

УДК 678.06

Н. Р. Прокопчук, член-корр. НАН Беларуси, проф., д-р. хим. наук;
А. И. Глоба, доц., канд. хим. наук; И. О. Лаптик, инж.
(БГТУ, г. Минск)

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ПО МЕТАЛЛУ НАНОАЛМАЗНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Использование наноразмерных частиц в защитных материалах (ЛКМ) весьма актуально, так как правильный выбор наномодификатора, его количества и способа введения может значительно улучшить эксплуатационные свойства лакокрасочных покрытий практически без изменения технологий производства ЛКМ, получения покрытий и с минимальным увеличением стоимости [1, 2].

Наночастицы в ЛКМ находятся в связанной, суспензионной форме и поэтому технологии получения защитных покрытий безопасны [3]. Покрытия на основе наноразмерных композиций интенсивно изучаются в мире. Физической основой наномодифицирования являются потенциальные возможности субатомных частиц с высокой поверхностной энергией образовывать ионные и координационные связи, ограничивающие подвижность звеньев и сегментов макромолекул, проявлять когезионные и адгезионные взаимодействия и др.

В качестве объектов исследования были выбраны промышленно производимые на ЧУП «МАВ» грунтовка Belakor 02 и эмаль Belakor 12 (водные дисперсии акриловых сополимеров, пигментов, наполнителей, функциональных добавок, воды). Для модификации грунтовки и эмали использовали углеродные наноматериалы производства НПЗАО «Синта», Минск, – шихта алмазсодержащая марки АШ-А и алмаз синтетический ультрадисперсный УДА. Получали модифицированные ЛКМ, содержащие нанодобавки в концентрациях 0,005, 0,010 и 0,100 мас. % в пересчете на сухой остаток, путем смешения грунтовки, эмали с дисперсией нанодобавки. Из немодифицированных и полученных модифицированных лакокрасочных составов были сформированы однослойные покрытия на металлических подложках. Покрытия определенной толщины отверждали в естественных условиях (грунтовка) и условиях горячей сушки (эмаль, 80 °С). Перед испытаниями образцы покрытий выдерживали 24 ч при комнатной температуре.

После окончательного формирования покрытий, твердость покрытий на основании образцов №2–№7 выше твердости немодифицированных покрытий (на 20%). Наивысшей твердостью характеризуются покрытия на основе грунтовки Belakor 02, модифицированной АШ-А в количестве 0,01 % – 0,50 отн. ед.

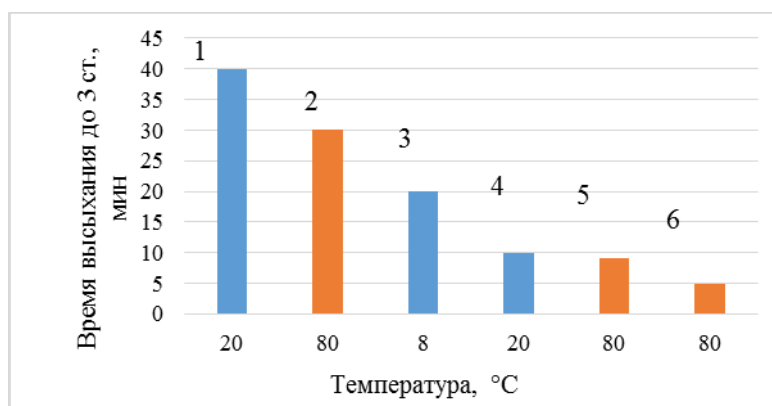
**Таблица - Физико-механические свойства ЛКМ,
модифицированные наноматериалами**

№ п/п образца	Количество наноматериала, %	Тип модификатора	Адгезия, балл	Прочность при ударе, см	Твердость, отн. ед. через 30 сут. после нанесения
<i>Belakor 02</i>					
1	-	-	2	90	0,31
2	0,005	АШ-А	1	100	0,38
3	0,01	АШ-А	1	100	0,42
4	0,1	АШ-А	1	100	0,40
5	0,005	УДА	1	100	0,37
6	0,01	УДА	1	100	0,45
7	0,1	УДА	1	100	0,43
<i>Belakor 12</i>					
8	-	-	2	90	0,36
9	0,005	АШ-А	1	100	0,56
10	0,01	АШ-А	1	100	0,36
11	0,1	АШ-А	1	100	0,55
12	0,005	УДА	1	100	0,55
13	0,01	УДА	1	100	0,60
14	0,1	УДА	1	100	0,60

