

3. Яковлев, А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий / А.Д. Яковлев. – Л.: Химия, 1981. – 352 с.
4. Зотова, Н.С. Применение акриловых смол при производстве лакокрасочных материалов / Н.С. Зотова // Лакокрасочная промышленность. – 2008. – №9. – С. 20-21.
5. Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства: ТКП 45-5.09-33-2006.

УДК 667.637.222:625.75

*Воробей А.П., Матченя А.В.*

*Научный руководитель: доцент Тур Э.А.*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АНТИКОРРОЗИОННЫХ АКРИЛОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Защита металла от коррозии заключается в создании на поверхности металлического изделия сплошной пленки, которая препятствует агрессивному воздействию окружающей среды и предохраняет металл от разрушения. Краски должны обладать низкой газо- и паропроницаемостью, водонепроницаемостью. Покрытие поверхности металла лакокрасочным слоем не исключает коррозию, а служит для нее лишь преградой, а значит, лишь тормозит процесс коррозии. Именно поэтому важное значение имеет качество покрытия – толщина слоя, пористость, равномерность, проницаемость, способность набухать в воде, прочность сцепления (адгезия). Качество покрытия зависит от тщательности подготовки поверхности и способа нанесения защитного слоя. Окалина и ржавчина должны быть удалены с поверхности покрываемого металла. В противном случае они будут препятствовать хорошей адгезии покрытия с поверхностью металла [1].

Низкое качество покрытия нередко связано с повышенной пористостью. Часто она возникает в процессе формирования защитного слоя в результате испарения растворителя и удаления продуктов отверждения и деструкции (при старении пленки). Поэтому обычно наносят не один толстый слой, а несколько тонких слоев покрытия. Во многих случаях увеличение толщины покрытия приводит к ослаблению адгезии защитного слоя с металлом. Большой вред наносят воздушные полости, пузыри. Они образуются при низком качестве выполнения операции нанесения покрытия [2].

Исследования спроектированных антикоррозионных красок и грунтовок для стальных конструкций проводили стандартными методами [3].

Все физико-механические показатели (за исключением укрывистости) определяли для неразбавленной краски и грунтовки. Для определения укрывистости краску разводили комплекующим растворителем (толуолом) до условной вязкости 40-45 с по ВЗ-246 с соплом Ø 4 мм. Перед испытанием краску и грунтовку размешивали и определяли условную вязкость, массовую долю нелетучих веществ, плотность и степень перетира. Для определения остальных показателей краску и грунтовку наносили кистью или аппликатором на подготовленные пластинки.

Пластинки – подложки для нанесения краски и грунтовки подготавливали согласно [3]. Цвет покрытия, внешний вид покрытия, время высыхания, массовую долю нелетучих веществ, укрывистость, коэффициент диффузного отражения, блеск и твердость определяли на стекле для фотографических пластинок размером  $(90 \times 120 \times 2) \pm 1$  мм.

Стойкость к статическому воздействию воды, 3%-ного водного раствора хлорида натрия, бензина и индустриального масла, устойчивость покрытия к воздействию переменных температур определяли на пластинках из листовой холоднокатанной стали марки 08 кп размером  $(150 \times 150 \times 2) \pm 1$  мм. Прочность покрытия при ударе и адгезию к стали определяли на пластинках из листовой холоднокатанной стали марки 08 кп размером  $(90 \times 120) \pm 1$  мм, толщиной 0,8-1,0 мм.

Эластичность определяли на пластинках прямоугольной формы из алюминиевых листов и алюминиевых лент длиной 100-150 мм, шириной 20-50 мм, толщиной 0,25-0,32 мм.

Условную светостойкость покрытия определяли на чертёжной бумаге размером 100x200 мм.

Сопrotивление паропроницанию определяли на образцах-подложках из цементобетона диаметром  $(100\pm 1)$  мм или имеющих форму квадрата со стороной  $(100\pm 1)$  мм, толщиной  $(10\pm 1)$  мм.

