

незамещенного при  $\delta_{\text{СН}_4} = 4,12$  м.д, которые не зависимо от природы заместителей в ЦРД кольце практически не изменяются.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сыркин, В. Г. Карбинолы металлов / В. Г. Сыркин. – М. : Химия, 1992. – 238 с.
2. Химия и химическая технология / Г. З. Сулейман [и др.] // Изв. вузов РФ. – Иваново, 2005. – Т. 48, Вып. 12. – С. 73–76.
3. Электрофильное замещение в ряду ферроцена / А. Н. Несмеянов [и др.] // Изв. АН СССР. Сер. хим. – 1976. – № 9. – С. 178.
4. Гинзбург, А. Г. Химия  $\pi$ -циклопентадленильных комплексов / А. Г. Гинзбург // Итоги науки и техники ВИНТИ. Сер. «Координац. химия. Металлоорган. химия». – 1990. – Т. 2. – С. 1–160.

УДК 667.636.25

**Э.А. ТУР**

Беларусь, Брест, БрГТУ

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ПЛЕНКООБРАЗОВАТЕЛЯ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАСАДНОЙ КРАСКИ**

Для фасадов городских зданий традиционно применяется облицовка различными искусственными каменными материалами: штукатурками различного состава, декоративными штукатурками, в том числе с крошкой натурального камня, цементными и керамическими плитками, облицовочным кирпичом. Поверхности, оштукатуренные известково-цементно-песчаными составами, окрашивают различными красками, как неорганическими, так и на основе полимерных пленкообразователей различной природы.

Водяные пары и вода в виде атмосферных осадков являются основными факторами, приводящими к разрушению покрытий. Жидкая капельная влага поступает внутрь конструкции в основном при выпадении атмосферных осадков, а также через цоколь и кровлю здания при недостаточной гидроизоляции и нарушении действующей системы водостоков.

Водяной пар в помещениях имеет биогенное происхождение либо образуется при работе бытового и промышленного оборудования; он проникает внутрь стен, где может конденсироваться в холодное время года.

Повышенная влажность стен увеличивает потери тепла зимой, способствует росту грибов и плесени.

Циклическое замерзание воды в капиллярах искусственного каменного материала приводит к снижению прочности и образованию трещин. Уровень влажности необходимо учитывать при определении сроков проведения окраски фасадов как в новом строительстве, так и при капитальном ремонте зданий и сооружений, когда производится замена кровли, штукатурки и восстановление утрат каменной кладки.

Как следствие, одним из основных требований к покрытиям является достаточная проницаемость для паров воды. Вместе с тем фасадное покрытие должно предотвращать попадание влаги внутрь при атмосферных осадках, т.е. обладать гидрофобными свойствами [1].

Солнечное излучение вызывает фотохимическое старение лакокрасочного покрытия (ЛКП), проявляющееся в изменении его цвета и мелении. Нагрев фасада здания за счет солнечного излучения интенсифицирует испарение воды из конструкции, значительно увеличивая нагрузку на ЛКП.

В настоящее время при разработке рецептур высококачественных фасадных красок применяют наиболее светостойкие, в основном природные и синтетические неорганические пигменты.

Пыль, грязь, жировые загрязнения, кислотные дожди разрушают подложку и создают условия для развития микроорганизмов в трещинах и на поверхности фасадов, что приводит к биоповреждению конструкции. Качественная фасадная краска должна содержать сбалансированный комплекс биоцидов, обеспечивающий длительную стойкость ЛКП. Использование современных пленкообразующих веществ препятствует размягчению покрытия при повышении температуры, снижая удержание загрязнений на поверхности фасадов.

Немаловажно, чтобы фасадная краска образовывала ЛКП с достаточной твердостью и стойкостью к истиранию, т.к. эти показатели указывают на способность покрытия противостоять ветровой эрозии.

Традиционные водно-дисперсионные краски для наружных работ отличаются друг от друга содержанием пленкообразователя и объемной концентрацией пигмента (ОКП). Композиции с низким ОКП и высоким содержанием пленкообразователя обладают хорошей водостойкостью, но низкой паропроницаемостью, т.к. сформированное покрытие является недостаточно пористым. Составы с высоким ОКП и низким содержанием пленкообразователя имеют достаточную паропроницаемость, но водопоглощение ЛКП на их основе слишком высокое [2].

