

УДК 620.193

Д.В. Чесноков¹, Л.И. Авдюшкина¹, Е.А. Ефимова¹**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ИНГИБИРОВАННЫХ СОСТАВОВ
ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ САМОЛЕТОВ ОТ КОРРОЗИИ**

DOI: 10.18577/2071-9140-2016-0-S2-11-14

Определены антикоррозионные свойства опытного профилактического состава в условиях воздействия повышенной влажности (WKL-100) и камеры солевого тумана (KCT-35) на образцах из алюминиевых сплавов Д16-Т и Д16-АТ. Результаты сопоставлены со свойствами известных защитных составов: Cor Ban 35, Dinitrol AV-40, НГ 222АФ (ТУ38.401-58-215-98), ПИНС АТ (ТУ38.401-58-120-95).

Проведенные испытания показали высокие защитные свойства опытных составов. Свойства исследованных партий материалов позволяют выбрать рецептуру состава для применения в технологических процессах для дополнительной защиты материалов деталей и узлов авиационной техники.

Ключевые слова: коррозия, тонкопленочные ингибированные нефтяные составы (ПИНСы), профилактические составы, авиация, воздушное судно, авиационные материалы, алюминиевые сплавы Д16-Т и Д16-АТ, влажность, солевой туман.

In this work, anti-corrosion properties of experiment compound in conditions of high humidity (WKL-100) and the salt spray chamber (FTC-35) are determined. Investigations were carried out on samples aluminum alloys D16-T, D16-AT. For comparison we used well known protecting compounds: Cor Ban 35, Dinitrol AV-40, NG 222AF (TU38.401-58-215-98), PINS AT (TU38.401-58-120-95). This study showed high protective properties of experimental compound. Properties of the investigated materials batches allow us to recommend compound composition for use in manufacturing processes to additionally protect the materials of parts and units of aircraft.

Keywords: corrosion, thin-film inhibited oil compositions, preventive compositions, aviation, aircraft, aviation materials, aluminum alloys D16-T and D16-AT, humidity, salt fog.

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

Введение

Работа выполнена в рамках реализации комплексного научного направления 17.7. «Лакокрасочные материалы и покрытия на полимерной основе» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года») [1].

Развитие материалов и технологий является важной составляющей стратегического направления развития различных отраслей промышленности и создания специальной техники нового поколения [2, 3].

В авиастроении при изготовлении конструкций самолетов и вертолетов используется широкая номенклатура металлических материалов: алюминиевые, магниевые, титановые сплавы, стали различного химического состава, а также большое количество неметаллических материалов [4]. Для защиты от коррозии изделий авиационной промышленности на стадии изготовления используют различные системы лакокрасочных, неметаллических неорганических и других защитных покрытий [5, 6]. Но опыт эксплуатации воздушных судов, в том числе в жестких климатиче-

ских условиях в районах с морским и тропическим климатом, показал, что противокоррозионная защита этих самолетов оказалась недостаточно эффективной [7].

Коррозия металлических элементов несущей конструкции планера является одной из проблем, возникающих при эксплуатации воздушных судов, особенно базирующихся на крупных приморских аэродромах. Атмосфера, насыщенная соединениями хлора, сероводорода и т. п., в сочетании с высокой относительной влажностью создают благоприятные условия для образования коррозионно-активных электролитов, воздействие которых приводит к развитию биоповреждений и коррозионных поражений в процессе эксплуатации воздушного судна [8].

В настоящее время для профилактики возникновения коррозионных поражений ведущие мировые производители авиатехники рекомендуют различные антикоррозионные покрытия на полимерной основе, среди которых можно выделить такие составы, как Cor Ban 35 (производство фирмы Zip-Chem Products, США), Dinitrol AV-40 (производство фирмы Dinol, Швеция), ПИНС АТ

по ТУ38.401-58-120-95 (производство ОАО НК «Роснефть»–МЗ «Нефтепродукт», Россия) [9].

Среди тенденций развития материалов в мире определены приоритетные направления развития материалов и технологий для комплексной защиты от коррозионных и биоповреждений. Тем не менее даже применение указанных защитных покрытий в полной мере не предотвращает появления коррозии, поэтому необходимо разрабатывать новые, более эффективные составы [10].

