

УДК 667.64

DOI: 10.18577/2071-9140-2014-0-s3-47-50

*Л.В. Семенова¹, Н.И. Нефедов¹***ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИСТЕМ ЛКП С ПОЛИУРЕТАНОВЫМИ ЭМАЛЯМИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ПОСЛЕ УДАЛЕНИЯ СТАРЫХ ЛКП***

Важным условием обеспечения надежной защиты изделий от коррозии является выбор лакокрасочных покрытий, которые при холодной сушке всех слоев обеспечивают высокую адгезию, физико-механические и защитные свойства.

Разработанные в ВИАМ эпоксидные грунтовки ЭП-0215, ЭП-0215М, ВГ-28, ВГ-37 в системе с полиуретановыми эмалями УР-1161, АК-1206, ВЭ-69 позволяют получить покрытия с необходимыми свойствами. Технология ремонта защитных покрытий включает решение комплекса задач: возможно полного удаления коррозии, оптимальной подготовки поверхности под окраску, применения ЛКП с высокими защитными свойствами. Применение местного химического оксидирования и комплексной технологии ремонта ЛКП на внешней поверхности изделий авиационной техники, включающей в себя различные методы удаления продуктов коррозии, оптимальную обработку поверхности химическими составами и нанесение высокоэффективных ЛКП, позволит значительно повысить надежность антикоррозионной защиты конструкций авиационной техники при ремонте изделий после эксплуатации.

Ключевые слова: лакокрасочные покрытия, полиуретановые эмали, технологии ремонта, смывки для ЛКП.

An important condition of ensuring articles reliable corrosion protection is the choice of paintwork coatings which provide a high adhesion, physicomechanical and protective properties during the cold drying of all layers. Epoxy primers EP-0215, EP-0215M, VG-28, VG-37 in the system with polyurethane enamels UR-1161, AK-1206, VE-69 developed in VIAM ensure necessary properties of the coatings. The protecting coatings repair technology includes the solution of the complex problem: maximal removal of corrosion, optimal surface pretreatment for painting, PWC with highly protective properties application. The local chemical oxidation and complex PWC repair technology application on the outer surface of aviation hardware including different methods of corrosion products removal, optimal surface treatment by chemical compositions and highly effective PWC will allow increasing considerably the reliability of aviation hardware structures anticorrosive protection during the articles repair after operation.

Keywords: paintwork coatings, polyurethane enamels, repair technologies, washing out for PWC.

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of aviation materials» State research center of the Russian Federation] E-mail: admin@viam.ru

*В работе принимали участие С.А. Каримова, Т.Г. Павловская, Т.А. Новикова.

Введение

Для окраски внешней поверхности самолетов и вертолетов в настоящее время широко применяются полиуретановые лакокрасочные покрытия. Несмотря на то, что они являются наиболее атмосферостойкими покрытиями, их сроки службы ограничены, и через 7–9 лет изделия требуют ремонта [1–3].

Специфика восстановления лакокрасочных покрытий состоит в том, что окраске подвергаются поверхности после удаления старых, зачастую устаревших видов покрытий, с последующим нанесением покрытий «холодного» отверждения. Технология удаления и восстановления ЛКП предусматривает:

- смывку старых лакокрасочных покрытий;
- обработку поверхности металла для улучшения адгезии ЛКП;
- нанесение новых ЛКП.

Следует также учитывать, что качество неметаллических неорганических покрытий (и прежде всего анодно-оксидного серноокислотного покрытия) на поверхности деталей существенно отличается от вновь нанесенных покрытий: нанесение ЛКП выполняется после удаления продуктов коррозии; ЛКП при ремонте могут применяться только с холодной сушкой в отличие от первоначально нанесенных на изделия ЛКП, содержащих слои горячей сушки.

Полиуретановые ЛКП отличаются от других покрытий высокой химической стойкостью и для их удаления необходимо применение высокоэффективных смывок. До настоящего времени использовались смывки, содержащие высокотоксичные компоненты (метиленхлорид, а в ряде случаев для усиления смывающего действия – добавку фенола), продолжительность смывки полиуретановых покрытий составляла >36 ч, авиационные

системы покрытий, содержащие эпоксидные грунтовки горячей сушки полностью смыть было сложно, требовалось проводить дополнительную обработку поверхности – ручное зашкуривание. Процесс снятия старого лакокрасочного покрытия был трудоемким и требовал дополнительных материальных затрат [4–6].

