



УДК 667.6

**ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Л.В. Семенова

кандидат технических наук

А.А. Козлова

Апрель 2013

Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ) – крупнейшее российское государственное материаловедческое предприятие, на протяжении 80 лет разрабатывающее и производящее материалы, определяющие облик современной авиационно-космической техники. 1700 сотрудников ВИАМ трудятся в более чем тридцати научно-исследовательских лабораториях, отделах, производственных цехах и испытательном центре, а также в четырех филиалах института. ВИАМ выполняет заказы на разработку и поставку металлических и неметаллических материалов, покрытий, технологических процессов и оборудования, методов защиты от коррозии, а также средств контроля исходных продуктов, полуфабрикатов и изделий на их основе. Работы ведутся как по государственным программам РФ, так и по заказам ведущих предприятий авиационно-космического комплекса России и мира.

В 1994 г. ВИАМ присвоен статус Государственного научного центра РФ, многократно затем им подтвержденный.

За разработку и создание материалов для авиационно-космической и других видов специальной техники 233 сотрудникам ВИАМ присуждены звания лауреатов различных государственных премий. Изобретения ВИАМ отмечены наградами на выставках и международных салонах в Женеве и Брюсселе. ВИАМ награжден 4 золотыми, 9 серебряными и 3 бронзовыми медалями, получено 15 дипломов.

Возглавляет институт лауреат государственных премий СССР и РФ, академик РАН, профессор Е.Н. Каблов.

Статья подготовлена для опубликования в журнале «Труды ВИАМ», №4,
2013 г.

Л.В. Семенова, А.А. Козлова

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье представлены сведения о разработанных лакокрасочных покрытиях, рекомендуемых для окраски полимерных композиционных материалов в авиационной технике.

Представлены свойства атмосферостойких, влагозащитных, эрозионностойких, экологически безопасных покрытий, применяемых для защитно-декоративной окраски полимерных композиционных материалов, используемых в конструкциях летательных аппаратов, для окраски интерьера пассажирских транспортных средств, а также для защиты контактных соединений алюминий - углепластик

Ключевые слова: *лакокрасочные материалы, покрытия, полимерные композиционные материалы, авиационные материалы, атмосферостойкость, адгезия, влагозащита, радиопрозрачность, эрозионностойкость*

L.V. Semenova, A.A. Kozlova

PAINT COATING FOR PROTECTION OF POLYMER COMPOSITES

The article presents information about the developed paintwork recommended for coloring polymer composites in aeronautical engineering.

The properties of weather resistant, weatherproof, erosion-resistant, environmentally friendly coatings used for protective and decorative painting of polymer composites used in the construction of aircraft for painting the interior of passenger vehicles, as well as to protect the contact joints aluminum - carbon fiber.

Key words: *paints, coatings, polymer composites, aircraft materials, weather resistance, adhesion, moisture protection, radio transparency, erosion-resistant*

Выбор системы лакокрасочного покрытия для полимерных композиционных материалов (ПКМ) необходимо проводить с учетом конструктивной особенности и условий эксплуатации изделий и конструкций. Надежность, долговечность и декоративный вид покрытия определяются целым рядом факторов: свойствами

лакокрасочного материала, схемой построения системы защитного покрытия, условиями и режимом формирования каждого слоя. Каждый в отдельности фактор и все они вместе играют важную роль в процессе получения качественного покрытия.

Условия эксплуатации изделий, изготовленных из полимерных композиционных материалов, могут быть очень разнообразны, поэтому и защитные системы лакокрасочных покрытий должны обеспечивать работоспособность и внешний вид изделий в условиях повышенной влажности, воздействия температуры, УФ-излучения, а для этого они должны обладать специальными характеристиками (оптическими, эрозионностойкостью, пожаробезопасностью, стойкостью к агрессивным жидкостям и др.)

Функционально покрытия могут быть отнесены к различным категориям, представленным на **слайде 2**.