Для определения цвета, внешнего вида, блеска, коэффициента диффузного отражения, адгезии, твёрдости краску и грунтовку наносили аппликатором в один слой на одну сторону пластинки. Для определения эластичности краску наносили кистью или аппликатором на одну сторону пластинки. Толщина сухого слоя составляла 60-80 мкм. Для определения времени высыхания краску и грунтовку наносили в один слой на одну сторону пластинки. Толщина сухого слоя составляла 60-80 мкм.

Для определения стойкости к статическому воздействию воды, 3%-ного водного раствора хлорида натрия, бензина и индустриального масла систему «грунт-краска» (грунтовку в один слой, краску в один слой) наносили на обе стороны пластинки, а также на боковые грани. Толщина сухого слоя грунтовки составляла 60-90 мкм. Толщина высохшего покрытия системы «грунт-краска» составляла 130-190 мкм. Для определения устойчивости покрытия к воздействию переменных температур систему «грунт-краска» (грунтовку в один слой, краску в один слой) наносили на обе стороны пластинки, а также на боковые грани. Толщина высохшего покрытия системы «грунт-краска» составляла 130-190 мкм.

Для определения условной светостойкости краску наносили в два слоя, общей толщиной сухого слоя 160-180 мкм.

Для определения прочности покрытия при ударе систему «грунт-краска» (грунтовку в один слой, краску в один слой) наносили на одну сторону пластинки. Толщина высохшего покрытия системы «грунт-краска» составляла 160-180 мкм.

Для определения сопротивления паропроницанию систему «грунт-краска» (грунтовку в один слой, краску в один слой) наносили на одну сторону пластинки. Толщина высохшего покрытия системы «грунт-краска» составляла 130-190 мкм. Продолжительность сушки каждого слоя – 24 ч при температуре  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ .

Для определения укрывистости краску наносили послойно. Толщина сухого слоя – 20 мкм. Первый и последующие слои сушили в течение 24 ч при температуре  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ . Толщину высохшего покрытия краски и грунтовки, а также системы «грунт-краска» измеряли микрометром типа МК-25-1 с погрешностью не более  $(\pm 3)$  мкм.

Контроль остальных геометрических параметров (геометрических размеров и толщины подложки) производили штангенциркулем.

Количество образцов для испытания каждого показателя принимали не менее 3. Перед испытаниями образцы с покрытиями выдерживали: для определения цвета, внешнего вида, блеска, коэффициента диффузного отражения и эластичности – 24 ч; для определения прочности покрытия при ударе, твёрдости по маятниковому прибору, условной светостойкости и сопротивления паропроницанию – 48 ч; для определения стойкости к статическому воздействию воды, раствора едкого натра, бензина и индустриального масла – 120 ч при температуре  $(20\pm 2)^\circ\text{C}$  и относительной влажности 60-70%.

Цвет определяли при естественном или искусственном (с применением ламп дневного цвета) освещении. Образцы находились на расстоянии 30-50 см от глаз наблюдателя под углом зрения, исключаяющим блеск поверхности.

Внешний вид определяли визуально при естественном рассеянном свете. Образцы находились на расстоянии 30-50 см от глаз наблюдателя. На высохшем покрытии отсут-

ствовавали кратеры, поры, морщины, трещины, пузыри, посторонние включения, видимые нарушения однородности, отслоение от подложки.

Массовую долю нелетучих веществ определяют согласно [3]. Навеску краски или грунтовки массой  $(2,0 \pm 0,2)$  г выдерживали в течение 3 ч в термощкафу при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ , после чего взвешивали. Последующее взвешивание осуществляли через каждые 30 мин до достижения постоянной массы.

Время высыхания определяли согласно [3]. Бумагу удаляли пинцетом. Этот способ не приводил к видимым повреждениям покрытия, при удержании бумаги на поверхности за счёт статического электричества.

Укрывистость определяли согласно [3] по методу шахматной доски. После полного укрытия окрашенную стеклянную пластинку сушили в течение 24 ч при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  и взвешивали с точностью до 0,002 г. Допускается горячая сушка первого и последующих слоёв при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 1 ч.