Материалы и методы

Разработанная в ВИАМ технология применения новых смывок для удаления ЛКП с внешней поверхности изделий авиационной техники состоит из технологии удаления ЛКП смывками и рекомендаций по очистке поверхности от остатков смывок и других загрязнений, обеспечивающей получение достаточно чистой поверхности, пригодной для нанесения лакокрасочного покрытия [7–10].

Исследование смывающего действия не содержащих фенола смывок (See Bee A-204B, See Bee A-292-NC-M и See Bee Paint Stripper E-2060) показало, что наиболее быстро удаляет полиуретановые покрытия смывка See Bee A-204B (в течение 5 мин) и смывка See Bee A-292-NC-M (в течение 40 мин). Разработана технология удаления лакокрасочных покрытий на основе полиуретановых и других эмалей с помощью негорючих смывок See Bee A-292-NC-M и See Bee A-204B с внешней поверхности изделий авиационной техники, оформлена ТР 1.2.1781–2003 «Удаление покрытий на основе полиуретановых и других эмалей с помощью негорючих смывок See Bee A-204B и See Bee A-292-NC-M с внешней поверхности самолетов и вертолетов», которая регламентирует:

- продолжительность выдержки смывки на покрытии для получения оптимального эффекта – чтобы снять старое покрытие и не повредить защитное покрытие на металле;
- как проводить очистку поверхности от остатков смывок и старых ЛКП – чтобы обеспечить адгезию ЛКП.

Применение разработанной технологии позволяет сократить продолжительность подготовки изделия к ремонту, снизить трудоемкость и стоимость ремонтных работ.

Следует иметь в виду, что применение грунтовочных покрытий не исключает тщательной подготовки поверхности металла. На поверхности металлических изделий всегда есть окалина, ржавчина, следы масла и другие загрязнения, которые способствуют ухудшению защитных свойств ЛКП. Поэтому подготовка поверхности перед окраской – исключительно важная стадия в процессе создания долговечного покрытия. Любое самое надежное лакокрасочное покрытие, нанесенное на заржавевшую поверхность, начнет разрушаться. Перед окраской продукты коррозии должны быть удалены.

Для более полного удаления остатков продуктов коррозии и предотвращения развития коррозии алюминиевых сплавов рекомендуется паста

ВИП-А, которая обеспечивает гарантированное удаление продуктов коррозии. Паста пассивирует зачищенную поверхность, способствует повышению адгезии ЛКП.

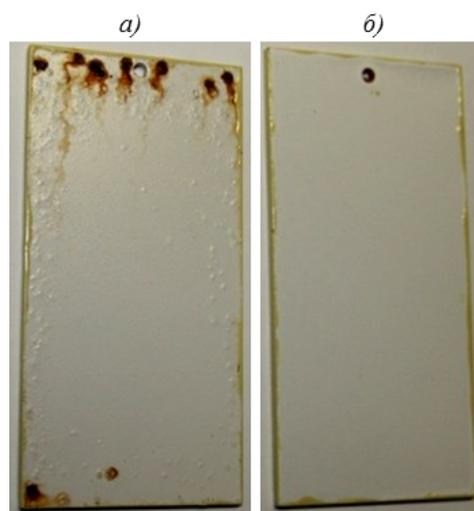
Для изучения влияния различных видов подготовки поверхности перед окраской на адгезию ЛКП поверхность образцов зачищали стеклянной шкуркой, губкой «Эффект», обрабатывали раствором для местного химического оксидирования. Оптимальную адгезию ЛКП (балл 1₁) обеспечивает местное химическое оксидирование.

Местное химическое оксидирование поверхности можно выполнять оксидирующим раствором или пастой ВПО-А в соответствии с действующей документацией.

Важным условием обеспечения надежной защиты изделий от коррозии является выбор лакокрасочных покрытий, которые при холодной сушке всех слоев обеспечат высокую адгезию, физико-механические и защитные свойства.

