

DOI: 10.12737/article_5c506204083240.44433541

¹Соков В.Н., ¹Баженова С.И., ^{1,*}Петров М.А., ¹Пепеляева А.Ю.¹Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

*E-mail: bk_msk@mail.ru

ФАСАДНАЯ НЕГОРЮЧАЯ КРАСКА НА ОСНОВЕ КАЛИЕВОГО ЖИДКОГО СТЕКЛА: ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА

Аннотация. Силикатная краска, благодаря своим качествам, таким как атмосферостойкость, способность к диффузии углекислого газа и водяного пара, хорошая адгезия, занимает особое место в отделке фасадов зданий, в частности при ее использовании на минеральных подложках. Главной задачей данной работы является модернизация фасадной силикатной краски на основе жидкого калиевого стекла с целью повышения эффективности показателей, а именно, придание ей свойств и характеристик краски, относящейся к группе горючести материалов – негорючие. В статье предложен новый оптимальный компонентный состав, отвечающий основным российским стандартам и зарубежной нормативно-технической документации. Выделены и проанализированы основные технические характеристики материала и входящего сырья, также уделено внимание применяемым методикам исследования. Определены основные физико-механические свойства полученного продукта: условная вязкость, плотность, массовая доля нелетучих веществ, адгезия покрытия, период силикатизации, степень перетира, смываемость пленки, стойкость к статическому воздействию воды, сопротивление паропрооницанию, условная светостойкость покрытия, группа горючести, атмосферостойкость, прогнозируемый срок службы в различных условиях. В результате испытаний была получена фасадная краска с улучшенными техническими характеристиками, которая может применяться для всех типов зданий и сооружений.

Ключевые слова: фасад, лакокрасочные материалы, пожаробезопасность, силикатная краска, негорючесть, фасадная краска, отделочный материал, краска.

Фасады зданий в наибольшей степени подвержены влиянию неблагоприятных факторов, таких как атмосферные осадки, перепады температур и влажности, ультрафиолетовое облучение, действие термических нагрузок. Из-за этого они разрушаются, теряют свою выразительность и несущую способность. Таким образом при проектировании здания или сооружения следует учитывать, что кроме архитектурной выразительности, они должны соответствовать эксплуатационным характеристиками требованиям нормативно-технической документации, таким как, пожарная безопасность, износостойкость, цветостойкость, прочность фасада.

При возникновении пожара, фасад может способствовать распространению пламени, создавая угрозу жизни и здоровью находящихся в здании людей, чтобы избежать воздействия пожаров или хотя бы снизить их активность в РФ был разработан и введен в действие ГОСТ 30244-94.

При возгорании – неприятных последствий уже не избежать. Можно лишь сделать всё возможное, чтобы свести к минимуму существующие риски. Противопожарная защита имеет множество форм и вариантов решения, одна из возможностей – огнезащитная краска. Эти отделочные материалы отличаются от тех, которые применяются для внутренних работ своей макси-

мальной сопротивляемостью внешнему воздействию окружающей среды. Кроме того, краски для облицовки внешней поверхности стен должны сочетать в себе все качественные показатели и быть долговечными.

Путем сбора статистических данных, было установлено, что не так много российских производителей лакокрасочной продукции производят негорючие ЛКМ. Представленные продукты на рынке, в основном, предназначены для внутренних работ и, выпускаясь в премиум-сегменте, имеют достаточно высокие цены. Поэтому нами было принято решение разработать новую рецептуру негорючей силикатной краски среднего ценового уровня.

Силикатные краски являются весьма долговечным и надежным отделочным материалом. Они изготавливаются на основе полимерных дисперсий и жидкого калиевого стекла. Главной отличительной особенностью силикатных красок от других видов является повышенный показатель влагостойкости, максимальное паро- и воздухопроницание, а за счет высокой щелочности (значение водородного показателя рН допускается от 10 до 11) не допускает появления на фасадной части стены плесени и грибка. Краска обладает хорошей адгезией благодаря окремнению к минеральным подложкам, а также может использоваться для реставрационных работ, т.к. обладает устойчивой пигментацией.

