

Таким образом, исследование влияния армирования на свойства стеклоэмалевых покрытий позволило предложить следующий предполагаемый механизм повышения эксплуатационных характеристик покрытий:

– введение SiO_2 в количестве от 2 до 5% (по массе) в покрытие приводит к снижению значений ТКЛР на 10–15%;

– на границе раздела за счет частичного растворения волокна в стекломатрице при высоких температурах образуется 3 зоны: волокно SiO_2 ; обогащенная SiO_2 стекломатрица; исходная стекломатрица.

При термоударах наличие зон с различным ТКЛР способствует релаксации термоупругих напряжений и приводит к повышению термостойкости в 2–3 раза, прочности при ударе – в 1,5–2 раза, эрозионной стойкости – в 10 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Солнцев С.С. Защитные технологические покрытия и тугоплавкие эмали. М.: Машиностроение. 1984. С. 197–220.
2. Способ изготовления стеклянного покрытия, содержащего неорганические волокна: пат. 6025380 Япония. СОЗс 14/00. 1982.

Л.В. Семенова, Э.К. Кондрашов

МОДИФИЦИРОВАННЫЙ БРОМЭПОКСИДНЫЙ ЛАК ВЛ-18 ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Функциональные лакокрасочные покрытия используют для защиты изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) от воздействия атмосферных факторов, влаги, химических реагентов, горючих и смазочных материалов, биологических факторов. Применение модифицированных бромэпоксидных олигомеров в лакокрасочных композициях позволяет существенно снизить водопоглощение, паропроницаемость покрытий. Разработанный эпоксидный лак ВЛ-18 обладает пониженными в 4–5 раз водопоглощением и паропроницаемостью по сравнению с лаком ЭП-730, при этом обеспечивает высокие адгезионные, физико-механические и защитные свойства ЛКП.

Ключевые слова: водопоглощение, лакокрасочные покрытия, адгезия.

Для защиты изделий из полимерных композиционных материалов (ПКМ) от воздействия атмосферных факторов, влаги, химических реагентов, горючих и смазочных материалов, биологических факторов используют функциональные лакокрасочные покрытия.

Покрытия используют также для стабилизации исходных свойств полимерных материалов или для получения изделий с требуемыми декоративными свойствами. Декоративные покрытия предназначены для выравнивания поверхности и заделки на ней изъянов, пор, текстуры наполнителя и повреждений, придания поверхности блеска и цвета, создания однотонного покрытия у изделий, собранных из различных деталей, избирательной окраски в определенные цвета отдельных участков поверхности, имитации поверхности изделия [1].

Лакокрасочные материалы для окраски изделий из ПКМ весьма разнообразны. Многие из них специально разрабатывают для этой цели, при этом они должны обеспе-

чивать прочную связь покрытия с поверхностью пластика, возможность сушки покрытий при температуре, не вызывающей плавления и деструкции пластика, стойкость покрытия к условиям эксплуатации.

Чтобы обеспечить надежную защиту поверхности изделия от влаги, водостойкие и влагостойкие покрытия должны обладать высокой механической прочностью, хорошей адгезией к подложке, ограниченно набухать в воде и иметь минимальную пористость, что гарантирует наибольшую изоляцию подложки от воздействия внешней среды [2].

Наиболее распространенными пленкообразующими для такого вида покрытий в настоящее время являются эпоксидные, фенолформальдегидные, перхлорвиниловые олигомеры. Известно также, что галогенированные эпоксидные олигомеры поглощают меньше влаги, чем обычные эпоксидные олигомеры.

Анализ патентных источников показал, что бромсодержащие олигомеры применяются с целью повышения влагостойкости и термостойкости при изготовлении печатных плат и в качестве электроизоляционных покрытий [3, 4]. Однако бромэпоксидные полимеры не применяются для производства лакокрасочных материалов из-за невысоких физико-механических и технологических свойств. Поэтому актуальной задачей является разработка модифицированных ЛКП с повышенными функциональными свойствами, при этом не должны снижаться основные характеристики ЛКП.

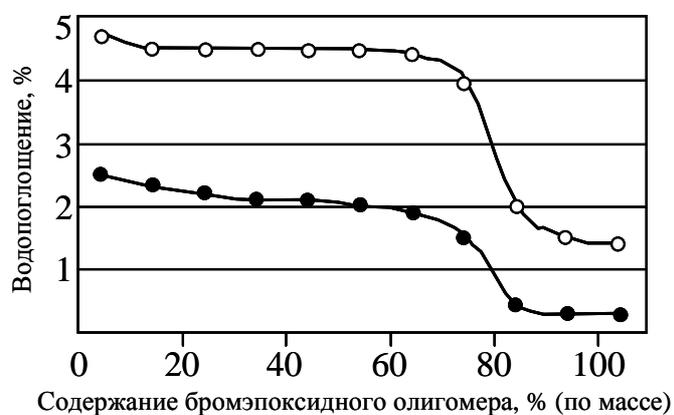
Одним из методов модификации эпоксидных олигомеров, для повышения термостойкости, физико-механических, влагозащитных и других свойств покрытий, является совмещение их с другими соединениями, содержащими различные функциональные группы.

С целью снижения водопоглощения эпоксидных покрытий были изготовлены опытные композиции пленкообразующих, состоящие из эпоксидных и бромэпоксидных олигомеров, и исследовались различные отвердители (АГМ-9, АСОТ-2, №1), так как без последующего отверждения эпоксидные материалы образуют покрытия с низкими физико-механическими свойствами, водостойкостью и адгезией.