Результаты

Разработанные в ВИАМ эпоксидные грунтовки ЭП-0215, ЭП-0215М, ВГ-28 и ВГ-37 в системе с полиуретановыми эмалями УР-1161, АК-1206, ВЭ-69 позволяют получить покрытия с необходимыми свойствами [11–14]. Указанные системы покрытий обладают высокими защитными свойствами. Отсутствует распространение коррозии от надреза после испытания в течение >3 лет в натуральных условиях на климатической станции ГЦКИ (г. Геленджик). При испытании в камере солевого тумана (КСТ) системы покрытий на основе фторполиуретановой эмали ВЭ-69 в течение 3600 ч показано ее значительное превосходство по защитным свойствам перед серийной системой покрытий на основе эпоксидной эмали ЭП-140 (см. рисунок).



Внешний вид образцов из Ст.20 после испытания в камере солевого тумана (КСТ) с системами ЛКП на основе эмалей ЭП-140 (а) и ВЭ-69 (б)

Таблица 1

Влияние местного оксидирования на адгезию ЛКП* (образцы – клепаные, с крепежом)

Материал образца	Материал и покрытие крепежа	Обработка МХО	Адгезия,** балл (ГОСТ 15140-82)		
			в сухом состоянии	после выдержки в воде в течение, сут	
				1	14
Д16-АТ (Ан.Окс.нхр)	ВТ4 (Ан.Окс)	Без МХО	1/4	3/4	3/4
		С помощью пасты	1/1	1/2	(1-2)/2
	Сталь кадмированная	Без МХО	1/1	3/4	3/4
		С помощью пасты	1/1	(1-2)/2	(1-2)/(2-3)
	Сталь с цинк-фосфатным покрытием	Без МХО	1/1	3/4	3/4
		С помощью пасты	1/1	1/1	1/1

* Система ЛКП: лак АК-113ф (горячей сушки) + грунтовка ЭП-0208 + эмаль УР-1161.

** В числителе – адгезия к сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр), в знаменателе – к крепежу.

Таблица 2

Влияние химического оксидирования на адгезию ЛКП* после удаления старого ЛКП смывкой СНБ-9М

Система ЛКП	Обработка оксидирующей пастой	Адгезия, балл (ГОСТ 15140-82), после выдержки в дистиллированной воде в течение, сут	
		1	14
Грунтовка ЭП-0208 + эмаль УР-1161	Без обработки	4	4
	С обработкой	1	1

* Подложка: сплав Д16-АТ (Ан.Окс.нхр).

Одним из важных факторов, определяющих эксплуатационную стойкость покрытий, является обеспечение стабильной адгезии к фрезерованным головкам заклепок на внешней поверхности изделия. При обработке заклепок фрезами образуется гладкая глянцевая поверхность, на которой адгезионные характеристики ЛКП низки. Кроме того, в процессе производства неизбежно появляются участки с поврежденной анодной пленкой (царапины, пропиловки), которые также требуют дополнительной подготовки поверхности [15–17].

Применение химического оксидирования позволяет существенно повысить адгезию и защитные свойства ЛКП. Технология местного химического оксидирования (МХО) алюминиевых сплавов включает в себя обработку поверхности объемным абразивным материалом, обезжиривание бензином, оксидирование и промывку водой.

Химическое оксидирование производится путем нанесения на поверхность оксидирующего раствора тампоном или путем легкого натирания поверхности синтетической щеткой с раствором, или путем прикладывания к обрабатываемой поверхности хлопчатобумажных салфеток, смоченных в оксидирующем растворе. Опыт эксплуатации изделий с химически оксидированной поверхностью показал высокую эффективность этого метода.

Лучшим видом подготовки поверхности перед оксидированием является зачистка объемным абразивным материалом типа губки «Эффект».

Однако применение раствора для местного оксидирования на вертикальных и криволинейных поверхностях изделий затруднено, так как трудно удержать оксидирующий раствор на обрабатываемой поверхности в течение необходимого времени обработки.

Проведена работа по получению тиксотропных оксидирующих составов. Исследовано влияние различных неорганических и органических загустителей на тиксотропные свойства оксидирующего состава.

Разработанная оксидирующая паста не стекает с вертикальных и криволинейных поверхностей, хорошо наносится при помощи кисти и легко удаляется, образуя на поверхности качественное химическое оксидное покрытие.

Проведены испытания в камерах солевого тумана, влажности, тропического климата на образцах из различных алюминиевых сплавов.

Коррозионная стойкость химического оксидного покрытия в камере солевого тумана составила >1200 ч.

По своим защитным свойствам покрытия, полученные методом местного химического оксидирования, не уступают применяемым в отрасли покрытиям, наносимым с помощью оксидирующего раствора, и обеспечивают высокую адгезию и защитные свойства ЛКП.

