

3. Трибохимические технологии функциональных композиционных материалов: Ч. 2. Технология и опыт применения / С. В. Авдейчик ; под ред. В. А. Струка, Ф. Г. Ловшенко. – Гродно : ГГАУ, 2008. – 399 с.

4. Полимер-силикатные машиностроительные материалы: физико-химия, технология, применение / С. В. Авдейчик [и др.]; под ред. проф. В. А. Струка. – Минск : Тэхналогія, 2007. – 431 с.

5. Металлополимерные нанокомпозиты: особенности структуры, технология, применение / А. А. Рискулов, С. В. Авдейчик, М. В. Ищенко, Е. В. Овчинников ; под науч. ред. В. А. Струка, В. А. Лиопо. – Гродно : ГГАУ, 2010. – 335 с.

УДК 678.06

Прокопчук Н.Р., Глоба А.И., Лаптик И.О.

(Белорусский государственный технологический университет)

МОДИФИКАЦИЯ НАНОАЛМАЗНЫМИ ЧАСТИЦАМИ ВОДНО-ДИСПЕРСИОННЫХ ГРУНТОВКИ И ЭМАЛИ

Развитие новых техники и технологий требует создания антикоррозионных покрытий с повышенной устойчивостью в температурно-силовых полях и агрессивных средах. Эту проблему экономически нецелесообразно решать только синтезом новых пленкообразующих веществ. Широкие перспективы открывают методы модификации, в том числе и наноразмерными частицами, промышленно выпускаемых грунтовок и эмалей [1].

Использование наноразмерных частиц в защитных лакокрасочных 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 [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 «МAB» 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 (ТУ РБ 100056180.003-2003) и алмаз синтетический ультрадисперсный УДА (ТУ РБ 28619110.001-95), характеристика которых представлена в таблице 1.

Время высыхания до третьей степени определяли в соответствии с ГОСТ 19007, твердость по маятниковому прибору типа ТМЛ маятник А – по ГОСТ 5233, прочность при ударе – по ГОСТ 4765, адгезию методом решетчатых надрезов – по ГОСТ 15140.

Равномерность распределения наночастиц в водных дисперсиях акриловых сополимеров достигалась предварительным диспергированием наночастиц в дисперсионной среде в ячейке ультразвуковой ванны в присутствии диспергатора Disperx Ultra 4480. Полученную нанодисперсию в расчетных количествах вводили в грунтовку и эмаль путем перемешивания на диссольвере Dispermat при числе оборотов фрезерной мешалки 1500 об/мин. в течение 20 минут.

Таблица 1 – Характеристика углеродных наноматериалов

Наименование показателя	АШ-А	УДА
Метод получения	Детонационный синтез	Химическая очистка АШ- В
Внешний вид	Черный порошок	Серый порошок
Размер и форма	Полидисперсный порошок (1- 100 мкм) с неправильными частицами округлой формы	Полидисперсные порошки: 30;40;90;100;700;900 нм со сферическими частицами
Размер единичного кристалла, нм	10	4–6
Окисляемые формы углерода, %	53,4	1,2
Удельная поверхность, м ² /г	404	295
Объем пор, см ³ /г	1,245	0,84
Функциональные поверхностные группы:	COOH, CH _x , C ₆ H ₆	COOH, COOR, CH _x , C-N, C=N, C-O-O, OH, CO

Получали модифицированные лакокрасочные материалы, содержащие нанодобавки в концентрациях 0,005, 0,010 и 0,100 мас. % в пересчете на сухой остаток, путем смешения грунтовки, эмали с дисперсией нанодобавки.

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.

В таблице 2 представлены физико-механические свойства (твердость, прочность при ударе, адгезия) однослойных покрытий на основе модифицированных и немодифицированных лакокрасочных материалов.

Таблица 2 – 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
Belakor 02					
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
Belakor 12					
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

Анализ данных таблицы 2 показывает: адгезия покрытий к стали возрастает с 2-х до 1 балла уже при содержании наноалмазных частиц 0,005% масс. 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% масс. наночастиц, а затем остается постоянной. Твердость покрытий возрастает во времени, покрытие окончательно структурируется через 30 суток. Поэтому анализируются максимально достижимые значения твердости. Твердость грунтовки с наночастицами АШ-А максимальная при концентрации 0,01 % масс. (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 % масс.