Любые силикатные составы для фасада должны соответствовать определенным требованиям, характеризующим качество материала. Так как мы разрабатываем силикатную негорючую краску, основные технические характеристики должны соответствовать ГОСТ 18958-73, ГОСТ 30244-94, а также техническим параметрам по DINEN 1062:

Сухая пигментная часть красок должна удовлетворять требованиям [1], [2], [3]:

- Содержание влаги – не более 1,5 %,
- Тонкость помола, по ГОСТ 3584-73, остаток на сетке после мокрого просеивания – не более 3,0 % [4].

Жидкое калийное стекло должно удовлетворять требованиям:

- Внешний вид – жидкость желтоватого или зеленоватого оттенка

- Содержание оксида калия – от 10,2 до 12,5 %
- Содержание двуоксида кремния – от 20,0 до 26,0 %

Краска, готовая к применению, должна удовлетворять требованиям:

- Цвет – должен соответствовать утвержденному эталону в пределах вилки цветов
- Укрывистость – не более 650,0 г/м²
- Период силикатизации – не более 8,0 ч.
- Вязкость по воронке ВЗ-4 – 14–16 с.

Помимо данных показателей готовый продукт должен характеризоваться как: для наружных работ, термостойкий лакокрасочный материал, влагостойкий, огнезащитный.

Согласно заданным параметрам, разрабатываемая краска должна соответствовать группе горючести НГ (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики группы горючести НГ строительный материалов [1]

Группа горючести материалов	Параметры горючести		
	Прирост температуры в печи не более, °С	Потеря массы образца не более, %	Продолжительность устойчивого пламенного горения не более, с
НГ	50	50	10

Благодаря соответствию данным стандартам, разрабатываемая краска обеспечит не только прочность, долговечность покрытия, но и сохранение микроклимата внутри помещения.

Проведя все необходимые исследования и сделав порядка 30 пробных замесов в лабораторных условиях нами была разработана следующая оптимальная рецептура силикатной негорючей краски, компоненты которой сведены в табл. 2.

Таблица 2

Рецептура силикатной негорючей краски

Компоненты	Процентное соотношение, %
Вода	10,00–30,00
Диспергатор	0,20–0,60
Пеногаситель	0,10–0,50
Наполнитель (мрамор молотый)	25,00–40,00
Наполнитель (каолины)	5,00–10,00
Наполнитель (волокнистый)	0,20–0,60
Диоксид титана	4,00–7,00
Жидкое калиевое стекло	30,00–45,00
Растворитель	0,30–0,60
Силиконовая добавка (гидрофобизатор)	0,50–1,00

*Для сохранения уникальности данной рецептуры процентное соотношение указано с некой дельтой, из чего следует множество вариантов возможных исполнений.

Для определения технических показателей существует ряд методов испытаний, с помощью которых определяется соответствие краски заданным требованиям. Большинство тестов производится в лабораторных условиях на специализированном оборудовании.

Отбор проб производился по ГОСТ 9980.2

Для подготовки средней пробы к исследованиям по ГОСТ 28196 п. 4.2 и по ГОСТ 8832 с поверхности материала была удалена пленка, далее испытуемый материал был тщательно перемешан до однородного состояния [5].

Допускается определять цвет и внешний вид пленки на образцах после испытаний по показателю «Укрывистость высушенной плёнки» по ГОСТ 28196 п.4.3. Укрывистость высушенной пленки возможно определить двумя методами, а именно:

1. Метод нанесения материала на лабораторную карту

2. Метод нанесения на стеклянную пластинку по ГОСТ 8784 раздел 1

Для определения укрывистости высушенной пленки в данной работе был использован метод 1. Для этого на лабораторную карту с левой стороны была нанесена, с помощью ракля, исследуемая проба в 1 слой, толщиной 250 мкм, с правой – контрольный образец. После сушки 1 час, в помещении при температуре воздуха $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, было произведено визуальное сравнение исследуемой пробы с контрольным образцом при естественном дневном свете. [6]

Так как силикатные краски относятся к высоковязким продуктам, следовательно, измерить вязкость с помощью вискозиметра ВЗ-246, даже с наибольшим размером сопла, не представляется возможным, поэтому вязкость была измерена с помощью воронки ВЗ – 4 по ГОСТ 8420.