В применяемых в настоящее время влагозащитных системах ЛКП используется эпоксидный лак ЭП-730 (раствор олигомера Э-41), поэтому для дальнейших сравнительных испытаний он был взят в качестве аналога.

Определение водопоглощения покрытий проводили в соответствии с ГОСТ 21513.

Водопоглощение эпоксидных композиций существенно зависит от содержания в них бромэпоксидного олигомера ЭТБК (содержание последнего не менее 80% – см. рисунок). При меньшем содержании (т. е. большем содержании Э-41: от 50 до 90%) водопоглощение покрытия не снижается. Это подтверждает предположение о возможности создания покрытий с пониженным водопоглощением на основе эпоксидных олигомеров, модифицированных бромэпоксидным олигомером типа ЭТБК [5].



Зависимость водопоглощения эпоксидных композиций на основе олигомера Э-41 от содержания бромэпоксидного олигомера ЭТБК:

○, ● – сушка покрытия по режиму 20±2°C, 24 ч и 100±2°C, 2 ч соответственно

Для проведения испытаний на паропроницаемость изготовлены свободные пленки лаков ЭП-730 и ЭТБК/Э-41 в соотношении 90/10 и 80/20 масс. ч., испытания на водопоглощение проводили на подложке из композиционного материала марки ВФТ-С. Сушка лаковых покрытий осуществлялась при $100\pm 2^\circ\text{C}$, 2 ч. Результаты испытаний представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Водопоглощение лаковых покрытий на подложке из ВФТ-С
и паропроницаемость покрытий**

Композиция	Толщина пленки, мкм		Водопоглощение, %	Паропроницае- мость, мг/см ² ·сут
	на подложке	свободной		
ЭП-730	25	65	1,5–2,5	0,15
ЭТБК/Э-41 (90/10)	20	50	0,3–0,5	0,08
ЭТБК/Э-41 (80/20)	20	50	0,3–0,5	0,1
Материал ВФТ-С без ЛКП	–	–	9,8–10,6	–

Установлено, что водопоглощение пленки эпоксидного олигомера, модифицированного бромэпоксидным олигомером ЭТБК, в 5 раз, а паропроницаемость более чем на 30% ниже, чем у немодифицированного эпоксидного лака ЭП-730. Композиционный материал ВФТ-С без лакокрасочного покрытия имеет высокое водопоглощение до 10,6%, что еще раз подтверждает необходимость защиты полимерных материалов с помощью ЛКП.

Разработанная лакокрасочная композиция получила марку лак ВЛ-18 (ТУ 1-595-15-688–2002). Адгезия лаковых покрытий к различным подложкам (алюминиевые сплавы, стекло-, угле-, органопластики) в соответствии с ГОСТ 15140–78 (в исходном состоянии и после выдержки в дистиллированной воде в течение до 14 сут) высокая (балл 1), покрытия обладают высокими физико-механическими свойствами в исходном состоянии и после термостарения по режиму: 100°C , 500 ч и 120°C , 100 ч (табл. 2).

Таблица 2

Свойства покрытий после термостарения

Лаковая композиция	Режим термостарения	Внешний вид	Адгезия, балл
ЭП-730	Без термостарения (исходное состояние)	Прозрачная пленка	1
	100°C , 500 ч	То же	1
	120°C , 100 ч	–«–	2
ВЛ-18	Без термостарения (исходное состояние)	–«–	1
	100°C , 500 ч	–«–	1
	120°C , 100 ч	–«–	1

Эластичность композиций (ГОСТ 6806–73) составляет не более 3 мм, прочность при ударе 4–5 Дж (ГОСТ 4765–73).

Проведенными испытаниями на грибостойкость (в соответствии с ГОСТ 9.049–75, методы А и Б) установлено высокое сопротивление лака ВЛ-18 биологическим повреждениям (1–2 балл), при этом внешний вид покрытия сохраняется практически без изменения после выдержки в условиях эксперимента в течение 3 мес.

Лак ВЛ-18 не уступает серийно применяемому эпоксидному лаку ЭП-730 (ГОСТ 20824–81) по технологическим, адгезионным и физико-механическим свойствам

и обладает рядом преимуществ: более низкими характеристиками водопоглощения пленки (в 4–5 раз) и паропроницаемости (более чем на 30%). Лак ВЛ-18 применяется на ОАО «Смоленский завод радиодеталей» для окраски внутренней и внешней поверхностей корпусов приборов изделия Т1-Т3 для защиты от влаги и сохранения электроизоляционных свойств, а также в системе ЛКП для защиты корпуса вентилятора двигателя ПС-90А2 (ОАО «Искра»).

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботаревский В.В., Кондрашов Э.К. Технология лакокрасочных покрытий в машиностроении. М.: Машиностроение. 1978. 295 с.
2. Рейтлингер С.А. Проницаемость полимерных материалов. М.: Химия. 1974. 270 с.
3. Патент 2006342965 JP B 05 D 7/24 Nylok Corp (приор. US), опубл. 21.12.2006.
4. Патент 6.015.872 США (приоритет–Япония), опубл. 2000.
5. Защитное покрытие: пат. 2232176 Рос. Федерация; опубл. 10.07.2004.