

ПРОГРЕССИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЛАКОКРАСОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОНСТРУКЦИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Н.И. НЕФЕДОВ,
аспирант
Л.В. СЕМЕНОВА,
к.т.н.
ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ

АННОТАЦИЯ. Одна из важнейших проблем в области обеспечения ресурса и надежности эксплуатации изделий авиационной техники (АТ) – создание лакокрасочных материалов и разработка на их основе систем покрытий, обладающих комплексом высоких защитно-декоративных свойств. Помимо обеспечения защиты от коррозии лакокрасочные покрытия АТ выполняют ряд других сложных функций.

ANNOTATION. One of the main issues in providing resource and reliability of the products of aviation technology is to generate paint materials and to develop coating systems with high protective and decorative properties based on these materials. Paint coatings protect the surfaces from corrosion and perform some other complicated functions.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Лакокрасочные покрытия, атмосферостойкие эмали, бесхроматные грунтовки, антикоррозионная защита.

KEY WORDS. Paint coatings, atmosphere-resistant enamel, free-chromate primers, anticorrosion protection.

Развитие АТ обуславливает необходимость повышения надежности защиты изделий и создание покрытий, обладающих улучшенными адгезионными и антикоррозионными свойствами, а также более экологически безопасных.

Для лакокрасочных покрытий (ЛКП) для АТ используют грунты и эмали на акриловой, эпоксидной, полиуретановой, а в последнее время и на фторполиуретановой основе.

Грунты изготавливают преимущественно с применением эпоксидных и акриловых пленкообразователей.

Для улучшения эксплуатационных свойств эпоксидного грунта была разработана композиция на основе эпоксидного связующего, модифицированная акриловым сополимером. Введение акрилового сополимера в эпоксидную структуру сокращает время высыхания, улучшает адгезионные свойства и повышает эластичность грунтовочного покрытия.

Следующим существенным требованием для грунта является его экологичность, так как защитное действие покрытия в значительной степени определяется противокоррозионными

пигментами на основе токсичных хроматов. В результате проведенных исследований были подобраны пигменты с меньшей токсичностью – это антикоррозионные пигменты на основе фосфатов и молибдатов.

По результатам анализа и на основе имеющегося опыта во ФГУП «ВИАМ» разработаны универсальная бесхроматная грунтовка ВГ-37 и модифицированная эпоксидная грунтовка ЭП-0215М, которые обеспечивают антикоррозионную защиту и могут быть нанесены как на металлические материалы, так и на неметаллические поверхности. Обеспечивается высокая адгезия к подложкам и межслойная адгезия в системах с эпоксидными, акриловыми, полиуретановыми и фторполиуретановыми эмалями [1–3]. Грунтовочные покрытия на основе ВГ-37 и ЭП-0215М способствуют защите изделий от коррозии, старения, УФ-излучения при эксплуатации в интервале температур от –60 °С до +100 °С (рис. 1).

На большинстве зарубежных предприятий для окраски АТ применяются системы ЛКП на основе бесхроматной грунтовки Аэродур



Рис. 1. Внешний вид образцов «алюминий–углепластик» после экспозиции 3000 ч в камере соляного тумана: а) без защиты; б) с комплексной защитой, включающей неорганические покрытия, разделительные слои и лакокрасочное покрытие на основе эмали ВЭ-69

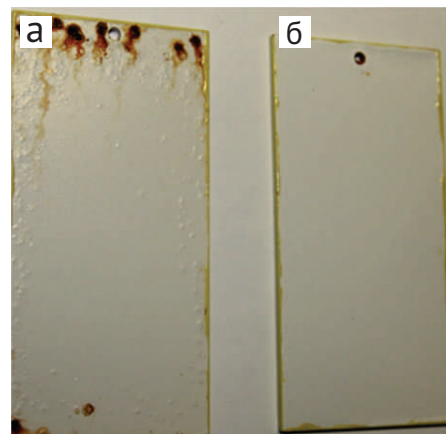


Рис. 3. Внешний вид образцов лакокрасочного покрытия (ЛКП), нанесенных на Ст. 20, после испытания в камере соляного тумана (3000 ч): а) на основе грунтовки ЭП-076 и эмали ЭП-140; б) на основе грунтовки ЭП-076 и эмали ВЭ-69.



Рис. 2. Внешний вид покрытия при использовании фторполиуретановой эмали марки ВЭ-69



РАЗВИТИЕ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ОБУСЛОВЛИВАЕТ НЕОБХОДИМОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЗАЩИТЫ ИЗДЕЛИЙ И СОЗДАНИЕ ПОКРЫТИЙ, ОБЛАДАЮЩИХ УЛУЧШЕННЫМИ АДГЕЗИОННЫМИ И АНТИКОРРОЗИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ, А ТАКЖЕ БОЛЕЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ.