На поверхности самолетов кроме головок алюминиевых заклепок имеются головки стальных и титановых болтов. Исследовано влияние на адгезию ЛКП к крепежу обработки оксидирующим раствором или оксидирующей пастой. Установлено, что указанная обработка оказывает положительное влияние на адгезию ЛКП к стальному и анодированному титановому крепежу (табл. 1).

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что после обработки клепаных образцов оксидирующей пастой улучшается адгезия ЛКП к головкам крепежа и к сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр).

Изучено влияние местного химического оксидирования на адгезию ЛКП к поверхностям самолета после удаления старого ЛКП. После приме-

нения метиленхлоридных смывок на поверхности остаются следы смывок, которые необходимо удалять промывкой растворителями 645 или P-5. Последующее обезжиривание поверхности также не гарантирует хорошей адгезии ЛКП.

Применение местного химического оксидирования внешней поверхности самолетов непосредственно перед окраской позволило решить эту проблему, добиться хорошей адгезии ЛКП к обработанной поверхности (табл. 2).

Заключение

Таким образом, применение местного химического оксидирования и комплексной технологии ремонта ЛКП на внешней поверхности изделий авиационной техники, включающей в себя различные методы удаления продуктов коррозии, оптимальную обработку поверхности химическими составами и нанесение высокоэффективных ЛКП, позволит значительно повысить надежность антикоррозионной защиты конструкций авиационной техники при ремонте изделий после эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботаревский В.В., Кондрашов Э.К. Технология лакокрасочных покрытий в машиностроении. М.: Машиностроение. 1978. С. 281–282.
2. Каблов Е.Н. Химия в авиационном материаловедении //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. №1. С. 3–4.
3. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года //Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 7–17.
4. Лакокрасочные покрытия /В кн. История авиационного материаловедения: ВИАМ – 75 лет поиска, творчества, открытий /Под общ. ред. Е.Н. Каблова. М.: Наука. 2007. С. 152–158.
5. Лакокрасочные покрытия /В кн. История авиационного материаловедения. ВИАМ – 80 лет: годы и люди /Под общ. ред. Е.Н. Каблова. М.: ВИАМ. 2012. С. 319–329.
6. Кондрашов Э.К., Кузнецова В.А., Семенова Л.В. и др. Развитие авиационных лакокрасочных материалов //Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. №5. С. 49–54.
7. Семенова Л.В., Малова Н.Е., Кузнецова В.А., Пожого А.А. Лакокрасочные материалы и покрытия //Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 315–327.
8. 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 //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. №1. С. 96–102.
9. Семенова Л.В., Кондрашов Э.К. Модифицированный бромэпоксидный лак ВЛ-18 для защиты полимерных композиционных материалов //Авиационные материалы и технологии. 2010. №1. С. 29–32.
10. 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.
11. Бейдер Э.Я., Донской А.А., Железина Г.Ф. и др. Опыт применения фторполимерных материалов в авиационной технике //Российский химический журнал. 2008. Т. LI. №3. С. 30–44.
12. Бузник В.М. Сверхгидрофобные материалы на основе фторполимеров //Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С. 29–34.
13. Кондрашов Э.К., Козлова А.А., Малова Н.Е. Исследование кинетики отверждения фторполиуретановых эмалей алифатическими полиизоцианатами различных типов //Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С. 48–49.
14. Нефедов Н.И., Семенова Л.В., Оносова Л.А. Исследование процессов отверждения фторполимерных композиций //Все материалы. Энциклопедический справочник. 2013. №11. С. 23–27.
15. Семенова Л.В., Родина Н.Д., Нефедов Н.И. Влияние шероховатости систем лакокрасочных покрытий на эксплуатационные свойства самолетов //Авиационные материалы и технологии. 2013. №2. С. 37–40.
16. Нефедов Н.И., Семенова Л.В. Нанесение лакокрасочных покрытий методом «сырой по сырому» //Авиационные материалы и технологии. 2013. №4. С. 39–42.
17. Кузнецова В.А., Семенова Л.В., Кондрашов Э.К., Лебедева Т.А. Лакокрасочные материалы с пониженным содержанием вредных и токсичных компонентов для окраски агрегатов и конструкций из ПКМ //Труды ВИАМ. 2013. №8 Ст. 05 (viam-works.ru).