочных составов на основе полисиликатных. Более высокое значение работы адгезии краски на основе полисиликатных растворов свидетельствует о более сильном взаимодействии краски и цементной подложки. Работа смачивания красок на основе полисиликатного раствора выше, что свидетельствует о лучшем смачивании краской поверхности цементной подложки. Показано, что для золь-силикатной краски характерно более высокое значение коэффициента смачивания и растекания, что указывает на более благоприятные условия для формирования качества внешнего вида.

К л ю ч е в ы е с л о в а: золь-силикатная краска, полисиликатное связующее, покрытия, смачивание, качество внешнего вида.

DOI 10.32683/0536-1052-2019-722-2-35-41

В практике отделочных работ хорошо зарекомендовали себя силикатные краски, представляющие собой суспензию пигментов и наполнителей в калиевом жидком стекле [1, 2]. Срок службы таких покрытий составляет 5–6 лет. Однако силикатные краски являются двухупаковочными, что затрудняет выполнение отделочных работ. Кроме того, покрытия на основе силикатных красок обладают низкой трещиностойкостью, приводящей к раннему «отказу» покрытий и дополнительным затратам на ремонт. В связи с этим актуальным является решение задачи по разработке и внедрению в практику новых трещиностойких силикатных лакокрасочных материалов, что потребовало разработки новых подходов к созданию силикатных красок.

Представляет интерес применение в качестве пленкообразователей силикатных красок полисиликатов, которые обеспечивают более высокие эксплуатационные свойства покрытий [3–5]. Полисиликаты имеют широкий диапазон степени полимеризации анионов и являются дисперсиями коллоидного кремнезема в водном растворе силикатов щелочных металлов [6–8].

© Логанина В.И., Мажитов Е.Б., 2019

Нами разработан состав краски на основе полисиликатного связующего, полученного смешиванием жидкого стекла с золью кремниевой кислоты [9–11]. Было установлено, что покрытия на основе полисиликатных растворов характеризуются более быстрым отверждением. Пленки на основе полисиликатных растворов обладают более высокой когезионной прочностью. Прочность при растяжении пленки на основе калиевого жидкого стекла составляет  $R_p = 0,392$  МПа, а на основе полисиликатного раствора (15 % Nanosil 20) – 1,1345 МПа. Краска образует покрытие с ровной однородной матовой поверхностью.

Для изучения закономерностей формирования качества внешнего вида покрытий на основе золь-силикатной краски рассмотрены реологические свойства краски, а также характер розлива по пористой цементной подложке.

**Методика проведения эксперимента.** В работе оценивался характер розлива золь-силикатной краски. Методика определения розлива заключалась в нанесении пяти параллельных полос краски и определении степени растекаемости по числу слипшихся полос. Краска с рабочей вязкостью наносилась на стеклянную пластинку размером  $200 \times 100 \times 1,2$  мм. Оценка степени растекания пяти параллельных полос проводилась по десятибалльной шкале «розлива».

Поверхностное натяжение красочного состава определяли капельным методом (сталагмометрический метод). Была рассчитана работа адгезии красочного состава в цементной подложке по термодинамическому уравнению Дюпре–Юнга

$$W_a = \sigma(1 + \cos\theta), \quad (1)$$

где  $W_a$  – работа адгезии;

$\sigma$  – поверхностное натяжение;

$\theta$  – равновесный краевой угол смачивания.

Работа смачивания  $W_{см}$  определялась соотношением

$$W_{см} = \sigma \cos\theta. \quad (2)$$

Смачивание характеризовали коэффициентом смачивания  $S$  и определяли отношением работы адгезии к работе когезии (относительная адгезия)

$$S = \frac{W_a}{W_k}. \quad (3)$$

Дополнительно устанавливали коэффициент растекания  $f$ , так как от этого параметра зависят блеск, ровность поверхности покрытия, наличие или отсутствие кратеров, шагрени. Коэффициент растекания  $f$  определяли по формуле

$$f = W_a - W_k. \quad (4)$$

Качество внешнего вида покрытий оценивали по шероховатости поверхности  $R_a$  методом сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) [12, 13].