Одной из важнейших задач при разработке систем покрытий для ПКМ является защита от влаги, которая характеризуется диффузионной проницаемостью и водопоглощением пленки покрытия.

Исследования по проницаемости полимерных пленок различных типов пленкообразующих, показали, что наименьшей проницаемостью обладают фторполимеры (**слайд 3**).

На их основе был разработан ряд материалов для окраски ПКМ (эмали ФП-566, ФП-5105, ВЭ-46 и др.), которые применяются и в настоящее время.

С учетом выявленных закономерностей на основе фторполиуретанового связующего разработана атмосферостойкая эмаль ВЭ-69 которая применяется не только для защиты полимерных композиционных материалов, но также для антикоррозионной защиты конструкций из алюминиевых, магниевых сплавов, сталей. (**слайд 5**)

Покрытия на ее основе могут эксплуатироваться в интервале температур от минус 60 до плюс 120⁰С, она обеспечивает высокую атмосферостойкость до 20 лет, стойкость к маслам, топливам, агрессивным жидкостям, грибостойкость.

Превосходит полиуретановые эмали УР-1161 и Aerodur C21/100UVR (Голландия)

- по стойкости к царапанию после воздействия агрессивных факторов на 15-20%,
- по атмосферостойкости (стойкости к УФ-излучению) и грибостойкости в 3 раза.

Фторполиуретановая эмаль ВЭ-69К рекомендуется в системах лакокрасочных покрытий для окраски авиационной и специальной техники, наземных объектов, требующих маскировки, а также автотранспортной техники. Может эксплуатироваться в интервале температур от минус 60 до плюс 135⁰С.

Эмаль ВЭ-69К обеспечивает требуемые специальные спектральные характеристики в диапазоне 400-1100 нм, высокую атмосферостойкость до 20 лет, стойкость к маслам, топливам, агрессивным жидкостям, грибостойкость.

Превосходит эмали АК-5178М и Aerodur HFA 132 (Голландия)

- по стойкости к царапанию после воздействия агрессивных факторов на 15-20%,
- по атмосферостойкости (сохранение цветовых характеристик) в 3 раза,
- по стабильности специальных спектральных характеристик в диапазоне 400-1100 нм.

С учетом увеличения объемов применения углепластиков в конструкциях самолетов необходимо отдельно рассматривать проблему защиты сборочных единиц, включающих контакт алюминиевых сплавов с углепластиком. Известно, что коррозия в такой паре возникает и развивается очень быстро, если имеется контакт металла с углеволокном.

Разработанная комплексная антикоррозионная защита, которая включает неорганические покрытия, разделительные слои и систему ЛКП на основе фторполиуретановой эмали ВЭ-69 позволяет обеспечить надежность таких соединений, испытания в КСТ в течение 3000 ч показали отсутствие коррозии как на лицевой стороне контактных образцов, так и на внутренней полости, а при отсутствии защиты сплошная коррозия алюминиевого сплава возникает через 200 ч. испытаний.

На **слайде 4** представлены результаты испытаний контактных образцов в КСТ: видно, что образцы без защиты выдерживают не более 200 часов и с комплексной защитой (3000 ч).

Известные сейчас системы покрытий для защиты обтекателей рекомендуются в основном горячей сушки. В настоящее время разработана радиопрозрачная система покрытий, включающая грунт-шпатлевку ВШ-21 и эмаль ВЭ-71 холодной сушки, с высокой эрозионной стойкостью, ремонтпригодную, с температурой эксплуатации до 220°C. (**слайд 5**)

ПКМ широко используются для изготовления лопастей, но здесь стоит задача совместить эрозионную стойкость и атмосферостойкость покрытия.

Чтобы обеспечить эрозионную стойкость в рецептуру эмали на основе полиуретанового связующего мы ввели нитевидные кристаллы, что позволило повысить эрозионную стойкость в 4-5 раз. Полиуретановая дисперсно-армированная эрозионностойкая эмаль ВЭ-62 применяется для защиты лопастей вертолетов и винтовентиляторных силовых установок, обеспечивает длительную защиту от минус 60°C до +100°C. На **слайде 6** представлена эрозионная стойкость покрытий в сравнении с серийно применяемыми эмалями.

