

DOI: 10.34031/article_5ca1f62fb7b990.06921720

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

РАЗРАБОТКА КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННОЙ КРАСКИ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛАЦЕТАТНОЙ ДИСПЕРСИИ

Аннотация. Интерьерная краска занимает особое место при проведении внутренних отделочных работ, вследствие чего, человек вынужден длительное время контактировать и работать с красящим материалом, а затем и постоянно находиться в помещениях с данным видом покрытия. К сожалению, не все краски способны обеспечить комфортное и безопасное использование ее в закрытом помещении. В данной работе разработан компонентный состав экологически чистой водно-дисперсионной краски на основе поливинилацетатной дисперсии, обеспечивающей защиту человека от канцерогенного, мутагенного и токсического воздействия. Также рассматриваются основные экологические требования, предъявляемые нормами, установлен контроль содержания входящих в состав краски веществ, способных нанести вред человеку. В работе раскрыта роль влияния отдельных компонентов краски на функциональность человека и возможность их замены без понижения качества исследуемого продукта. Определены основные физико-механические свойства материала: условная вязкость, плотность, массовая доля нелетучих веществ, адгезия покрытия, степень перетира, стойкость к статическому воздействию воды, атмосферостойкость и другие. Уделено внимание применяемым методикам исследования. По результатам испытаний была получена водно-дисперсионная краска с высокими техническими характеристиками, которая может применяться для всех типов зданий и сооружений, а также носить рекомендательный характер для детских, лечебных и профилактических учреждений.

Ключевые слова: краска, интерьерная, безопасность, экологичность, отделочный материал, поливинилацетатная дисперсия.

В эру экологических катастроф, эпидемий, развитий хронических заболеваний, следует особое внимание уделять безопасности жизнедеятельности человека, в частности оградить его от различных выделений вредных веществ. Повышение эффективности строительных материалов, то есть улучшение существующих или придание им новых свойств – это одна из актуальных задач современного развивающегося производства.

Основной задачей данной работы является разработка компонентного состава стойкой к мокрому истиранию, экологически чистой интерьерной водно-дисперсионной краски на основе поливинилацетатной дисперсии.

Под термином «экологически чистая краска» подразумевается:

- применение экологически совместимых материалов и компонентов;
- при производстве не нанесен вред окружающей среде;
- производимый отделочный материал должен быть нетоксичным, биоразлагаемым, экономически целесообразным и энергосберегающим.

Разрабатываемый отделочный материал должен обладать хорошими физико-механическими свойствами, а показатели, описывающие выделение вредных веществ с готового покрытия

и на всех этапах производства, должны соответствовать существующим нормам как российских, так и зарубежных стандартов, а для безукоризненного эффекта экологически чистой краски зачастую быть ниже в десятки и сотни раз [1].

Действующим документом, регламентирующим единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору на территории РФ является Решение Таможенного Союза №299 от 28 мая 2010 г. (далее по тексту РТС №299) будут являться:

- кожно-резорбтивное действие в рекомендуемом режиме применения (отсутствие клинических признаков интоксикации во время экспозиции);
- раздражающее действие на кожные покровы в рекомендуемом режиме применения (0–4 балла);
- сенсibilизирующее действие (допускается наличие аллергенного эффекта, при условии внесения в маркировку средств соответствующих предупреждающих надписей и использования СИЗ);
- содержание формальдегида (не более 0,01 мг/м³); далее по тексту отформатировать;
- содержание стирола (не более 0,002 мг/м³),

- содержание дибутилфталата (не более 0,10 мг/м³);
- содержание ксилола (не более 0,1 мг/м³);
- запах (не более 2 баллов).

Благодаря соответствию заявленным контрольным параметрам, проектируемая краска будет носить рекомендательный характер для внутренних работ в детских, лечебных и профилактических учреждениях [2].