Блеск и коэффициент диффузного отражения определяли на приборе ФБ-2 с геометрией  $45^\circ/0^\circ$ . Измерения производили согласно инструкции к прибору. Степень перетирания определяли согласно [3].

Прочность покрытия при ударе определяли согласно [3] по прибору типа У-1 для системы покрытия, состоящей из одного слоя грунтовки и одного слоя краски. Твёрдость по маятниковому прибору ТМЛ (маятник А) определяли согласно [3]. Измерения производили согласно инструкции к прибору. Эластичность определяли согласно [3]. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 2 мм от края образца, не учитывали.

Адгезию в баллах определяли согласно [3] (метод решетчатых надрезов). Размер единичного квадрата решетки, обеспечиваемый режущим инструментом, составлял  $2 \times 2$  мм при общей толщине покрытия  $60 + 80$  мкм. Для оценки адгезии применяли клейкую ленту типа «скотч».

Стойкость высушенного покрытия (системы «грунт – краска») к статическому воздействию воды определяли согласно [3], по методу А. В эксикатор с дистиллированной водой на специальных подставках, изготовленных из химически стойкого материала, вертикально помещали образцы на  $2/3$  высоты или целиком. Расстояние между образцами и стенками эксикатора составляло не менее 10 мм. После испытания покрытие выдерживали перед осмотром при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. Не наблюдалось отслаивания покрытия от подложки, пожелтения, сморщивания, появления мелких и крупных пузырей. Наблюдалось только незначительное изменение цвета покрытия. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 10 мм от края покрытия, не учитывали.

Стойкость высушенного покрытия (системы «грунт – краска») к статическому воздействию 3%-ного водного раствора хлорида натрия определяли согласно [3], по методу А. В эксикатор с раствором на специальных подставках, изготовленных из химически стойкого материала, вертикально помещали образцы на  $2/3$  высоты или целиком. Расстояние между образцами и стенками эксикатора – не менее 10 мм. После испытания покрытия выдерживали перед осмотром при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. Не наблюдалось отслаивания покрытия от подложки, пожелтения, сморщивания, появления мелких и крупных пузырей. Наблюдалось лишь незначительное изменение цвета покрытия. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 10 мм от края покрытия, не учитывали.

Стойкость высушенного покрытия (система «грунт – краска») к статическому воздействию бензина и индустриального масла определяли аналогично, согласно [3], по методу А. В эксикатор с бензином или индустриальным маслом на специальных подставках, изготовленных из химически стойкого материала, вертикально помещали образцы на  $2/3$  высоты. Расстояние между образцами и стенками эксикатора – не менее 10 мм. После

испытания покрытия выдерживали перед осмотром при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 30 мин. Не наблюдалось отслаивания покрытия от подложки, пожелтения, сморщивания, появления мелких и крупных пузырей, а также изменения цвета покрытия. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 10 мм от края покрытия, не учитывали.

Устойчивость покрытия (система «грунт – краска») к воздействию переменных температур определяли согласно [3]. После испытания образцы-подложки с покрытиями выдерживали перед осмотром при температуре  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  в течение 2 ч. Не наблюдалось появления трещин, пузырей, пожелтения и отслаивания покрытия от подложки. Дефекты, обнаруженные на расстоянии менее 10 мм от края образца, не учитывали.

Условную светостойкость определяли согласно [3], метод 2. Покрытие облучали ртутно-кварцевой лампой типа ПРК-2 в течение 24 часов. Испытания проводили в течение 8 ч в сутки с максимальными перерывами не более 48 ч.

Сопrotивление паропроницанию покрытия системы «грунт-краска» определяли согласно [3]. Толщина образцов-подложек не превышала 10 мм.

Удельное объёмное электрическое сопротивление системы «грунт-эмаль» определяли согласно [3]. Измерения производили при помощи прибора ПУС-1 в соответствии с инструкцией, приложенной к прибору. При испытаниях применяли измерительный и охранный электроды в виде фольги, притертой к поверхности образца.

