

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/article\_5c1c994bc1ecd0.55450446

<sup>1</sup>Логанина В.И., <sup>1</sup>Мажитов Е.Б., <sup>2</sup>Лашина И.В.<sup>1</sup>Пензенский государственный университет архитектуры и строительства  
Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28<sup>2</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова  
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

\*E-mail: loganin@mail.ru

## ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ЗОЛЬ СИЛИКАТНОЙ КРАСКИ

**Аннотация.** Приведены сведения о эксплуатационных свойствах покрытий на основе золь силикатной краски. Показано, что по своим свойствам краска и покрытие на ее основе соответствуют требованиям, предъявляемым к покрытиям для наружной отделки зданий, обладают более высокой адгезией, достаточной паропрооницаемостью. Описано поведение покрытия на основе золь силикатной краски в процессе циклического замораживания-оттаивания. Установлено, что состояние покрытия на основе разработанного состава после 40 циклов испытания оценено 1,1 баллами, что соответствует состоянию покрытия с отсутствием изменения цвета, меления, грязеудержания. Покрытия на основе силикатной краски более подвержены разрушению.

Приведены результаты изучения структуры поверхности покрытий методом сканирующей зондовой микроскопии. Выявлено, что на поверхности покрытий на основе силикатной краски в основном присутствуют поры с диаметром от 18,8 до 19,4 мкм, в то время как в покрытии на основе калиевого полисиликатного раствора присутствуют две группы пор: от 19,2 до 20,0 мкм и от 20,0 до 21,2 мкм. Наиболее часто встречающиеся поры размером 20,3–20,4 мкм.

Установлено увеличение числовых значений коэффициента паропрооницаемости покрытий на основе полисиликатных связующих по сравнению с покрытиями на основе жидкого стекла. Приведены значения водопоглощения при капиллярном всасывании растворных образцов, окрашенных золь силикатной и силикатной краской. Установлено, что водопоглощение при капиллярном всасывании образцов, окрашенных золь силикатной краской, составляет 3,43 кг/м<sup>2</sup>, а окрашенных силикатной краской – 3,76 кг/м<sup>2</sup>.

**Ключевые слова:** золь силикатная краска, полисиликатное связующее, покрытия, проницаемость, водостойкость, морозостойкость.

**Введение.** Для отделки наружных и внутренних стен зданий нашли широкое применение силикатные краски [1–4]. Учитывая возрастающие требования к качеству отделки, актуальным является разработка способов модификации жидкого стекла, что позволит получить покрытия с более высокими защитными и декоративными свойствами. Анализ патентной и научно-технической литературы свидетельствуют, что одним из способов модификации является введение в состав связующего золя кремниевой кислоты, что обеспечивает более высокие эксплуатационные свойства покрытий [5, 6, 7].

Нами на основе полисиликатного раствора разработана рецептура состава, предназначенного для отделки наружных и внутренних стен зданий [8, 9]. Для получения полисиликатного связующего применяли золь кремниевой кислоты Nanosil 20 и Nanosil 30, выпускаемые ПК «Промстеклоцентр». В работе применяли калиевое жидкое стекло – с модулем М=3,29. В каче-

стве наполнителя применяли маршалит, микрокальцит марки МК-2(ТУ 5743-001-91892010-2011) и тальк марки МТ-ГШМ (ГОСТ 19284-79), в качестве пигмента – диоксид титана 230 рутильной формы (ТУ 2321-001-1754-7702-2014).