В процессе проведения исследовательской работы, для выявления оптимальной рецептуры были проведены пробные замесы. Получившиеся образцы были испытаны согласно заданным параметрам качества [2]. По результатам выявлены закономерности:

Первое: стиролакриловую дисперсию (по некоторым данным ее содержание в красках с аналогичными физико-механическими свойствами доходит до 55 %) заменить на поливинилацетатную дисперсию.

Исходя из паспортов безопасности следует, что в стироакриловой дисперсии содержатся вредные вещества, такие как полимеры проп-2-еновой и 2-метилпроп-2-еновой кислот и их производных, проп-2-енонитрил+, стирол. Все перечисленные вещества относятся к разным классам опасности и оказывают раздражающее действие, могут вызвать аллергическую реакцию. Стирол, в частности, обладает мутагенным и канцерогенным эффектом и имеет очень неприятный запах (порог ощущения запаха – 0,07 мг/м³). При хронической интоксикации у рабочих бывают поражены центральная и периферическая нервная система, система кроветворения, пищеварительный тракт, нарушается азотисто-белковый, холестериновый и липидный обмен.

Второе: формальдегид содержащие консерванты заменить на безформальдегидные: микробицид на основе изотиазолонов. Известно, что формальдегид является ядом с общим токсическим действием на организм (поражает жизненно важные системы внутренних органов человека, органы зрения, является сильным аллергеном, обладает канцерогенным, тератогенным (воздействие на плод), эмбриотоксическим действием). При воздействии формальдегида на клеточном уровне вызывается дефицит молекул АТФ, вследствие чего происходит разрушение нервной ткани и зрительных анализаторов. Заменяв его на микробицид на основе изотиазолонов, были получены такие положительные качества, как отсутствие ярко выраженного запаха, быстрое высыхание покрытия, пожаробезопасность состава.

К сожалению, абсолютное отсутствие вредных веществ в данном компоненте краски избежать не удастся, но их количественное значение

в продукте, без потери физико-механических свойств, не сопоставимо с формальдегидом.

Третье: при подборе рецептуры было принято решение полностью отказаться от использования коалесцентов, главными задачами которых являются объединение частиц дисперсии в однородный слой полимерной пленки, после испарения воды с поверхности покрытия, и общее облегчение процесса коалесценции, путем понижения минимальной температуры пленкообразования. В результате многочисленных опытов была разработана интерьерная краска, стойкая к мытью, а большой процент расхода поливинилацетатной дисперсии на единицу продукта позволил произвести краску без добавления коалесцента, с неизменными физико-механическими свойствами.

Учитывая ранее описанные особенности состава, в ходе испытаний была выявлена следующая оптимальная рецептура водно-дисперсионной интерьерной краски на поливинилацетатной дисперсии, компоненты данной разработки сведены в таблицу 1.

Для определения технических показателей существует ряд методов испытаний, с помощью которых определяется соответствие краски заданным требованиям [1].

Отбор проб производился по ГОСТ 9980.2 [3].

Для подготовки средней пробы к исследованию по ГОСТ 28196 п. 4.2 [4] с поверхности материала была удалена пленка, далее испытуемый материал был тщательно перемешан до однородного состояния.

Допускается определять цвет и внешний вид пленки на образцах после испытаний по показателю «Укрывистость высушенной плёнки» по ГОСТ 28196 п.4.3 [4].

Укрывистость высушенной пленки возможно определить двумя методами, а именно:

1. Нанесение материала на лабораторную карту.
2. Нанесение на стеклянную пластинку по ГОСТ 8784 раздел 1 [5].

В данной работе для выявления этой характеристики использовали метод №1: на лабораторную карту с левой стороны с помощью ракля в 1 слой была нанесена исследуемая проба, толщиной 250 мкм; с правой – контрольный образец. После сушки, в течение одного часа проводилось визуальное сравнение исследуемой пробы с контрольным образцом при естественном дневном свете в помещении при температуре воздуха (20±2) °С.

Динамическая вязкость полученной поливинилацетатной краски была измерена с помощью ротационного вискозиметра Нааке VT 24.