Для определения рН-диапазона использовали рН-метр со стеклянным электродом, погрешность измерения не более 0,1, пластмассовый стаканчик (объемом 240 мл, высотой 8 см, верхним диаметром 6,7 см, нижним диаметром 5,2 см.), дистиллированная вода по ГОСТ 6709. Все испытания проводились в соответствии ГОСТ 52020 п. 9.4. [7]

Так же нами проводились исследования по определению массовой доли нелетучих веществ по ГОСТ 31939.

Для обработки результатов массовую долю нелетучих веществ (X), в процентах, рассчитывали по следующей формуле:

$$X = m_2 / m_1 \cdot 100 \quad (1),$$

где m_1 – масса пробы, взятая для испытания, г; m_2 – масса сухого остатка, г.

За результат анализа приняли среднее арифметическое результатов двух параллельных определений. Окончательный результат округлили до десятых долей [8].

Плотность была определена по ГОСТ Р 53654.1.

Период силикатизации по ГОСТ 18958 п. 4.14.

Степень перетира по ГОСТ Р 52753.

Стойкость к статическому воздействию воды по ГОСТ 9.403. метод А.

Соппротивление паропроницаемости по ГОСТ 25898.

Условную светостойкость покрытия по ГОСТ 21903.

Атмосферостойкость по ГОСТ Р 52020 п.9.7.

Прогнозируемый срок службы по ГОСТ 9.401 приложение 10.

Негорючесть согласно ГОСТ 30244-94.

Контроль концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны определялся по ГОСТ 12.1.014 и ГОСТ 12.1.016.

Лабораторный контроль на соответствие показателей безопасности материалов (миграция химических веществ в атмосферный воздух из высушенных покрытий, обработанных материалами) при изготовлении лабораторных замесов требованиям «Единых санитарно – эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно – эпидемиологическому надзору (контролю)» осуществляла Испытательная лаборатория, аккредитованная в установленном порядке, по методикам, утвержденным МЗ РФ.

Учитывая процентное соотношение сырья, способ применения, при использовании краски вредные вещества в воздух рабочей зоны не выделяются.

При использовании краски она не создает в атмосферном воздухе специфического запаха, превышающего допустимую норму – 2 балла. Краска не содержит сиккативы, в т.ч. свинецсодержащие пигменты и не выделяет в модельные среды (воздух) химические вещества 1 класса опасности, а содержание остальных веществ не превышает ПДК с.с, ОБУВ для атмосферного воздуха в соответствии с требованиями Единых СанЭ и Г требований, утвержденных решением № 299 от 28.05.2010 года. При выделении из формирующегося покрытия, обработанного краской нескольких химических веществ, обладающих суммацией действия, сумма отношений концентраций к их ПДК не превышает 1. Из высушенного покрытия, обработанного краской, химические вещества в атмосферный воздух не выделяются. [9]

Полученная нами негорючая силикатная краска, соответствующая группе А2 по DIN 4102 [10], не является пожаровзрывоопасным материалом. При производстве, испытании и применении краски, нами соблюдались требования пожарной безопасности по Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности № 123-ФЗ и ГОСТ 12.1.004.