Очень интересная стояла перед нами задача по разработке комплекса материалов для спасательных трапов. Для надувных оболочек из тканепленочных материалов разработано теплоотражающее покрытие ВЭ-72, которое обеспечивает чрезвычайно высокую стойкость к воздействию теплового потока (открытого пламени) более 30 мин. При этом оболочка не только не горит, она не теряет герметичность. Свойства представлены на **слайде 7**.

Трудно поверить, что всего несколько граммов алюминиевой пасты достаточно для защиты такой большой поверхности тканепленочного материала при горении. Но для того, чтобы добиться этого, необходимо было разработать не только рецептуру эмали, но и рецептуру пасты, технологию ее обработки и распределения в покрытии.

Большое значение сейчас уделяется экологически безопасным материалам. В частности для окраски интерьера у нас разработана водоразбавляемая эмаль ВЭ-67, соответствующая требованиям АП-25 по пожаробезопасности. Водоразбавляемых эмалей на рынке много, но ВЭ-67 разработана на водорастворимом полимере, который вообще не содержит растворителей, однако, в отличие от водоэмульсионных красок обеспечивает защиту подложки от влаги, имеет хорошую адгезию, грибостойкость, эластичность, не горит, не дымит, эмаль сохраняет свои свойства после неоднократной заморозки-разморозки. Эмаль выпускается различных цветов (**слайд 8**).

Разработанные в ВИАМ материалы, системы покрытий, технологии окраски позволяют надежно защищать конструкции из ПКМ, в том числе сборочные единицы, что подтверждается патентами РФ, дипломами и медалями международных выставок. Все эти материалы изготавливаются во ФГУП «ВИАМ» на производственном участке и поставляются по заказам предприятий.



**ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ
ЗАЩИТЫ ПОЛИМЕРНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

К.т.н. Семенова Л.В.

Москва 2013



Лакокрасочные покрытия авиационного назначения



Атмосферостойкие для декоративной и деформирующей окраски изделий
Антикоррозионные
Эрозионностойкие Радиопрозрачные
Теплоотражающие Термостойкие
Топливостойкие Влагозащитные Антистатические
Специальные составы для защиты крепежных и сварных соединений