В РФ выпускался профилактический ингибированный состав марки НГ 222АФ (ТУ38.401-58-215-98), обладавший отличными защитными и дезинфицирующими свойствами. Этот состав позволял одновременно защитить поверхность узлов и деталей, хранящихся на открытых площадках, от коррозии, грибов и плесени в различных климатических зонах [11]. В настоящее время письмом ОАО НК «Роснефть»–МЗ «Нефтепродукт» от 01.11.2013 г. №02-1109 сообщено о прекращении выпуска состава. В связи с этим возникает насущная проблема его полноценной замены: создания нового профилактического ингибированного состава, не уступающего по защитным свойствам зарубежным составам и одновременно обладающего фунгицидными и биоцидными свойствами по отношению к плесневым грибам и бактериям, вызывающим коррозию металлов в процессе эксплуатации воздушного судна.

В ВИАМ на основе инновационной технологии проводится работа с целью создания профилактического ингибированного состава вместо снятого с производства состава НГ 222АФ [12]. В настоящее время разработана рецептура опытных партий состава, полностью основанного на отечественном сырье.

В качестве растворителя применяют толуол,

ацетон и др. Использование растворителя, с одной стороны, регулирует вязкость композиции, с другой – облегчает равномерное распределение компонентов.

В ранее проведенных работах определены некоторые функциональные и защитные свойства водовытесняющих ингибированных составов (табл. 1).

Опытная партия данного состава в течение нескольких месяцев успешно прошла испытания в лабораторных условиях. Это дает основания (при уточнении рецептуры) для его возможного использования в качестве защитного средства от коррозии воздушных судов.

Целью данной работы явилось определение защитных свойств опытного защитного состава и сравнение его свойств с функциональными и защитными свойствами известных ингибирующих пленкообразующих [13] составов, таких как Cor Van 35, Dinitrol AV-40, ПИНС АТ и НГ 222АФ.

Материалы и методы

Защитные свойства партии опытного состава сравнивали со свойствами ингибирующих пленкообразующих составов Cor Van 35, Dinitrol AV-40, ПИНС АТ (ТУ38.401-58-120-95) в лаборатории коррозии и защиты металлов ФГУП ВИАМ (Россия, г. Москва).

Защитные свойства вышеуказанных составов определяли по результатам экспозиции образцов во влажной (WKL-100) и солевой (KCT-35) камерах по ГОСТ 9.054-80 [14] на следующих материалах: на листовом полуфабрикате из сплава Д16-АТ, на алюминиевом сплаве Д16-Т с удаленной технологической плакировкой [15].

Опытная партия состава состояла из двух растворов: основы и отвердителя. Состав для нанесения готовили следующим образом: к 100 г основы

Таблица 1

Краткая характеристика функциональных и защитных свойств водовытесняющих ингибированных составов

Показатели	Значения показателей для состава			
	Dinitrol AV-40 (Швеция)	Cor Van 35 (Англия)	русского производства	
			ПИНС АТ, НГ 222АФ	опытного
Цвет пленки на металлической поверхности	Коричневый	Красно-коричневый	Коричневый	Темно-серый
Толщина пленки, мкм	40	20	50	40
Продолжительность предварительного высыхания при 20°C, ч	1	1	1	1
Проникающая способность, мм	43,5	60	30	50
Водовытесняющая способность, мм	90	90	60	–
Температура применения, °C	От -40 до +250	От -40 до +150	От -40 до +100	От -65 до +150

Таблица 2

Результаты испытаний металлических образцов с нанесенными составами после 420 ч испытаний в климатической (влажной) камере WKL-100 при температуре $20\pm 5^\circ\text{C}$ и относительной влажности $98\pm 2\%$ (ГОСТ 9.054–80)

Сплав	Коррозия, % площади пораженной поверхности после экспозиции состава			
	ПИНС АТ	Dinitrol AV-40	Cor Ban 35	опытного
Д16-АТ (плакированный неанодированный)	Без изменений			
Д16-Т (с удаленной плакировкой)	Без изменений			

Таблица 3

Результаты определения защитных свойств профилактических составов в камере солевого тумана (ГОСТ 9.054–80) в течение 420 ч

Сплав	Коррозия, % площади пораженной поверхности после экспозиции состава			
	ПИНС АТ	Dinitrol AV-40	Cor Ban 35	опытного
Д16-АТ (плакированный неанодированный)	Без изменений			
Д16-Т (с удаленной плакировкой)	Без изменений			

добавляли 20 г отвердителя и тщательно перемешивали; на все подготовленные металлические образцы кистью наносили слой композиции; через 24 ч на образцах образовалась сухая гладкая прозрачная пленка толщиной 20–40 мкм (для измерения использовали цифровой микрометр).