**Результаты экспериментальных исследований.** Предварительно был определен реологический тип исследуемых растворов. Реологические свойства оценивались по показателям условной вязкости по ВЗ-4, предельного напряжения сдвига с помощью прибора Reotest-2. Найдено, что все системы

Результаты исследований

Показатель	Красочный состав на основе	
	калиевого жидкого стекла	калиевого полисиликатного раствора
Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм	16,208	10,880
Краевой угол смачивания	50,9	51,6
Поверхностное натяжение красочного состава, мН/м	59,38	66,73
Розлив красочного состава*	$\frac{7,40}{9}$	$\frac{8,40}{9}$
Работа адгезии, мН/м	96,82	108,17
Работа смачивания, мН/м	37,44	41,44
Работа когезии, мН/м	118,76	133,46
Коэффициент растекания, мН/м	-21,94	-25,29
Коэффициент смачивания	0,815	0,81

\* В числителе приведены значения времени восстановления структуры краски, мин, с, в знаменателе – значение розлива, балл.

являются типичными псевдопластическими телами. В области медленного течения вязкость полисиликатных растворов постепенно снижается с ростом напряжения сдвига. Результаты исследований приведены в таблице.

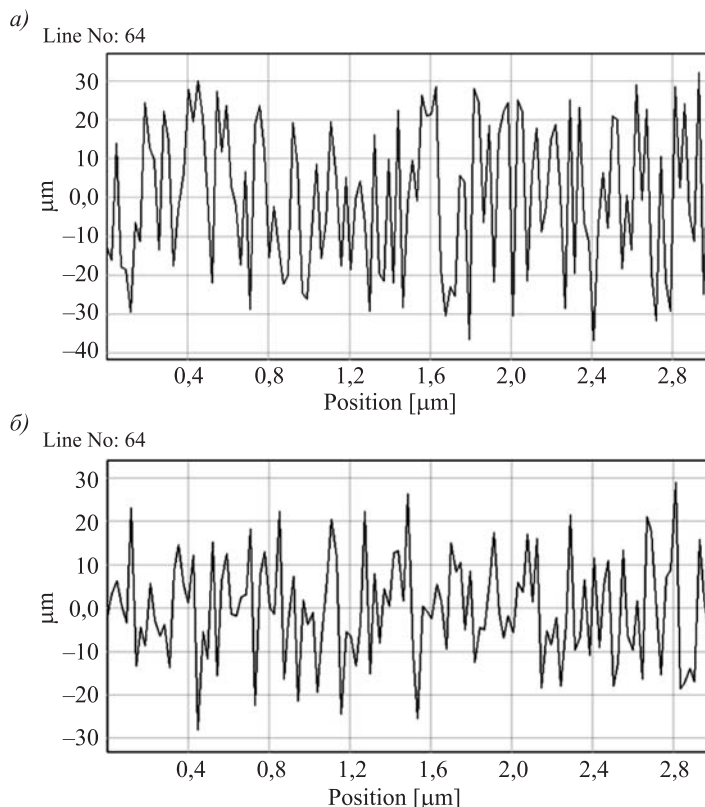
Анализ данных, приведенных в таблице, свидетельствует, что силикатные краски на основе полисиликатных растворов характеризуются большим временем розлива. Так, время розлива для краски на основе жидкого стекла составляет 6 мин, а для краски на основе полисиликатного раствора – 8 мин 40 с. Степень розлива оценена удовлетворительной (не более 10 мин).

Для красок на основе полисиликатного раствора характерна большая работа адгезии к подложке. Так, работа адгезии краски на основе калиевого полисиликатного раствора к подложке составляет 108,17 мН/м, в то время как на основе калиевого жидкого стекла – 96,82 мН/м. Более высокое значение работы адгезии краски на основе полисиликатных растворов свидетельствует о более сильном взаимодействии краски и цементной подложки.

Работа смачивания красок на основе полисиликатного раствора выше, что указывает на лучшее смачивание краской поверхности цементной подложки. Так, работа смачивания золь-силикатной краски на основе калиевого полисиликатного раствора составляет 41,44 мН/м, а на основе калиевого жидкого стекла – 37,44 мН/м.

При нанесении золь-силикатной краски на подложку увеличивается коэффициент смачивания и растекания, что свидетельствует о более благоприятных условиях для формирования качества внешнего вида.

Шероховатость поверхности покрытия на основе силикатной краски составляет  $R_a = 16,208$  мкм, а на основе калиевого полисиликатного раствора –  $R_a = 10,880$  мкм (рисунок).