Данные испытаний были сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Физико-механические показатели силикатной негорючей краски

Наименование показателей	Значение	Методы испытаний
1. Внешний вид плёнки	После высыхания материалы должны образовывать плёнку с ровной однородной матовой поверхностью	по ГОСТ 29319
2. Цвет плёнки и краски	белый	
3. Укрывистость высушенной плёнки: 3.1 Метод нанесения на лабораторную карту 3.2 Метод нанесения на стеклянную пластинку, г/м ² , не более	Должна находиться в пределах допустимых отклонений, установленных контрольными образцами 200	по ГОСТ 8784
4. Условная вязкость с помощью воронки ВЗ - 4, с, при температуре (20+2) °С, не менее	14	По ГОСТ 8420
5. Плотность, г/см ³ , не менее	1,53	По ГОСТ 28513
6. pH, при температуре (20+2) °С, не менее	10,00	По ГОСТ 52020 п.9.4
7. Массовая доля нелетучих веществ, % не менее	67,50	По ГОСТ 31939
8. Адгезия покрытия, баллы, не более: -к штукатурке	1	По ГОСТ 31149
9. Период силикатизации, ч, не более	8	По ГОСТ 18958 п.4.14
10. Степень перетира, мкм, не более	70	По ГОСТ Р 52753
11. Смываемость пленки, г/м ² , не более	2	По ГОСТ Р 52020 п.9.5
12. Стойкость к статическому воздействию воды при температуре (20+2) °С, ч, не менее	24	По ГОСТ 9.403, метод А
13. Сопротивление паропрооницанию, м ² ·ч·Па/мг	0,14	По ГОСТ 25898
14. Условная светостойкость покрытия, ч, не менее	24	По ГОСТ 21903
15. Группа горючести	НГ	По ГОСТ 30244
15. Атмосферостойкость, срок службы, год, в условиях эксплуатации: У1, ХЛ1 УХЛ1 У2, У3, ХЛ2, УХЛ2, ХЛ3, УХЛ3	Атмосферостойкое 2	По ГОСТ Р 52020 п. 9.7
15. Прогнозируемый срок службы в условиях эксплуатации У1, ХЛ1, УХЛ1, г, не менее	10	По ГОСТ 9.401, приложение 10

В результате проведенной работы нами был получен готовый к применению негорючий, атмосферостойкий, обладающий высокой паропрооницаемостью материал на силикатной основе для покрытий минеральных фасадных подложек и содержащий в качестве связующего вещества жидкое калиевое стекло с органическими стабилизаторами. Данный продукт может использоваться для наружных работ во всех типах зданий и сооружений. Полученная краска образует пожаробезопасное покрытие и носит рекомендательный характер для детских дошкольных и образовательных учреждений, для реставрационных работ, культурно-массовых и жилых типов зданий. Согласно полученным данным испытаний краска полностью соответствует как Российским нормативным документам, а именно ГОСТ 18958-73 и ГОСТ 30244-94, а также техническим параметрам зарубежных стран (DINEN 1062). Несмотря на важность данного продукта, в

ходе работы нам не удалось выявить прямых конкурентов данной краски (представленные на рынке аналоги, а именно негорючие краски, предназначены для внутренних работ, в том числе для окрашивания путей эвакуации) а, следовательно, можно сделать вывод о незанятости данной ниши.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытания на горючесть.
- ГОСТ 18958-73 Краски силикатные.
- DINEN 1062 Краски и лаки. Лакокрасочные материалы и лакокрасочные системы для наружной окраски минеральных поверхностей и бетона. Часть 1. Классификация.
- ГОСТ 6613-86 Сетки проволочные тканые с квадратными ячейками. Технические условия.

5. ГОСТ 9980.2-2014 Материалы лакокрасочные и сырье для них. Отбор проб, контроль и подготовка образцов для испытаний.

6. ГОСТ 8784-75 (СТ СЭВ 5904-75) Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости.

7. ГОСТ Р 52020-2003 Материалы лакокрасочные водно-дисперсионные. Общие технические условия.

8. ГОСТ 31939-2012 (ISO 3251:2008) Материалы лакокрасочные. Определение массовой доли нелетучих веществ

9. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общитребования.

10. DIN 4102 Огнестойкость строительных материалов и конструкций. Часть 1. Строительные материалы, термины и определения, требования и испытания.