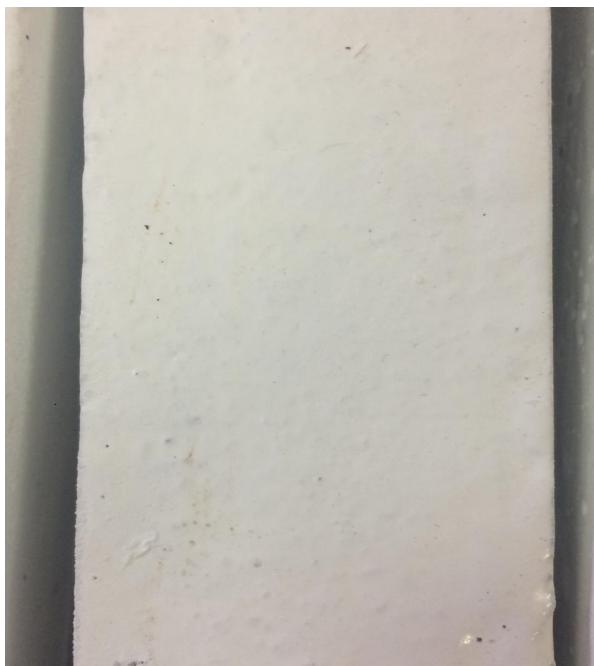
Вязкость красочных составов составляет 17–20 с по ВЗ-4, степень высыхания до степени 5 – 70–90 мин, адгезия к растворной подложке – 1 балл, смываемость – не более 2 г/м<sup>2</sup>. Краска образует покрытие, характеризующееся ровной однородной матовой поверхностью. Стойкость к статическому действию воды при температуре 20 °С составляет не менее 24 час.

**Основная часть.** В продолжении дальнейших исследований были проведены испытания растворных образцов, окрашенных золь силикатной краской, на морозостойкость путем попеременного оттаивания и замораживания. Оценку внешнего вида покрытий проводили по ГОСТ 6992-68 Покрытия лакокрасочные. Метод

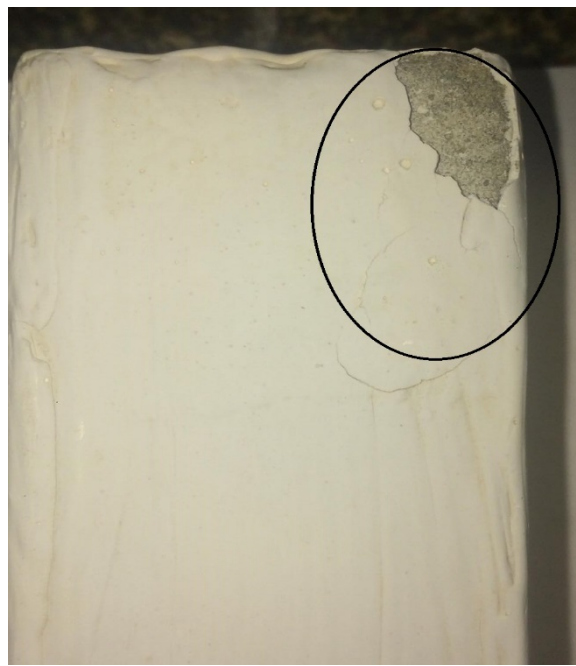
испытаний на стойкость в атмосферных условиях. За «отказ» принималось состояние покрытия, оцененное III.3 баллами.

Установлено, что состояние покрытия на основе разработанного состава после 40 циклов испытания оценено I.1 баллами, что соответствует состоянию покрытия с отсутствием изменения цвета, меления, грязеудержания (рис. 1 в, г). Покрытия на основе силикатной краски более подвержены разрушению (рис. 1 а, б).

Была проведена оценка проницаемости покрытий в соответствии с ГОСТ 25898-2012 «Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропропусканию» (ISO 12572:2001, NEQ) и ГОСТ 33355-2015 (ISO 7783:2011) «Материалы лакокрасочные. Определение характеристик паропроницаемости. Метод чашки».