Ход испытания: пробу материала тщательно перемешивали до однородной массы, избегая образования в ней пузырьков воздуха. Испытания были проведены при температуре воздуха $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Штифт вращающегося тела погружали в пластмассовый стаканчик, с исследуемой пробой, до метки, далее запускали двигатель. Через

одну минуту снимались показания измеряемой величины, со шкалы вискозиметра Хаакке. После окончания измерения штифт вращающегося тела осторожно промывался водой, чтобы предотвратить его повреждение. Каждое испытание проводилось два раза, а результат испытания был принят как среднее арифметическое число.

Таблица 1

Рецептура водно-дисперсионной краски

Компоненты	Процентное соотношение, %
Вода	16,00–22,00
Консервант	0,10–0,30
Пенегаситель	0,10–0,50
Наполнитель	20,00–30,00
Дисперсия ПВА	30,00–35,00
Белый пигмент	13,00–18,00
Силиконовая добавка	0,50–1,50
Модифицирующие добавки	0,50–1,00

Примечание: для сохранения уникальности данной рецептуры процентное соотношение компонентов в таблице приведено с заведомой погрешностью.

Для определения pH-диапазона использовали pH-метр со стеклянным электродом, погрешность измерения не более 0,1, пластмассовый стаканчик (объемом 240 мл, высотой 8,0 см, верхним диаметром 6,7 см, нижним диаметром 5,2 см.), дистиллированная вода по ГОСТ 6709 [14]. Все испытания проводились в соответствии ГОСТ 52020 п. 9.4 [1].

Так же были проведены исследования по определению массовой доли нелетучих веществ по ГОСТ 31939 [6].

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

$$X = \frac{m_2}{m_1} \cdot 100 \quad (1),$$

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.

Плотность определена по ГОСТ Р 53654.1 [7], адгезию покрытия испытывали согласно ГОСТ 31149 [8], степень перетира по ГОСТ 31973-2013 [9], стойкость к статическому воздействию воды по ГОСТ 9.403. метод А [10], сопротивление паропроницаемости по ГОСТ 25898 [11], условную светостойкость покрытия по ГОСТ 21903 [12], атмосферостойкость по ГОСТ Р 52020 п. 9.7 [1]. Контроль концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны определялся по ГОСТ 12.1.014 [13].

Данные испытаний были сведены в табл. 2.

Согласно результатам испытаний, типовые образцы указанной продукции были подвергнуты испытаниям на соответствие Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, утвержденным решением ТС № 299.

По результатам проведенных испытаний продукции отклонений от Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований [2] не установлено.

В результате исследований была получена рецептура покрытия, которое:

1. Не содержит токсинов.
2. Не имеет ярко выраженного запаха.
3. Быстро сохнет.
4. Пожаробезопасное.
5. Высокая адгезия и хорошая стойкость к щелочи.
6. Стойкость к мокрому истиранию.
7. Шелковисто-матовая

Учитывая процентное соотношение сырья, способ применения, при использовании краски вредные вещества в воздух рабочей зоны не выделяются. В процессе производства лакокрасочного покрытия краска не создает в атмосферном воздухе специфического запаха, превышающего допустимую норму. Из готового к эксплуатации покрытия химические вещества в атмосферный воздух также не выделяются. В результате проведенной работы нами был получен готовый к применению стойкой к мокрому истиранию, эколого-

гически чистый материал на основе поливинилацетатной дисперсии, обеспечивающей защиту человека от канцерогенного, мутагенного и токсического воздействия.

Данная водно-дисперсионная краска на основе поливинилацетатной дисперсии может использоваться для внутренних работ во всех типах

зданий и сооружений, не нарушая экологическую составляющую обрабатываемой поверхности. Полученная краска образует стойкое покрытие и носит рекомендательный характер для детских дошкольных и образовательных учреждений, для реставрационных работ, культурно-массовых и жилых типов зданий.