Информация об авторах

Соков Виктор Николаевич, доктор технических наук, профессор кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: sersok_07@mail.ru. Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26.

Баженова Софья Ильдаровна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com. Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26.

Петров Максим Андреевич, студент кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: bk_msk@mail.ru. Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26.

Пепеляева Ангелина Юрьевна, студент кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов. E-mail: pepelyaevaanyu@gmail.com. Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское ш., д. 26.

Поступила в декабре 2018 г.

© Соков В.Н., Баженова С.И., Петров М. А., Пепеляева А.Ю., 2018

¹Sokov N., ¹Bazhenova S.I., ^{1,*}Petrov M.A., ¹Pepelyaeva A. Yu.

¹Moscow State University of Civil Engineering
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26

*E-mail: bk_msk@mail.ru

THE NONFLAMMABLE FACADE SILICATE PAINT ON THE BASIS OF THE LIQUID POTASSIUM GLASS: FEATURE OF THE COMPOSITION

Abstract. The silicate paint occupies a special place in facade finish, in particular when using it on mineral substrates, due to its weather resistance, diffusive capacity of carbon dioxide, water vapour and good adhesion. The main objective of this work is the modernization of the facade silicate paint based on liquid potassium glass in order to improve its efficiency, to provide it with the properties of a non-flammable paints.

The article presents new optimal composition that meets the main Russian standards and foreign regulatory and technical documentations. Basic technical specifications of paint and raw materials are analyzed. The attention is also paid to research methodologies. The main physicommechanical properties of the resulting product are determined: conditional viscosity, density, non-volatile matter content, adhesion of coatings, period of silicification, milling degree, membrane washability, resistance of water static effect, water vapor permeability resistance, nominal light-resistance of coating, flammability class, weather resistance, durability in different conditions. In result, the facade paint with better technical characteristics for any constructions is obtained.

Keywords: facade, coating materials, fire safety, silicate paints, incombustibility, facade paint, facing material, paint.

REFERENCE

1. GOST 30244-94 Building materials. Methods for combustibility test.
2. GOST 18958-73 Silicate paints.

3. DINEN 1062 Paints and varnishes - Coating materials and coating systems for exterior masonry and concrete - Part 1: Classification.
4. GOST 6613-86 Square meshed woven wire cloths. Specifications.

5. GOST 9980.2-2014 Paint materials and raw materials for them. Sampling, examination and preparation of test sample.

6. GOST 8784-75 Paint materials. Methods for determination of hiding power.

7. GOSTP 52020-2003 Waterdispensible paint materials. General specifications.

8. GOST 31939-2012 (ISO 3251:2008) Paint materials. Determination of non-volatile-matter mass fraction.

9. GOST 12.1.004-91 Occupational safety standards system. Firesafety. General requirements.

10. DIN 4102 Fire behaviour of building materials and elements. Part 1: Classification of building materials Requirements and testing.

Information about the authors

Sokov, Viktor N. DSc, Professor. E-mail: sersok_07@mail.ru. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26.

Bazhenova, Sofya I. PhD, Assistant professor. E-mail: sofia.bazhenova@gmail.com. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26.

Petrov, Maksim A. Bachelor student. E-mail: bk_msk@mail.ru. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26.

Pepelyaeva, Angelina Yu. Bachelor student. E-mail: pepelyaevaanyu@gmail.com. Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26.

Received in December 2018

Для цитирования:

Соков В.Н., Баженова С.И., Петров М. А., Пепеляева А.Ю. Фасадная негорючая краска на основе калиевого жидкого стекла: особенности состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №1. С. 33–38. DOI: 10.12737/article_5c506204083240.44433541

For citation:

Sokov V.N., Bazhenova S.I., Petrov M.A., Pepelyaeva A.Yu. The nonflammable facade silicate paint on the basis of the liquid potassium glass: feature of the composition. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2019, no. 1, pp. 33–38. DOI: 10.12737/article_5c506204083240.44433541