Из таблицы видно, что адгезия покрытий к стали возрастает с 2-х до 1 балла уже при содержании наноалмазных частиц 0,005 % мас. Дальнейшее увеличение содержания наночастиц как в грунтовке, так и в эмали не влияет на адгезию. Прочность при ударе вначале возрастает с 90 см до 100 см (на 11 %) при введении 0,005 % мас. наночастиц, а затем остается постоянной. Твердость грунтовки с наночастицами АШ-А максимальная при концентрации 0,01 % мас. (возрастает с 0,31 отн. ед. до 0,42 отн. ед., т.е. на 35 %). Наночастицы с УДА увеличивают твердость покрытий несколько больше (с 0,31 отн. ед. до 0,45 отн. ед., на 45 %) при той же концентрации 0,01 % мас. Твердость эмали при модификации наночастицами изменяется следующим образом. Введение АШ-А в количестве 0,005 % мас. повышает твердость с 0,36 отн. ед. до 0,56 отн. ед. (т.е. на 56 %), а введение УДА в количестве 0,01 % мас. с 0,36 отн. ед. до 0,60 отн. ед. (т.е. на 67 % грунтовки и эмали). Более эффективным модификатором эмали по показателю «твердость» являются наночастицы УДА, по сравнению с наночастицами АШ-А. Из всех исследуемых образцов наилучшими свойствами обладают АШ-А (0,01 %), УДА (0,01 %) и УДА (0,1 %). Для этих образцов определяли время высыхания до третьей степени по ГОСТ 19007.

На рисунке видно, что существенно снижается время отверждения грунтовки и эмали, модифицированных наноалмазными частицами. Это можно связать с образованием ими физической сетки, пронизывающей макромолекулы акриловых сополимеров. Сетка способствует вытеснению воды из формирующихся покрытий. Чем выше концентрация нано-

частиц, тем плотнее сетка и быстрее вытесняется вода. Это важно с точки зрения энергосбережения и повышения производительности процесса при производстве защитных покрытий по стали.



1 – АШ-А (грунтовка 0 % при 20 °С), 2 – УДА (эмаль 0 % при 80 °С), 3 – АШ-А (грунтовка 0,01 % при 8 °С), 4 – АШ-А (грунтовка 0,01 % при 20 °С), 5 – УДА (эмаль 0,1 % при 80 °С), 6 – УДА (эмаль 0,01 % при 80 °С)

Рисунок – Зависимость времени высыхания от температуры

Стойкость к статическому воздействию воды и 3 %-го возрастает грунтовки и эмали при введении в них модификаторов АШ-А и УДА. Водостойкость грунтовки возрастает с 20 сут. до 32 сут. при введении 0,1 % мас. АШ-А (на 60 %). При модификации УДА водостойкость возрастает еще выше (с 20 сут. до 42 сут., на 110 %). Стойкость к действию воды эмали возрастает при введении 0,1 % мас. АШ-А с 20 сут. до 37 сут. (на 85 %), а 0,1 % мас. УДА с 20 сут. до 49 сут. (на 145 %).

Наночастицы, распределившись по всему объему покрытий и взаимодействуя друг с другом, образуют физическую сетку, усиливающую межмолекулярные взаимодействия между цепочками акриловых сополимеров. Модифицированная наноалмазными частицами надмолекулярная структура на металле грунтовки и эмали представляет собой систему взаимопроникающих сеток, которая существенно повышает важные показатели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шашок Ж.С., Прокопчук Н.Р. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях. – Минск: БГТУ, 2014. – 232 с.
2. Долматов В.Ю. Ультрадисперсные алмазы детонационного синтеза. Получение, свойства, применение // Монография – СПб.: Изд-во СПб ГПУ, 2003. – 344 с.
3. Зубилевич М., Гнот В. Антикоррозионные лакокрасочные материалы нового поколения // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2005. № 6. С. 7–11.