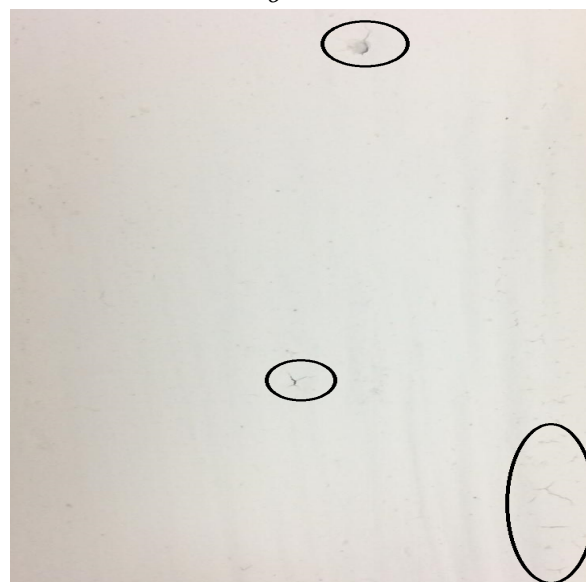
а



б



в



г

Рис. 1. Внешний вид покрытий после испытания на морозостойкость

а – покрытие на основе силикатной краски до испытания; б – покрытие на основе силикатной краски после 40 циклов испытания; в – покрытие на основе золь силикатной краски до испытания;

г – покрытие на основе золь силикатной краски после 40 испытания

Установлено, что коэффициент паропроницаемости покрытий на основе калиевого полиси-

ликатного связующего, определенный в соответствии с ГОСТ 25898-2012, составляет

0,00878 мг/м·чПа, а на основе калиевого жидкого стекла – 0,00272 мг/м·чПа.

Для оценки водозащитных свойств покрытий были проведены испытания растворных образцов, окрашенных силикатной и золь силикатной красками. После отверждения покрытий было определено водопоглощение при капиллярном всасывании окрашенных образцов (рис. 2). Водо-

поглощение при капиллярном всасывании образцов, окрашенных золь силикатной краской, составляет 4,4 %, а окрашенных силикатной краской – 4,6 %. Более низкое значение водопоглощения образцов, окрашенных золь силикатной краской, свидетельствует об изменении размеров пор в структуре покрытия по сравнению с покрытием на основе силикатной краски.

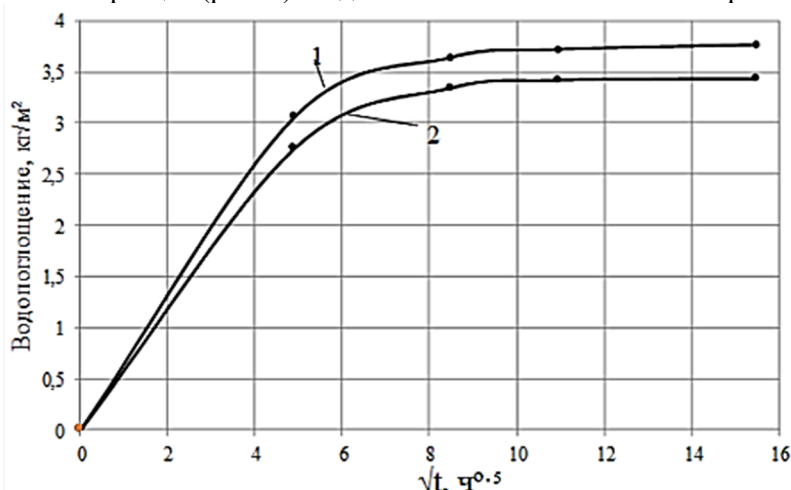


Рис. 2. Кинетика водопоглощения при капиллярном всасывании окрашенных растворных образцов  
1 – образцы окрашены силикатной краской;  
2 – образцы окрашены золь силикатной краской

Для оценки локальной структуры поверхности покрытий применяли методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) [10, 11, 12]. Установлено, что поверхность покрытий на основе калиевого жидкого стекла содержит определенное количество пор нанометрического диапазона, отличающихся друг от друга по размерам и форме. Максимальный размер пор составляет 19,6. В основном присутствуют поры с диаметром от 18,8

до 19,4 мкм (рис. 3, а), в то время как в покрытии на основе калиевого полисиликатного раствора – присутствуют две группы пор: от 19,2 до 20,0 мкм и от 20,0 до 21,2 мкм. Наиболее часто встречающиеся поры размером 20,3–20,4 мкм. Значение максимального размера пор составляет 21,2 мкм (рис. 3, б).