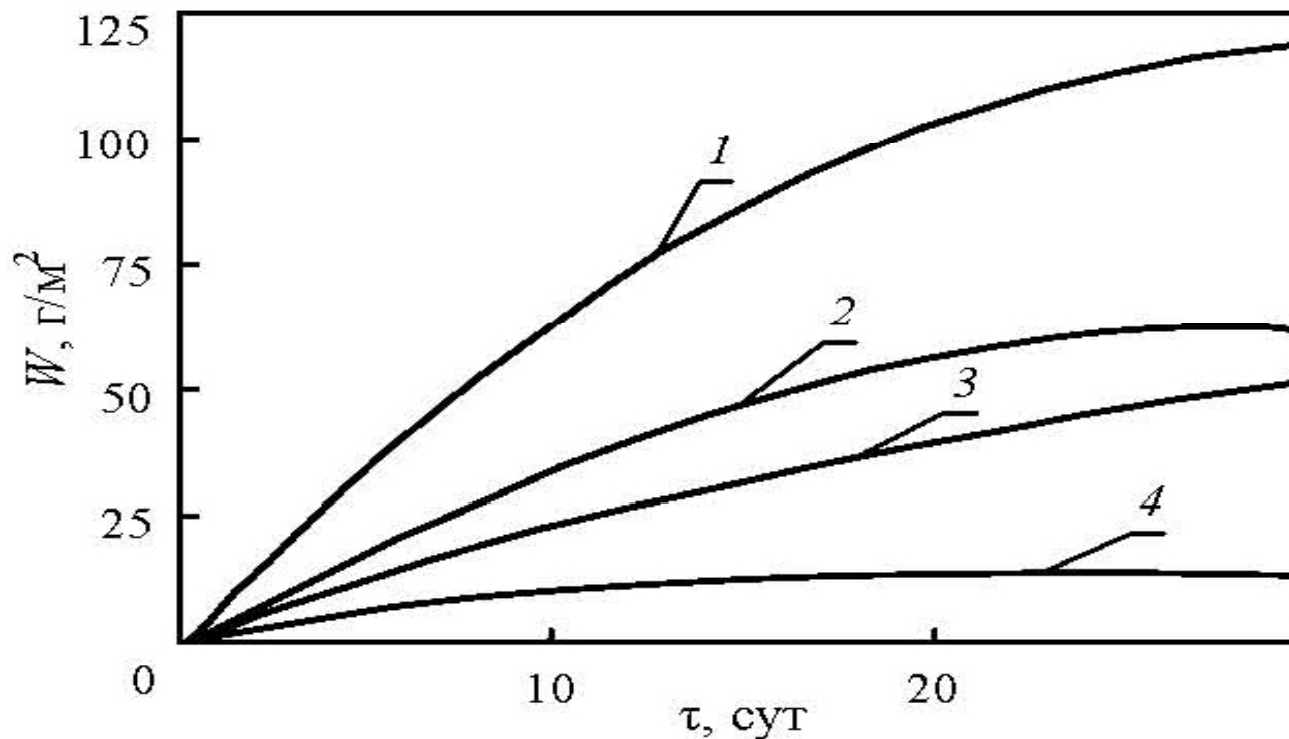


Рис. Зависимость влагонабухания ПКМ от продолжительности увлажнения:
1 - неокрашенный образец,
2 - перхлорвиниловая эмаль,
3 - эпоксидная эмаль, 4 – фторопластовая эмаль



Атмосферостойкие покрытия на основе фторсодержащих сополимеров для декоративной и деформирующей окраски изделий

4

ВЭ-69

Назначение: для окраски внешней и внутренней поверхности изделий, для антикоррозионной защиты конструкций из алюминиевых, магниевых сплавов и сталей, а также для защиты ПКМ от атмосферных воздействий

Внешний вид образцов алюминий-углепластик после экспозиции 3000 ч в КСТ



Без защиты



С комплексной защитой, включающей неорганические покрытия, разделительные слои и ЛКП на основе эмали ВЭ-69

ВЭ-69К

Назначение: для камуфлирующей окраски изделий, а также для долговременной (до 20 лет) антикоррозионной защиты алюминиевых сплавов и защиты ПКМ от атмосферного воздействия. Покрытие может эксплуатироваться в интервале $T = -60 \div +135 \text{ }^\circ\text{C}$





Грунт-шпатлевка ВШ-20 радиопрозрачная эрозионностойкая эмаль ВЭ-71

Назначение: для защиты
обтекателей из полимерных
композиционных материалов.

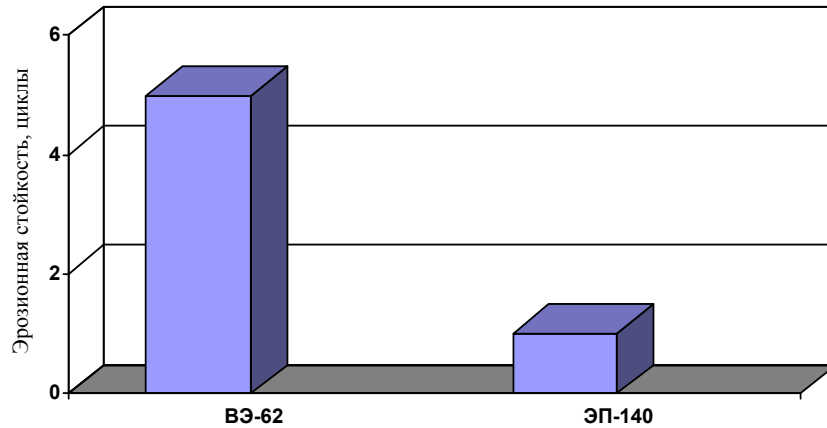
Обеспечивает:

- повышение эрозионной стойкости в 2 раза,
- атмосферостойкости в 1,5 раза,
- температуру эксплуатации до 220°C,
- замену импортной эмали ERC 5 (Великобритания)

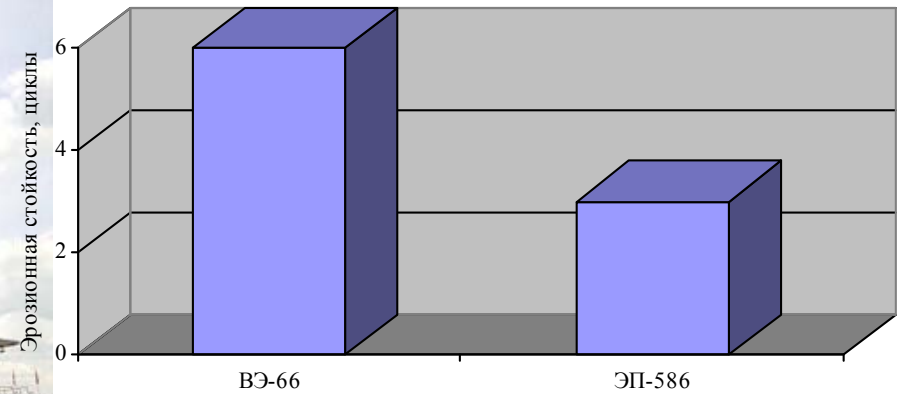




Эрозионностойкие покрытия



Эрозионная стойкость покрытия ВЭ-62 в сравнении с покрытием ЭП-140 при нормальной температуре



Эрозионная стойкость покрытия ВЭ-66 в сравнении с покрытием ЭП-586 при нормальной температуре



Теплоотражающее покрытие

7

Свойства покрытий	Теплоотражающая эмаль	Зарубежный аналог
Привес покрытия на герметичном эластичном материале, г/м ²	10-30	80-100
Продолжительность сохранения избыточного давления 200 кПа при воздействии внешнего теплового потока плотностью 17 кВт/м ²	>30 минут	40 секунд
Коэффициент отражения солнечной радиации, не менее	0,8	0,45
Блеск, %, не менее	80	30
Адгезия к герметичным эластичным материалам на основе тканей, балл	1	1





Водоразбавляемые эмали ВЭ-67

Назначение: для окраски интерьера пассажирских транспортных средств

Свойства покрытий	Водоразбавляемая эмаль
Содержание летучих органических растворителей, %	0
Пожаробезопасность: -остаточное горение, с -тепловыделение, кВт/м ²	0 (трудногорающая) 25
Адгезия к различным подложкам (бетон, ПКМ, металл), балл	1
Срок хранения неограничен	



Эмаль экологически безопасна, соответствует нормам АП-25 по пожаробезопасности

ЛИТЕРАТУРА

1. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года /В сб.: Авиационные материалы и технологии: Юбилейный науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии»). М.: ВИАМ. 2012. С. 7-17.
2. Гращенков Д.В., Чурсова Л.В. Стратегия развития композиционных и функциональных материалов /В сб.: Авиационные материалы и технологии: Юбилейный науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии») М.: ВИАМ. 2012. С. 231-242.
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 //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. №1. С. 96-102.
4. Семенова Л.В., Малова Н.Е., Кузнецова В.А., Пожога А.А. Лакокрасочные материалы и покрытия /В сб.: Авиационные материалы и технологии: Юбилейный науч.-технич. сб. (приложение к журналу «Авиационные материалы и технологии»). М.: ВИАМ. 2012. С. 315-327.