Результаты испытаний красок (усреднённые значения) приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных испытаний красок

Наименование показателя	Величина показателя
1. Цвет покрытия	Белый, серый, чёрный
2. Внешний вид покрытия	Однородная, без кратеров, пор и морщин поверхность. Допускается незначительная шагрень.
3. Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 (диаметр сопла $d = 4$ мм) при температуре $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ , с	40–160
4. Массовая доля нелетучих веществ, %	более 30
5. Время высыхания при естественной сушке до степени 3 при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , ч	не более 24
6. Плотность, г/см <sup>3</sup>	не менее 1,3
7. Укрывистость высушенного покрытия, г/м <sup>2</sup>	не более 100
8. Блеск, %	не менее 10
9. Коэффициент диффузного отражения высушенного покрытия (коэффициент яркости, белизна), %	не менее 75 для краски белого цвета
10. Степень перетира, мкм	не более 50
11. Прочность покрытия при ударе по прибору типа У-1 для системы «грунт-краска», см	не менее 25
12. Твердость покрытия по маятниковому прибору ТМЛ (маятник А), отн. ед.	не менее 0,2
13. Эластичность покрытия при изгибе, мм	не более 10
14. Адгезия к стали, баллы	не более 2
15. Стойкость высушенного покрытия (система «грунт-краска») к статическому воздействию воды при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , ч	более 48
16. Стойкость высушенного покрытия (система «грунт-краска») к статическому воздействию 3%-ного водного раствора хлорида натрия при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , ч	более 48
17. Стойкость высушенного покрытия (система «грунт-краска») к статическому воздействию бензина и индустриального масла при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , ч	более 48
18. Устойчивость покрытия (система «грунт-краска») к воздействию переменных температур, циклов	более 10

Продолжение таблицы 1

19. Условная светостойкость покрытия (изменение коэффициента диффузного отражения), %	не более 5
20. Сопротивление паропрооницанию (система «грунт-краска») покрытия, м <sup>2</sup> ·ч·Па/мг	2,0–2,4

Удельное объёмное электрическое сопротивление системы «грунт-краска» (1 слой неразбавленной грунтовок вязкостью 100-110 с, 1 слой неразбавленной краски вязкостью 100-110 с по вискозиметру ВЗ-246) при температуре (20,0±0,5)°С находилось в пределах 0,8 – 1,5 x 10<sup>10</sup> Ом·см = 0,8 – 1,5 x 10<sup>8</sup> Ом·м.

Результаты испытаний грунтовок (усреднённые значения) приведены в таблице 2.

В результате проведенных исследований установлено, что комплексное покрытие «грунт-краска» сочетает в себе твердость, эластичность, прочность при ударе, стойкость к воздействию воды и водного раствора хлорида натрия, стойкость к воздействию бензина и индустриального масла, устойчивость к воздействию переменных температур (многочратный переход через 0°С), высокую адгезию к стали.

Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний грунтовок

Наименование показателя	Величина показателя
1. Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 (диаметр сопла d = 4 мм) при температуре (20±0,5)°С, с	40–160
2. Массовая доля нелетучих веществ, %	не менее 30
3. Время высыхания при естественной сушке до степени 3 при температуре (20±2)°С, ч	не более 24
4. Плотность, г/см <sup>3</sup>	не менее 1,2
5. Степень перетира, мкм	не более 50
6. Эластичность покрытия при изгибе, мм	не более 10
7. Адгезия к стали, баллы	не более 2

Стабильность антикоррозионных красок и грунтовок при хранении определяли ускоренным методом. Образец краски или грунтовки помещали в металлическую тару объёмом 0,5 л и плотно закупоривали. Степень заполнения тары составляла около 80% её объёма. Затем образец ставили в термощкаф и выдерживали при температуре (60±2)°С в течение 120 ч. Перед осмотром материал охлаждали до температуры (20±2)°С в течение 2-3 ч. Аккуратно открывали крышку, осторожно погружали шпатель в ёмкость с краской или грунтовкой до дна, визуально оценивали наличие расслоения, образования осадка и/или других отклонений по сравнению с контрольным образцом, хранившимся при температуре (20±2)°С в течение 120 ч. Оценка производили в баллах. Критерии оценки состояния материала при визуальном осмотре приведены в таблице 3. Материалы, получившие оценку ниже 3 баллов, считали не выдержавшими испытание.