CF 37047 и полиуретановых эмалей типа Аэродур С 21/100UVR фирмы «AkzoNobel». В рамках программы импортозамещения (реиндустриализации) в ВИАМ разработана система ЛКП на основе бесхроматной грунтовки ВГ-37 и фторполиуретановой эмали ВЭ-69. Эмаль ВЭ-69 выпускается различных цветов, матовая и глянцевая, для окраски внешней и внутренней поверхностей изделий АТ, для антикоррозионной защиты конструкций из алюминиевых, магниевых сплавов и сталей, а также для защиты

ны системы ЛКП на основе грунтовок ЭП-0215, ЭП-0215М, ВГ-28 и эмали ВЭ-69, которые обладают повышенной стойкостью к воздействию авиационных масел, топлива и гидрожидкостей [7]. Исследование свойств ЛКП в сравнении с применяющимися покрытиями на основе эпоксидных, полиуретановых, акриуретановых материалов в исходном состоянии и после воздействия факторов эксплуатации показало, что системы покрытий на основе фторполиуретановой эмали ВЭ-69 в 1,2 раза превосходят аналоги –

Исследование свойств фторполиуретановых покрытий на основе эмали ВЭ-69

Испытаниям подвергались покрытия, полученные при комнатной температуре. Выдержка покрытий до испытаний составила 10 суток.

Оценка адгезионных и физико-механических свойств до и после термостарения и перепада температур, а также декоративных свойств до и после ускоренных климатических испытаний проводилась на алюминиевых подложках (сплав Д16АТ Ан. окс. нхр. (сернохлорное анодное

Таблица 1. Адгезионные свойства системы ЛКП на основе фторполиуретановой эмали ВЭ-69

Система ЛКП	исходная	Адгезия, балл				
		после выдержки в дистиллированной воде			после термостарения 120 °С 500ч.	после перепада температур по циклу ЛИ-14 (10 циклов)
		1 сут.	7 сут.	14 сут.		
Грунтовка ЭП-0215 (2 сл.) + эмаль ВЭ-69 (2 сл.)	1	1	1	1	1	1

Таблица 2. Физико-механические свойства системы ЛКП на основе эмали ВЭ-69

Система ЛКП	Исходные			После термостарения 120 °С – 500 ч		
	эластичность, мм		прочность при ударе, Дж (см)	эластичность, мм		прочность при ударе, кС·см
	по Эриксену	по ШГ-1		по Эриксену	По ШГ-1	
Грунтовка ЭП-0215 (2 сл.) + эмаль ВЭ-69 (2 сл.)	6,35	3	5 (50)	4,8	3	50

Таблица 3. Декоративные свойства покрытия исходные и после ускоренных климатических испытаний в аппарате «Атлас»

Система ЛКП	Блеск, усл. ед.		Коэффициент яркости		Показатель белизны W, усл. ед.		Δ E
	исходный	после испытаний	исходный	после испытаний	исходный	после испытаний	
Грунтовка ЭП-0215 (2 сл.) + эмаль ВЭ-69 (2 сл.)	85	60	86,2	85,1	82,4	81,2	0,8

полимерных композиционных материалов от атмосферных воздействий (рис. 2).

Разработана комплексная система защиты сборочных единиц, которая включает неорганические покрытия, разделительные слои и систему ЛКП с эмалью ВЭ-69, обеспечивая надежность соединений алюминий–углепластик после экспозиции в течение 3000 ч в камере соляного тумана [4–6].

На основании недавних исследований на нашем предприятии были разработа-

серийно применяемые для окраски АТ полиуретановые эмали УР-1161, Aerodur С 21/100 UVR, HF A 132, Aerodur 5000 (AkzoNobel, Нидерланды) по стойкости к царапанью после воздействия агрессивных факторов и атмосферостойкости. Также данные ЛКП более грибостойки, обеспечивают защиту от коррозии алюминиевых, магниевых сплавов и сталей и по защитным свойствам превосходят серийную систему покрытий на основе эпоксидной эмали ЭП-140 (рис. 3).

оксидирование с наполнением хромпика или анодное оксидирование в сернохлорном электролите с уплотнением покрытия в растворе бихромата калия), предварительно загрунтованных ЭП-0215 (2 слоя, толщина одного слоя 15–20 мкм), эмаль наносилась в 2 слоя (толщина одного слоя 40–50 мкм).