Шероховатость поверхности силикатных покрытий на основе калиевого жидкого стекла (а) и калиевого полисиликатного раствора (б)

Качество внешнего вида поверхности покрытий, образуемой золь-силикатной краской, в соответствии с ГОСТ 9.032–74\*\* «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения» оценивается IV классом, а на основе жидкого стекла – V.

Свойства красочного состава и покрытий на его основе:

Удобнаносимость . . . . .	Хорошая
Класс качества внешнего вида покрытий . . . . .	IV
Вязкость по ВЗ-4.с . . . . .	17–20
Усадка, наличие трещин . . . . .	Нет
Жизнеспособность . . . . .	Более 90 сут
Время высыхания до степени 5 . . . . .	15–25 мин
Адгезия . . . . .	1 балл
Адгезия . . . . .	1,1–1,3 МПа
Коэффициент паропроницаемости . . . . .	0,00878 мг/(м · ч · Па)
Относительная твердость . . . . .	0,47
Прочность при ударе . . . . .	50 кг · см
Марка морозостойкости . . . . .	35
Смываемость . . . . .	Не более 2 г/м <sup>2</sup>
Водостойкость (внешний вид после 24 ч выдержки в воде) . . . . .	Отсутствие белых матовых пятен, отслаивания, сыпи, пузырей и других разрушений

Анализ данных свидетельствует, что по своим свойствам краска и покрытие на ее основе соответствуют требованиям, предъявляемым к покрытиям для наружной отделки зданий, обладают более высокой адгезией, достаточной паропроницаемостью.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла. Л.: Стройиздат, 1991. 176 с.
2. Айлер Р. Химия кремнезема. В 2 т. М.: Мир, 1982. 416 с.
3. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured binder for acid-resisting building materials // J. Scientific Israel-Technological Advantages. 2012. Vol. 14, No. 1. P. 7–12.
4. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокomпозиционных материалов // Нанотехнологии в строительстве. 2012. Т. 4, № 3. С. 6–21.
5. Figovsky O., Beilin D. Improvement of strength and chemical resistance of silicate polymer concrete // International Journal of Concrete Structures and Materials. 2009. Vol. 3, No. 2. P. 97–101. DOI: 10.4334/IJCSM.2009.3.2.097.
6. Получение и применение гидрозолей кремнезема: Труды МХТИ им. Д.И. Менделеева / Под ред. Ю.Г. Фролова. М., 1979.
7. Grasshoff K. On the determination of silica in sea water // Deep-Sea Res., 1964. Vol. 11, No. 4. P. 74–81.
8. Кудашов А.А. Исследование качественного и количественного состава золь ортокремниевой кислоты // Молодой ученый. 2013. № 6. С. 63–68.
9. Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б. Разработка рецептуры золь-силикатной краски // Региональная архитектура и строительство. 2017. № 3. С. 51–53.
10. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov Ye.B. Properties of polysilicate binders for sol-silicate paints // Advanced Materials Research Submitted: 2018-01-26. DOI:10.4028/www.scientific.net/AMR.1147.1.
11. Loganina V. I., Kislitsyna S.N., Mazhitov Ye.B. Development of sol-silicate composition for decoration of building walls // Case Studies in Construction Materials. 2018. Vol. 9. DOI: org/10.1016/j.cscm.2018.e00173
12. Чижик С.А., Сыроежкин С.В. Методы сканирующей зондовой микроскопии в микро- и наномеханике // Приборы и методы измерений. 2010. № 1. С. 85–94.
13. Логанина В.И., Мажитов Е.Б. Анализ качества внешнего вида силикатных покрытий методом атомно-силовой микроскопии // Вестн. МГСУ. 2018. Т. 13, вып. 5. С. 426–435.