В табл. 1 приведены значения свойств золь силикатной краски и покрытий на ее основе.

Таблица 1

#### Свойства красочного состава и покрытий на его основе

Наименование показателей	Значения
Удобнонаносимость	хорошая
Вязкость по ВЗ-4.с	17–20
Усадка, наличие трещин	нет
Жизнеспособность, сутки	Более 90
Время высыхания, мин, до степени 5	15–25
Адгезия, баллы	1
Адгезия, МПа	1,1–1,3
Коэффициент паропроницаемости, мг/м·чПа	0,00878
Прочность при ударе кгсм	50
Смываемость, г/м <sup>2</sup>	Не более 2
Водостойкость (внешний вид после 24 час выдержки в воде)	Отсутствие белых матовых пятен, отслаивания, сыпи, пузырей и других разрушений
Морозостойкость, марка	F35

Анализ данных, приведенных в табл.1, свидетельствует, что по своим свойствам краски и покрытие на ее основе соответствуют требова-

ниям, предъявляемым к покрытиям для наружной отделки зданий, обладают более высокой адгезией, достаточной паропроницаемостью.

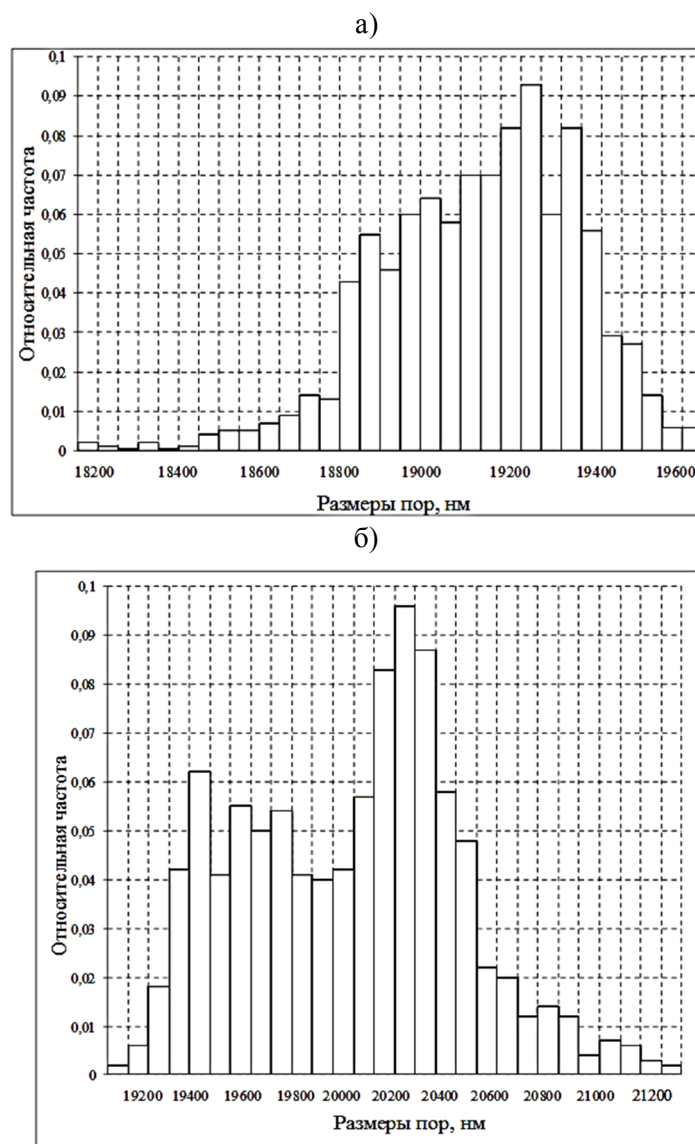


Рис. 2. Гистограмма распределения диаметра пор покрытий:  
а) на основе калиевого жидкого стекла; б) на основе калиевого полисиликатного раствора