Термостарение осуществлялось при температуре 120 °С в течение 500 ч. Перепад температур составлял от –60 °С до +120 °С, длился 10 циклов по ЛИ-14 (1 цикл: 1 ч при –60 °С, 2,5 ч

при +120 °С, 1 ч при -60°С, 2,5 ч при +120 °С, 17 ч при влажности 95 ± 2 %). Ускоренные климатические испытания проводились в течение 500 ч на аппарате «ATLAS 2000», работающем в попеременном режиме: 4 ч – воздействие УФ, 4 ч – воздействие водяного пара. Результаты испытаний сведены в таблицы (см. табл. 1, 2, 3).

По результатам проведенных исследований установлено, что покрытия на основе эмали ВЭ-69 обладают высокими физико-механическими (прочность при ударе по ГОСТ 4765, эластичность при растяжении по ОСТ 6-10-411-77 и изгибе по ГОСТ 31974) и адгезионными свойствами (ГОСТ 1514) покрытий в исходном состоянии и после выдержки в дистиллированной воде в течение 14 суток. Влагозащитные характеристики также были на высоком уровне:

- Водостойкость (после выдержки в воде в течение 24 ч) – внешний вид покрытия без изменения.
- Влагонабухаемость (после выдержки в воде в течение 24 ч) – 1,6 %.
- Паропроницаемость (при толщине пленки 50 мкм) – 6,5 мг/см² сутки.

Специалистами ФГУП «ВИАМ» была отработана технология нанесения ЛКП для окраски фюзеляжа, мотогондолы двигателя, а также для маркировочных обозначений на изделиях

ОАО «Ил». Система покрытий для защиты фюзеляжа самолета включает модифицированную эпоксидную грунтовку ЭП-0215М (2 слоя), фторполиуретановую эмаль различных цветов (2-3 слоя). Для защиты мотогондолы двигателя применяется система ЛКП на основе грунт-шпатлевки марки ВШ-20 (2 слоя) и эрозионностойкой эмали марки ВЭ-71 (2-3 слоя) [8-9].

Библиографический список

1. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // *Авиационные материалы и технологии*. – 2015. – № 1 (34). – С. 3-33.
2. Кондрашов Э.К., Кузнецова В.А., Семенова Л.В., Лебедева Т.А., Малова Н.Е. Развитие авиационных лакокрасочных материалов // *Все материалы: Энциклопедический справочник*. – 2012. – № 5. – С. 49-54.
3. Кондрашов Э.К., Кузнецова В.А., Семенова Л.В., Лебедева Т.А. Основные направления повышения эксплуатационных, технологических и экологических характеристик лакокрасочных покрытий для авиационной техники // *Журнал РХО им. Д.И. Менделеева*. – 2010. – Т. LIV, № 1. – С. 96-102.

4. Семенова Л.В., Нефедов Н.И. Применение эпоксидных модифицированных грунтовок в системах ЛКП // *Авиационные материалы и технологии*. – 2014. – № 3. – С. 38-44.

5. Нефедов Н.И., Семенова Л.В., Оносова Л.А. Исследование процессов отверждения фторполимерных композиций // *Все материалы: Энциклопедический справочник*. – 2013. – № 11. – С. 23-27.

6. Нефедов Н.И. Вопросы импортозамещения в лакокрасочных покрытиях // *Все материалы: Энциклопедический справочник*. – 2015 [в печати].

7. Семенова Л.В., Нефедов Н.И. Покрытия для защиты гидроагрегатов // *Труды ВИАМ*. – 2014. – № 2. – Ст. 05 (viam-works.ru).

8. Нефедов Н.И., Семенова Л.В. Тенденции развития в области конформных покрытий для влагозащиты и электроизоляции плат печатного монтажа и элементов радиоэлектронной аппаратуры // *Авиационные материалы и технологии*. – 2013. – № 1. – С. 50-52.

9. Нефедов Н.И., Семенова Л.В. Нанесение лакокрасочных покрытий методом «сырой по сырому» // *Авиационные материалы и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 39-42. ■

ОФИЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА



Российский союз промышленников и предпринимателей



Правительство Санкт-Петербурга



ТПП РФ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ – 2015

19-22

МАЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

18-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-КОНГРЕСС

ГЛАВНАЯ ТЕМА ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССНОЙ ПРОГРАММЫ

АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЭК

ЗАЩИТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ТРУБОПРОВОДОВ, МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ АППАРАТУРЫ:

- подготовка поверхности
- защитные материалы и покрытия
- электрохимическая защита
- оборудование для нанесения покрытий
- техническая диагностика и контроль качества,
- техническое обслуживание и ремонт



Организатор

EXPOFORUM

При поддержке

ГАЗПРОМ

Генеральный медиапартнер

Санкт-Петербург
tspspb.tv

Информационная поддержка

ПРОМЫШЛЕННАЯ ОКРАСКА

12+



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ
ПАВИЛЬОН G

ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1
+7 (812) 240 4040 (доб. 152, 153)
www.corrosion.expoforum.ru