Автором была разработана рецептура водно-дисперсионной краски на основе комбинированного пленкообразователя: 50 %-ной стиролакриловой дисперсии анионного типа, полученной методом эмульсионной со-

полимеризации стирола и метилметакрилата, и силиконовой эмульсии. В качестве наполнителей были выбраны природный карбонат кальция (мраморный порошок) различного фракционного состава и микротальк для повышения укрывистости ЛКП, в качестве пигмента – диоксид титана рутильной формы, полученный хлоридным методом. Диоксид титана этой марки отличается повышенной белизной благодаря поверхностной обработке оксидами алюминия и кремния, а также высокой устойчивостью к фотоокислительной деструкции.

В рецептуру был включен комплекс функциональных добавок: диспергатор, агент реологии, коалесцент, тарный консервант, альгицид, обеспечивающий биозащиту ЛКП, пеногаситель и деаэратор (для удаления пены в массе краски). рН композиции регулировали аммиаком водным техническим 25 %-ной концентрации. Для получения покрытия с эффектом скатывания капель (эффект «лотоса») в композицию была включена гидрофобизирующая добавка. ОКП разработанного состава равно 75 %. Рецептура разработанной водно-дисперсионной фасадной краски приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептура водно-дисперсионной фасадной краски

Наименование компонента	Содержание, масс. %
Вода	23,0
Полифосфат натрия (умягчитель воды)	0,2
Гидроксиметилцеллюлоза (агент реологии, загуститель)	0,3
Диспергатор	0,4
Пеногаситель на основе силикона	0,2
Коалесцент (бутилдигликольацетат)	0,7
<i>Тарный консервант</i>	<i>0,2</i>
Альгицид (биозащита пленки)	0,2
Регулятор рН (аммиак водный технический)	0,05
Деаэратор	0,3
Гидрофобизатор	1,30
Силиконовая эмульсия	7,0
Стиролакриловая дисперсия	12,0
Полиуретановый загуститель	0,15
Диоксид титана	12,0
Микротальк (Ø ср. = 2 мкм)	6,0
Микромраморный порошок (Ø ср. = 5 мкм)	20,0
Микромраморный порошок (Ø ср. = 1,8–1,5 мкм)	16,0
Σ	100

Испытания краски и отвержденного ЛКП проводили по известным методикам [3].

Степень перетира определяли по прибору «Клин». Твердость пленки испытывали прибором У-1, адгезию к бетонному основанию – методом отрыва.

Дополнительно определяли водопоглощение лакокрасочных покрытий, нанесенных на инертные стеклянные подложки. Толщина наносимого «мокрого» слоя составила 150–200 мкм. Пластинки с высохшим покрытием после выдержки в стандартных условиях в течение 72 ч помещали в эксикатор с дистиллированной водой и испытывали при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 24 ч. Пластинки были полностью погружены в воду, поверхности образцов не касались друг друга и стенок эксикатора. После извлечения из воды пластинки осушали фильтровальной бумагой и взвешивали с точностью до 0,001 г. Водопоглощение (W) в процентах рассчитывали по формуле:

$$W = (m_2 - m_1) \cdot 100 / (m_1 - m_0),$$

где  $m_0$  – масса чистой пластинки, г;

$m_1$  – масса пластинки с краской до испытания, г;

$m_2$  – масса пластинки с краской после испытания, г.

За результат принимали среднее арифметическое пяти параллельных измерений, округленных до 0,1 г. Допускаемое расхождение между измерениями не превышало 10 % относительно среднего результата.

Паропроницаемость оценивали методом, основанным на определении количества водяных паров, прошедших в течении суток через 1 см<sup>2</sup> поверхности свободной пленки при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ .

Условную светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) определяли после 168 ч облучения образцов с покрытиями ртутно-кварцевой лампой. За окончательный результат применяли усредненный показатель по 5 образцам.

Для определения стойкости покрытия к статическому воздействию воды, адгезии и морозостойкости водно-дисперсионную краску наносили в 2 слоя на цементно-песчаные образцы. Толщина высохшего ЛКП составляла 70–80 мкм.