**Источник финансирования.** Государственная программа Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы, Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы, в рамках Плана фундаментальных научных исследований Минстроя России и РААСН, тема 7.5.1.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев В.И., Данилов В.В. Производство и применение растворимого стекла. Л.: Стройиздат, 1991. 176 с.
2. Tryba, B. Wrobel R.J.; Homa, P. etc. Improvement of photocatalytic activity of silicate paints by removal of  $K_2SO_4$  // Atmospheric environment. 2015. Том: 115. С. 47–52. Опубликовано: AUG 2015
3. Goodarzi Iman Mirzaie, Farzam Mansour, Shishesaz Mohammad Reza; и др. Eco-Friendly,

Acrylic Resin-Modified Potassium Silicate as Water-Based Vehicle for Anticorrosive Zinc-Rich Primers // Journal of applied polymer science. 2014. Vol 13. Issue 12.

4. Li Sanxi, Ding Junyong, Shawgi Nazar, Qi Shan. Effect of organic montmorillonite on the performance of modified waterborne potassium silicate zinc-rich anti-corrosion coating // Research on chemical intermediates. 2016. Vol. 42. Issue 4. Pp. 3507–3521 DOI: 10.1007/s11164-015-2228-6
5. Получение и применение гидрозолей кремнезема / под ред. Ю. Г. Фролова. М.: Труды МХТИ им. Д. И. Менделеева, 1979.
6. Айлер Р. Химия кремнезема. В 2 т. М.: Мир, 1982.
7. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov Y.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 Accepted: 2018-02-23

8. Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б. Разработка рецептуры золь-силикатной краски // Региональная архитектура и строительство. 2017. №3. С. 51–53.

9. Логанина В.И., Кислицына С.Н., Мажитов Е.Б. Технологические свойства золь силикатной краски // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №2. С. 17–21.

10. Чижик С.А. Сыроежкин С.В. Методы сканирующей зондовой микроскопии в микро- и

наномеханике // Приборы и методы измерений. 2010. № 1. С. 85–94.

11. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Н. Новгород: Химия. 2004. С. 376 с.

12. Бухараев А.А., Овчинников А.А. Диагностика поверхности с помощью сканирующей силовой микроскопии // Заводская лаборатория. 2004. №5. С. 10–27.

#### Информация об авторах

**Логанина Валентина Ивановна**, доктор технических наук, профессор кафедры управления качеством и технологии строительного производства. E-mail: loganin@mail.ru. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

**Мажитов Еркебулан Бисенгалиевич**, аспирант кафедры управления качеством и технологии строительного производства. E-mail: mazhitov201090@gmail.com Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. Россия, 440028, Пенза, ул. Германа Титова, д. 28.

**Лашина Ирина Владимировна**, аспирант, инженер кафедры строительного материаловедения изделий и конструкций. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2018 г.

© Логанина В.И., Мажитов Е.Б., Лашина И.В., 2018

<sup>1,\*</sup>*Loganina V.I., <sup>1</sup>Mazhitov E.B., <sup>2</sup>Lashina I.V.*

<sup>1</sup>*Penza State University of Architecture and Construction  
Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28*

<sup>2</sup>*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov  
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46*