Твердость эмали при модификации наночастицами изменяется следующим образом. Введение АШ-А в количестве 0,005 % масс. повышает твердость с 0,36 отн. ед. до 0,56 отн. ед. (т.е. на 56 %), а введение УДА в количестве 0,01 % масс. с 0,36 отн. ед. до 0,60 отн. ед. (т.е. на 67 %). Более эффективным модификатором эмали по показателю «твердость» являются наночастицы УДА, по сравнению с наночастицами АШ-А.

Стойкость покрытий к статическому воздействию агрессивных сред представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Стойкость покрытий к статическому воздействию агрессивных сред при (20±2)°С, сут., не менее

№ п/п	Тип модификатора	Количество модификатора	H ₂ O	NaCl 3%
1	-	-	20	15
2	АШ-А	0,005%	23	21
3	АШ-А	0,01%	27	23
4	АШ-А	0,1%	32	27
5	УДА	0,005%	35	25
6	УДА	0,01%	38	27
7	УДА	0,1%	42	31
8	-	-	22	20
9	АШ-А	0,005%	26	31
10	АШ-А	0,01%	27	33
11	АШ-А	0,1%	37	34
12	УДА	0,005%	41	33
13	УДА	0,01%	47	37
14	УДА	0,1%	49	41

Из таблицы 3 видно, что стойкость к статическому воздействию воды и 3 %-го NaCl значительно возрастает как грунтовок, так и эмали при содержании в них обоих модификаторов АШ-А и УДА. Водостойкость грунтовок возрастает с 20 сут. до 32 сут. при содержании в ней 0,1 % масс. АШ-А (т.е. на 60 %). При модификации УДА водостойкость возрастает еще больше (с 20 сут. до 42 сут., т.е. на 110 %). Стойкость к действию воды эмали еще больше возрастает при наномодификации. При введении 0,1 % масс. АШ-А с 20 сут. до 37 сут. (т.е. на 85 %), а 0,1 % масс. УДА с 20 сут. до 49 сут. (т.е. на 145 %).

Установленный факт имеет важное практическое значение. Зависимость стойкости к статическому воздействию 3% -ного раствора NaCl от природы и содержания nanoалмазных частиц аналогична зависимости водостойкости. Наночастицы УДА более эффективно повышают стойкость к 3% -ому раствору NaCl, чем АШ-А как грунтовок, так и эмали.

Установлено существенное повышение устойчивости в силовых полях и агрессивных средах покрытий по стали на основе водно-дисперсионных

ЛКМ (грунтовка Belakor 02 и эмаль Belakor 12 производства ЧУП «МАН», РБ), модифицированных наноалмазными частицами АШ-А и УДА производства НПЗАО «Синта» (г. Минск).

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 в практическом значении показатели: адгезию (с 2 до 1 балла); прочность при ударе (на 11 %); твердость (на несколько десятков %); стойкость к статическому воздействию воды и 3 %-ного NaCl (на 60%-145 %).

Литература

1. Таболич А.А. Влияние функционального состава поверхности детонационных наноалмазов на свойства их водных суспензий/ – Сборник материалов Всероссийской научной конференции «Smart Student Science - 2019» – с. 271 – 274.

2. Шашок Ж.С. Применение углеродных наноматериалов в полимерных композициях / Ж.С. Шашок, Н.Р. Прокопчук – Минск: БГТУ, 2014. – С. 232.

3. Агафонов, Г.И. Использование нанотехнологий в лакокрасочных материалах / Г.И. Агафонов, А.С. Дринберг, Э.Ф. Ицко // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2007. – № 4. – С. 10-14.

УДК 678.5

Авдейчик С.В.

(ООО «Молдер»)

Струк В.А., Антонов А.С.

(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

Гольдаде В.А.

(Гомельский государственный университет

имени Франциска Скорины)

НАНОКОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ МАТРИЦ: МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРА- БОТКИ И ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ

При выборе модификаторов для получения наноконпозиционных материалов с оптимизированными параметрами структуры, определяющими целесообразность и эффективность их использования