**Логанина Валентина Ивановна**, д-р техн. наук, профессор;

E-mail: loganin@mail.ru

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

**Мажитов Еркебулан Бисенгалиевич**, аспирант;

E-mail: mazhitov201090@gmail.com

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Получено 18.01.19

**Loganina Valentina Ivanovna**, DSc, Professor; E-mail: loganin@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction, Russia

**Mazhitov Erkebulan Bisengalieovich**, Post-graduate Student;  
E-mail: mazhitov201090@gmail.com  
Penza State University of Architecture and Construction, Russia

## **EVALUATION OF FILLING SILICATE PAINT SILICATE PAINT ON CEMENT SUBSTRUCTION**

Information is given on the regularities of the formation of the quality of the appearance of coatings based on sol-silicate paint. It has been established that when applying paint with a brush on a cement substrate, there is some slowdown in the recovery time of the structure of silicate paint compositions based on polysilicate. A higher value of the paint adhesion based on polysilicate solutions was established, which indicates a stronger interaction of the paint and the cement substrate. The work of wetting paints based on polysilicate solution is higher, which indicates a better wetting of the paint on the surface of the cement substrate. It is shown that a higher value of wetting and spreading coefficient is characteristic of sol silicate paint, which indicates more favorable conditions for the formation of the appearance quality.

**Key words:** sol silicate paint, polysilicate binder, coating, wetting, appearance quality.

### **REFERENCES**

1. Korneev V.I., Danilov V.V. *Proizvodstvo i primeneniye rastvorimogo stekla* [Production and use of soluble glass]. Leningrad, 1991. 176 p. (in Russian)
2. Ailer R. *Khimiya kremnezema* [Chemistry of silica]. Moscow, 1982. 416 p. (in Russian)
3. Figovsky O., Borisov Yu., Beilin D. Nanostructured binder for acid-resisting builder materials. *J. Scientific Israel-Technological Advantages*. 2012. Vol. 14, No. 1. Pp. 7–12.
4. Figovskiy O.L., Kudryavtsev P.G. Zhidkoe steklo i vodnye rastvory silikatov, kak perspektivnaya osnova tekhnologicheskikh protsessov polucheniya novykh nanokompozitsionnykh materialov [Liquid glass and water solutions of silicates, as a promising basis of technological processes for obtaining new nanocomposite materials]. *Nanotekhnologii v stroitel'stve* [Nanotechnologies in construction]. 2012. Vol. 4, No. 3. Pp. 6–21. (in Russian)
5. Figovsky O., Beilin D. Improvement of strength and chemical resistance of silicate polymer concrete. *International Journal of Concrete Structures and Materials*. 2009. Vol. 3, No. 2. Pp. 97–101. DOI: 10.4334 / IJCSM.2009.3.2.097.
6. *Polucheniye i primeneniye gidrozoley kremnezema* [Preparation and use of silica hydrosols]. Moscow, 1979. (in Russian)
7. Grasshoff K. On the determination of silica in sea water. *Deep-Sea Res.*, 1964. Vol. 11, No. 4. Pp. 74–81.
8. Kudashov A.A. Issledovaniye kachestvennogo i kolichestvennogo sostava zoley ortokremnievoy kisloty [Investigation of the qualitative and quantitative composition of the sols of orthosilicic acid]. *Molodoy uchenyy* [Young scientist]. 2013. No. 6. Pp. 63–68. (in Russian)
9. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Razrabotka retseptury zol'-silikatnoy kraski [Development of the formulation of sol-silicate paint]. *Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo* [Regional architecture and construction]. 2017. No. 3. Pp. 51–53. (in Russian)
10. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Properties of polysilicate binders for sol-silicate paints. *Advanced Materials Research* Submitted by: 2018-01-26. DOI: 10.4028 / www.scientific.net / AMR.1147.1.

11. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Development of sol-silicate composition for decoration of building walls. *Case Studies in Construction Materials*. 2018. Vol. 9. DOI: [org/10.1016/j.cscm.2018.e00173](https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00173).
  12. Chizhik S.A., Syroezhkin S.V. Metody skaniruyushchey zondovoy mikroskopii v mikro- i nanomekhanike [Methods of scanning probe microscopy in micro- and nanomechanics]. *Pribory i metody izmereniy* [Instruments and measurement methods]. 2010. No. 1. Pp. 85–94. (in Russian)
  13. Loganina V.I., Mazhitov E.B. Analiz kachestva vneshnego vida silikatnykh pokrytiy metodom atomno-silovoy mikroskopii [Analysis of the quality of the external appearance of silicate coatings by the method of atomic force microscopy]. *Vestnik MGSU* [Bulletin MGSU]. 2018, Vol.13, Iss. 5. Pp. 426–435. (in Russian)
-