Для оценки коррозионного поведения выбранных составов на поверхности металлических материалов и определения защитных свойств образовавшихся пленок проведены ускоренные лабораторные испытания в условиях камеры солевого тумана (КСТ-35) при температуре 35°C с периодическим распылением 5%-ного раствора хлористого натрия и конденсацией его на поверхности образцов. Продолжительность экспозиции в КСТ-35 составила 420 ч. Испытания в условиях повышенной влажности ($98\pm 2\%$) проводили в течение 420 ч в климатической камере WKL-100 при температуре $20\pm 5^\circ\text{C}$.

Оценку защитной способности составов осуществляли по изменению внешнего вида образцов после окончания экспозиции и с ежедневным визуальным осмотром ($\times 36$) в течение первых пяти суток испытаний и в последующем – один раз в пять суток.

Результаты

Результаты оценки защитной способности испытуемого опытно-профилактического ингибирующего состава (ПИНС) приведены в табл. 2 и 3.

Из анализа результатов экспозиции в климатической камере видно, что за 420 ч все указанные составы надежно защищают металлические образцы. Следовательно, опытный состав обладает защитными свойствами, равными свойствам аналогов.

Анализ результатов испытаний в камере КСТ-35 показал, что данный опытный состав (один слой) защитил поверхность образцов обоих использованных металлов. За 420 ч испытаний опытный состав не растрескался и не отшелушился от металлической основы.

Из анализа данных видно, что опытный состав защищает поверхность всех образцов при испытаниях во влажной и солевой камерах.

Обсуждение и заключения

На образцах из алюминиевых сплавов Д16-АТ и Д16-Т с удаленной технологической плакировкой проведено исследование защитных свойств опытного профилактического состава в сравнении с составами Cor Ban 35, ПИНС АТ (ТУ38.401-58-120-95) и Dinitrol AV-40 во влажной и солевой камерах.

Проведенные испытания показали, что опытная партия состава защищает алюминиевый сплав Д16-Т, и позволяют рассматривать его как основу для определения рецептуры разрабатываемого состава.

ЛИТЕРАТУРА

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. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
2. 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.

3. Каблов Е.Н. Авиакосмическое материаловедение // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2008. №3. С. 2–14.
4. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. II. Релаксация исходной структурной неравновесности и градиент свойств по толщине // Деформация и разрушение материалов. 2010. №12. С. 40–46.
5. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. I. Механизмы старения // Деформация и разрушение материалов. 2010. №11. С. 19–27.
6. Каблов Е.Н., Петрова А.П., Нарский А.Р. Г.В. Акимов – создатель отечественной науки о коррозии // История науки и техники. 2009. №11. С. 12–15.
7. Зайцева Е.И., Донской А.А. Новые полисульфидные герметики для авиационной промышленности // Клеи. Герметики. Технологии. 2009. №3. С. 18–23.
8. Кириллов В.Н., Старцев О.В., Ефимов В.А. Климатическая стойкость и повреждаемость полимерных композиционных материалов, проблемы и пути решения // Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 412–423.
9. Каблов Е.Н., Старцев О.В., Кротов А.С., Кириллов В.Н. Климатическое старение композиционных материалов авиационного назначения. III. Значимые факторы старения // Деформация и разрушение материалов. 2011. №1. С. 34–40.
10. Семенова Л.В., Нефедов Н.И. Покрытия для защиты гидроагрегатов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2014. №2. Ст. 05. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 01.08.2016). DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-2-5-5.
11. Каримова С.А., Павловская Т.Г. Разработка способов защиты от коррозии конструкций, работающих в условиях космоса // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2013. №4. Ст. 02. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 01.08.2016).
12. Зайцева Е.И., Чурсова Л.В. Исследование микробиологической стойкости полисульфидного герметика с новыми антисептическими добавками // Клеи. Герметики. Технологии. 2012. №1. С. 16–20.
13. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент. Применение: справочник / под ред. В.М. Школьников. 2-е изд. М.: Техинформ, 1999. С. 384, 386.
14. ГОСТ 9.054–80. Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы консервационные. Масла, смазки и нефтяные ингибированные тонкопленочные покрытия. Методы ускоренных испытаний защитных свойств. М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1980. С. 6–7.
15. Антипов В.В., Сенаторова О.Г., Ткаченко Е.А., Вахромов Р.О. Алюминиевые деформируемые сплавы // Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 167–182.