Таблица 2

Физико-механические показатели водно-дисперсионной краски

Наименование показателей	Значение	Методы испытаний
1. Внешний вид плёнки	После высыхания композиция должна образовывать плёнку с ровной однородной матовой поверхностью	По ГОСТ 29319
2. Цвет плёнки и краски	Должен находиться в пределах допустимых отклонений, установленных контрольными образцами 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 допускаемых отклонений, установленных контрольными образцами 200,00	По ГОСТ 8784
4. Динамическая вязкость по вискозиметру Хааке, мПа·с, при температуре (20±2) °С, не менее	325,00	Inhous*
5. Плотность, г/см ³ , не менее	1,45	По ГОСТ 31992.1
6. pH, при температуре (20±2) °С, не менее	8,00	По ГОСТ 52020 п.9.4
7. Массовая доля нелетучих веществ, % не менее	60,00	По ГОСТ 31939
8. Адгезия покрытия, баллы, не более: -к штукатурке	1	По ГОСТ 31149
9. Адгезия покрытия, Мпа, не менее -к бетону	0,8	По ГОСТ 28574
10. Условная светостойкость покрытия, ч, не менее	24	По ГОСТ 21903
11. Время высыхания до степени три при температуре (20±2) °С, ч, не более	1	По ГОСТ 19007
12. Степень перетира, мкм, не более	70	По ГОСТ Р 52753
13. Смыываемость пленки, г/м ² , не более	3,5	По ГОСТ Р 52020 п.9.5
14. Стойкость к статическому воздействию воды при температуре (20±2) °С, ч, не менее	12	По ГОСТ 9.403, метод А
15. Атмосферостойкость, срок службы, год, в условиях эксплуатации: У1, ХЛ1, УХЛ1 У2, У3, ХЛ2, УХЛ2, ХЛ3, УХЛ3	Ограниченно атмосферостойкое 2	По ГОСТ Р 52020 п. 9.7

*Inhous – стандарт, введенный внутри организации и не выходящий за ее рамки

Таблица 3

**Результаты испытаний на соответствие санитарно-эпидемиологическим
и гигиеническим требованиям**

№	Определяемые показатели	Ед. измерения	Значение и допуск показателя «не более»	НД на метод испытания	Результаты испытаний
1	Кожно-резорбтивное действие в рекомендуемом режиме применения		Отсутствие клинических признаков интоксикации во время экспозиции	МУ 2196-80	Резорбтивное действие не выявлено
2	Раздражающее действие на кожные покровы в рекомендуемом режиме применения	балл	0–4	МУ 2196-80	2
3	Сенсибилизирующее действие		Допускается наличие аллергенного эффекта, при условии внесения в маркировку средств соответствующих предупреждающих надписей и использования СИЗ	МУ 1.1.568-96	Сенсибилизирующее действие выявлено
4	Формальдегид	мг/м ³	0,01	РД 52.04.186-89	<0,01
5	Стирол	мг/м ³	0,002	МУК 4.1.3171-14	<0,001
6	Дибутилфталат	мг/м ³	0,10	ГОСТ ИСО 16017-2007	<0,05
7	Ксилол	мг/м ³	0,1	МР 01.023-07	<0,1
8	Запах	мг/м ³	2	МУ 2.1.2.1829-04	1

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утв. решением Комиссии таможенного союза № 299 от 28.05.2010 (глава 2, раздел 5)

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

4. ГОСТ 28196-89 Краски водно-дисперсионные. Технические условия

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

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

7. ГОСТ Р 53654.1-2009 (ИСО 2811-1:1997) Материалы лакокрасочные. Метод определения плотности. Часть 1. Пикнометрический метод

8. ГОСТ 31149-2014 (ISO 2409:2013) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза

9. ГОСТ 31973-2013 (ISO 1524:2000, MOD) Материалы лакокрасочные. Метод определения степени перетира

10. ГОСТ 9.403-80 (СТ СЭВ 5260-85) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей

11. ГОСТ 25898-2012 Материалы и изделия строительные. Методы определения паропроницаемости и сопротивления паропроницанию

12. ГОСТ 21903-76 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной светостойкости

13. ГОСТ 12.1.014-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Воздух рабочей зоны. Метод измерения концентраций вредных веществ индикаторными трубками

14. ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2)

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. Национальный исследовательский 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. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26.