*\*E-mail: loganin@mail.ru*

## THE EVALUATION OF OPERATIONAL PROPERTIES OF COATINGS BASED ON SOL SILICATE PAINT

**Abstract.** *The data is provided on the operational properties of coatings based on sol silicate paint. It is presented, the paint meets requirements for buildings' exterior coating, has higher adhesion, sufficient vapor permeability. The state of coating based on the sol silicate paint during the process of cyclic freeze-thaw is described. The coating based on developed composition is estimated at 1.1 points after 40 test cycles. It corresponds to the condition of coating with no change in color, chalking and mud retention. Coatings based on silicate paint are susceptible to destruction. The results of studying the surface structure of coatings by scanning probe microscopy are presented. It is found, that pores with a diameter of 18.8 to 19.4 μm are mainly present on the surface of silicate-based coatings. The coating based on the potassium polysilicate solute has two groups of pores: from 19.2 to 20.0 μm and from 20.0 to 21.2 μm. The most common pores are 20.3–20.4 μm. An increase in the numerical values of the coefficient of vapor permeability of coatings based on polysilicate binders in comparison with coatings based on liquid glass is established. The values of capillary water absorption of solute samples painted with Sol silicate and silicate paint are given. It is established that water absorption by capillary absorption of samples stained with sol silicate paint is 3.43 kg/m<sup>2</sup> and silicate paint is 3.76 kg/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** *sol silicate paint, polysilicate binder, coatings, permeability, water resistance, frost resistance.*

#### REFERENCES

1. Korneev V.I., Danilov V.V. Production and use of soluble glass. L.: Stroyizdat. 1991, 176 p.
2. Tryba B., Wrobel R.J., Homa, P. etc. Improvement of photocatalytic activity of silicate paints

by removal of K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Atmospheric environment. 2015, vol. 115. pp. 47–52. Publication: AUG 2015/

3. Goodarzi, Iman Mirzaie; Farzam, Mansour; Shishesaz, Mohammad Reza; и др. Eco-Friendly, Acrylic Resin-Modified Potassium Silicate as Water-

Based Vehicle for Anticorrosive Zinc-Rich Primers. Journal of applied polymer science, 2014, vol. 13, issue 12.

4. Li Sanxi, Ding Junyong, Shawgi Nazar, Qi Shan. Effect of organic montmorillonite on the performance of modified waterborne potassium silicate zinc-rich anti-corrosion coating. Research on chemical intermediates, 2016, vol. 42, issue 4, pp. 3507–3521 DOI: 10.1007/s11164-015-2228-6

5. Receiving and application of hydrosols of silicon dioxide. Under the editorship of Yu.G. Frolov. M.: Works MHTI of D.I. Mendeleev. 1979.

6. Ayler P. Silicon dioxide chemistry. In the 2nd TM: World. 1982.

7. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov Y.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 Accepted: 2018-02-23

8. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Development of a compounding of zol-silicate paint. Regional architecture and construction, 2017, no. 3, pp. 51–53.

9. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Technological properties zol-silicate paint. Bulletin BGTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 2, pp. 17–21.

10. Siskin S.A., Syroyezhkin S.V. Methods of the scanning probe microscopy in micro and nanomechanics. Devices and methods of measurements. 2010, no. 1, pp. 85–94.

11. Mironov V.L. Fundamentals of the scanning probe microscopy. N. Novgorod: Chemistry. 2004, 376 p.

12. Bukharayev A.A., Ovchinnikov A.A. Diagnostics of a surface by means of the scanning power microscopy. Factory laboratory, 2004, no. 5, pp. 10–27.

#### *Information about the authors*

**Loganina, Valentina I.** DSc, Professor. E-mail: loganin@mail.ru. Penza State University of Architecture and Construction. Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

**Mazhitov, Erkebulan B.** Postgraduate student. E-mail: mazhitov201090@gmail.com. Russia, 440028, Penza, st. Herman Titov, 28.

**Lashina, Irina V.** Postgraduate student. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

---

*Received in September 2018*

#### **Для цитирования:**

Логанина В.И., Мажитов Е.Б., Лашина И.В. Оценка эксплуатационных свойств покрытий на основе золь силикатной краски // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №12. С. 6–11. DOI: 10.12737/article\_5c1c994bc1ecd0.55450446

#### **For citation:**

Loganina V.I., Mazhitov E.B., Lashina I.V. The evaluation of operational properties of coatings based on sol silicate paint. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 12, pp. 6–11. DOI: 10.12737/article\_5c1c994bc1ecd0.55450446