Антикоррозионные краски и грунтовки, изготовленные по рецептурам, приведенным в табл. 1 и табл. 2, успешно выдержали испытания и тест «стабильность при хранении».

Таким образом, было установлено, что разработанная авторами акриловая система «грунт-краска» для антикоррозионной защиты стальных конструкций устойчива к статическому воздействию воды, 3%-ного водного раствора хлорида натрия, бензина и индустриального масла при (20±2)°С более 72 ч, а также к действию переменных температур. Условная светостойкость белой краски составляет 0,8-1,2%, что гораздо ниже существующих норм для белых красок, применяемых для наружных работ (не более 5%) [4, 5].

Разумный баланс прочности комплексного покрытия при ударе (более 25 см), твердости по маятниковому прибору (более 0,2 отн.ед.) и эластичности при изгибе (8-10 мм) свидетельствует о сбалансированности рецептуры краски [6].

Таблица 3 – Критерии оценки стабильности при хранении

Баллы	Описание состояния материала
6	Идеальная композиция. Состояние материала не изменилось по сравнению с контрольным образцом.
5	Незначительное уменьшение вязкости материала в поверхностном слое, незначительное явление синерезиса (выступление акрилового полимера на поверхности). Отсутствие осадка. Материал легко перемешивается до первоначального состояния.
4	Незначительное явление синерезиса в поверхностном слое. Незначительное образование мягкого, легко размешиваемого осадка. Материал без труда перемешивается до первоначального состояния.
3	Явление синерезиса в поверхностном слое. Образование размешиваемого осадка. Материал перемешивается до первоначального состояния с незначительными усилиями.
2	Явление синерезиса в поверхностном слое, разделение пигментов, выбеливание на поверхности материала. Образование твёрдого трудноразмешиваемого осадка. Перемешивание до однородной массы возможно с большим трудом.
1	Образование твёрдого или резиноподобного не размешиваемого осадка. Невозможно перемешивание до однородной массы.

Удельное объёмное электрическое сопротивление системы «грунт-краска», определённое кулонометрическим методом [3] находится в пределах  $0,8 - 1,5 \times 10^{10} \text{ Ом} \cdot \text{см} = 0,8 - 1,5 \times 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ . Это соответствует эксплуатации в условиях умеренного климата в течение 8 лет. Таким образом, разработанная акриловая система «грунт-краска» рекомендуется к использованию в качестве антикоррозионной защиты стальных строительных конструкций.

#### Список цитированных источников

1. Антикоррозионные покрытия строительных конструкций зданий и сооружений. Правила устройства: ТКП 45-5.09-33-2006.
2. 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.
3. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.
4. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э. Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
5. Европейское руководство по качеству / Под ред. У. Цоррля; пер. с англ. под ред. проф. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 578 с.
6. Зотова, Н.С. Применение акриловых смол при производстве лакокрасочных материалов / Н.С. Зотова // Лакокрасочная промышленность. – 2008. – №9. – С.20-21.

УДК635.9:582.635.3

*Дружня Д.Н., Чеканова Д.М.*

*Научный руководитель: зав. уч. лабораторией Прилуцкая О.Е.*

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ КАК ФИТОФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ И ОЗДОРОВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Фитодизайн возник в глубокой древности как элемент культуры человека, отвечающий его эстетическим потребностям. В условиях современного значительного ухудшения окружающей среды фундаментальная научная проработка этого рода деятельности приобретает особую актуальность. В настоящее время научный подход к фитодизайну подразумевает сочетание эстетического воспитания красоты формы, окраски цветов и листьев растений с другой, полезной функцией растений, о которой было давно известно: живые растения улучшают состав воздуха и очищают атмосферу.