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

Поступила в декабре 2018 г.

© Соков В.Н., Баженова С.И., Петров М. А., Пепеляева А.Ю., 2019

¹Sokov V.N., ¹Bazhenova S.I., ^{1,}Petrov M.A., ¹Pepelyaeva A.Yu.
¹Moscow State University of Civil Engineering (National Research University)
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26
E-mail: bk_msk@mail.ru

DEVELOPMENT OF ECO-FRIENDLY WATER-DISPERSION PAINT BASED ON POLYVINYL ACETATE DISPERSION

Abstract. Interior paint is important for interior decorating; this is followed by a long time working with the coloring material and a constant stay in rooms with the paint. Unfortunately, not all paints provide comfortable and safe use. This article presents the development of eco-friendly water-dispersion paint based on polyvinyl acetate dispersion. This paint provides protection from carcinogenic, mutagenic and toxic effects. The main environmental requirements set by the standards are considered; the content of substances in the paint that harms people is monitored. The influence of some paint components on person's functionality and the possibility of their replacing without quality reduction is disclosed in the paper. The main physical and mechanical properties such as conditional viscosity, density, mass fraction of nonvolatile substances, coating adhesion, milling degree, resistance to static action of water and weather resistance are determined. Attention is paid to the applied research methods. As a result of testing, a water-dispersion paint with high technical characteristics is obtained. It can be used in all types of buildings and structures and be recommended for children's, medical and preventive institutions.

Keywords: paint, interior paint, safety, eco-friendly, facing material, polyvinyl acetate dispersion.

REFERENCES

1. GOST R 52020-2003 Waterdispersible paint materials. General specifications.
2. Uniform sanitary-epidemiological and hygienic requirements for goods subject to sanitary and epidemiological supervision (control), approved. Decisions of the Commission of the Customs Union No. 299 of May 28, 2010 (Chapter 2, Section 5).
3. GOST 9980.2-2014 Paint materials and raw materials for them. Sampling, examination and preparation of test samples.
4. GOST 28196-89 Water-dispersion paints. Specifications.
5. GOST 8784-75 Paint materials. Methods for determination of hiding power.
6. GOST 31939-2012 (ISO 3251:2008) Paint materials. Determination of non-volatile-matter mass fraction.
7. GOST R 53654.1-2009 Paint materials. Method for determination of density. Part 1. Pycnometer method.
8. GOST 31149-2014 (ISO 2409:2013) Paint materials. Determination of adhesive by cross-cut method.
9. GOST 31973-2013 (ISO 1524:2000, MOD) Paint materials. Method for determination of fineness of grind.
10. GOST 9.403-80 Unified system of corrosion and ageing protection. Paint coatings. Test methods for resistance to liquid static effect.

11. GOST 25898-2012 Building materials and products. Methods for determination of water vapour permeability and steam-tightness.

12. GOST 21903-76 Paint materials. Methods of relative light-fastness determination.

13. GOST 12.1.014-84 Occupational safety standards system. Air in the zone of operation. Method of measuring unhealthy matters concentration using indicator tubes.

14. GOST 6709-72 Distilled water. Specifications.

Information about the authors

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

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

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

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

Received in Desember 2018

Для цитирования:

Соков В.Н., Баженова С.И., Петров М.А., Пепеляева А.Ю. Разработка компонентного состава экологически чистой водно-дисперсионной краски на основе поливинилацетатной дисперсии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 3. С. 15–21. DOI: 10.34031/article_5ca1f62fb7b990.06921720

For citation:

Sokov V.N., Bazhenova S.I., Petrov M.A., Pepelyaeva A.Yu. Development of eco-friendly water-dispersion paint based on polyvinil acetate dispersion. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2019, no. 3, pp. 15–21. DOI: 10.34031/article_5ca1f62fb7b990.06921720