Ускоренные климатические испытания проводили по методу, имитирующему воздействие на ЛКП совокупности климатических факторов умеренного климата (переменное циклическое действие УФ-излучения, орошение водой, замораживание-оттаивание). Исследуемые покрытия наносили на цементно-песчаные подложки в два слоя, предварительно загрунтавав поверхность акриловой дисперсией, разбавленной питьевой водой в соотношении 1:6. Толщина высохшего ЛКП составляла 70–80 мкм.

Результаты испытаний ЛКП приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний ЛКМ

Наименование показателя	Фактическое значение показателя
1	2
Внешний вид пленки	Ровная и однородная матовая поверхность
Массовая доля нелетучих веществ, %	62,1
Укрывистость высушенной пленки, г/м <sup>2</sup>	170
pH	9,0
1	2
Время высыхания до степени 3 при температуре (20 ± 2)°С, мин	40
Степень перетира, мкм	40
Стойкость покрытия к статическому воздействию воды, ч	более 72
Условная светостойкость (изменение коэффициента диффузного отражения) после 168 ч облучения, %	1,1
Смываемость пленки (устойчивость к мокрому истиранию), г/м <sup>2</sup>	0,96
Морозостойкость покрытия, циклы	Более 50
Адгезия покрытия к основанию (бетон), МПа	2,4
Стойкость покрытия к воздействию климатических факторов, циклы	100
Твердость пленки по прибору У-1, усл.ед	0,21
Коэффициент паропроницаемости, мг/м·ч·Па	0,01 (норма не менее 0,005)
Водопоглощение через 24 ч, %	0,25

Испытания показали, что разработанная экологичная фасадная краска на основе комбинированного пленкообразователя имеет высокую паропроницаемость и низкое водопоглощение, что свидетельствует о формировании «дышащего» ЛКП с высокой гидрофобностью. Сочетание таких характеристик и обуславливает высокую атмосферостойкость покрытия – 100 циклов, что составляет 10 условных лет эксплуатации в умеренном климате, причем адгезия после испытаний  $A_{100} = 0,9A_0$ . Высокую укрывистость краски обеспечивает сочетание наполнителей (молотый мрамор и микротальк) и пигмента с различной формой частиц. Благодаря применению комбинированного пленкообразователя достигается также и высокая светостойкость ЛКП.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке ; пер. с англ. под ред. Л. Н. Машляковского. – М. : Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
2. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг ; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб. : Профессия, 2007. – 528 с.
3. Карякина, М. И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М. И. Карякина. – М. : Химия, 1988. – 272 с.

УДК 691.51

**Э.А. ТУР**

Беларусь, Брест, БрГТУ

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ,  
ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ ПОСТРОЙКЕ ТЕАТРАЛЬНО-  
МАНЕЖНОГО КОРПУСА ДВОРЦОВОГО КОМПЛЕКСА  
САПЕГОВ В РУЖАНАХ**

Научный подход к вопросам реставрации памятников культуры позволяет сохранить историко-культурное наследие Республики Беларусь. Дворцовый комплекс в Ружанах был возведен в начале XVII в. Во время Северной войны (1700–1721 гг.) каменный дворец был практически разрушен. Годы его второго рождения стали 1784–1788 гг. Архитектор Ян Самуэль Беккер по поручению Александра Михала Сапеги создал новый комплекс в стиле классицизма с элементами барокко. К главному фасаду был пристроен накладной портик с двойными колоннами и пилястрами. Появились монограмма владельца с буквами «AS» и лепное украшение в виде выгнутого картуша с букетом цветов. Дворец арками соединялся с боковыми, симметрично расположенными официнами. Правую официну занимал театр. В замкнутом пространстве двора центральное место занимал главный корпус. На главной оси располагалась въездная брама с двумя двухэтажными жилыми боковыми флигелями. Ворота имели вид триумфальной арки. Нижняя их часть была рустована, а верхняя украшена картушами и гирляндами (рисунок 1).

В конце XIX – начале XX вв. Ружанский дворец использовался как ткацкая фабрика, а в 1914 г. в результате пожара был сильно разрушен, затем частично реставрировался в 1930 г. Наибольший урон дворцовому