



Покрyтия из порошковых фторопластов

Э.Я. Бейдер

Г.Н. Петрова

Э.К. Кондрашов

Октябрь 2012



Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ) – 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 30 научно-исследовательских лабораториях, отделах, производственных цехах и испытательном центре, а также в 4 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
«Пластические массы», № 1, 2013 г.

Электронная версия доступна по адресу: www.viam.ru/public



Покрытия из порошковых фторопластов

Э.Я. Бейдер, Г.Н. Петрова, Э.К. Кондрашов

Всероссийский институт авиационных материалов

В статье приведены свойства порошковых фторопластов и покрытий на их основе. Рассмотрена зависимость адгезии покрытия к металлу от способа подготовки поверхности лакируемого изделия, а также влияние различных факторов (влаги, температуры, микробиологической среды) на эксплуатационные свойства покрытий из порошковых фторопластов.

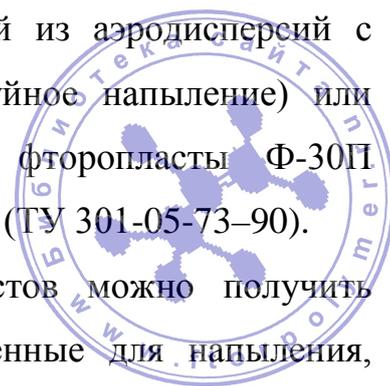
Ключевые слова: фторопласты, порошковые покрытия, пленкообразование, адгезия, насыпная плотность, растекаемость, подготовка поверхности.

In the article properties of powder fluoroplastics and covers on their basis are resulted. The dependence of adhesion of a cover to metal from a way of surface preparation of a planned product, and also influence of various factors (a moisture, temperature, the microbiological environment) on operational properties of covers from powder fluoroplastics is considered.

Key words: fluoroplastics, powder covers, filming, adhesion, bulk density, spreadability, surface preparation.

Практически все плавкие фторопласты, выпускаемые в виде порошков, могут быть использованы для получения покрытий из аэродисперсий с наложением электростатического поля (электроструйное напыление) или плазмы. Наиболее широкое применение нашли фторопласты Ф-30П (ТУ П-236-70), Ф-40П (ТУ 301-05-17-89), Ф-4МБ «П» (ТУ 301-05-73-90).

Качественные покрытия из плавких фторопластов можно получить только в том случае, когда порошки, предназначенные для напыления,



обладают высокой насыпной плотностью, достаточной растекаемостью и термостабильностью при температуре пленкообразования, а также высоким значением показателя текучести расплава (табл. 1).

Таблица 1.

Свойства порошковых фторопластов

Наименование свойств	Фторопласты		
	Ф-30П	Ф-40П	Ф-4МБ «П»
Внешний вид	Однородный белый порошок без видимых посторонних включений		
Массовая доля влаги, %, не более	0,05–0,10	0,05	0,05
Насыпная плотность, кг/м ³	240–400	350–400	450
Показатель текучести расплава, г/10 мин, при температуре (°С)	>8,0	>8,0	5,5–8,0 (300)
Растекаемость, %, не менее	150	135–150	140
Термостабильность, %, не более, при температуре (°С)	–	0,2–0,3 (275)	0,25 (300)
Дисперсность, мкм, не более	150	150	150
Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	$3,5 \cdot 10^{16}$	–	$5,5 \cdot 10^{15}$
Диэлектрическая проницаемость	2,6	–	2,2
Тангенс угла диэлектрических потерь	$0,9 \cdot 10^{-2}$	–	$1,2 \cdot 10^{-3}$

С целью снижения пористости покрытия порошки перед напылением следует просушить, термообработать и просеять через сито №0,2.

Физико-механические свойства покрытий из порошковых фторопластов приведены в табл. 2.

Фторопластовые покрытия могут также длительно эксплуатироваться при повышенных температурах. Механические свойства пленок фторопластов Ф-30П, Ф-40П, Ф-4МБ «П» практически не изменяются после 2000 ч экспозиции при температурах 130, 180 и 220°С соответственно.

Адгезионные свойства фторопластовых покрытий в значительной степени определяются способом подготовки поверхности лакируемых изделий (табл. 3). Применение грунтов и химическое модифицирование поверхности позволяет не только в 2–3 раза повысить адгезию фторопластовых покрытий к алюминиевым и стальным подложкам, но и стабилизировать ее во времени, в том числе при эксплуатации в жидких средах.



Таблица 2.

Физико-механические свойства фторопластовых покрытий

Наименование свойств	Фторопласты		
	Ф-30П	Ф-40П	Ф-4МБ «П»
Блеск, %	20–30	28–30	30–40
Плотность, кг/м ³	1680	1680	2110
Прочность при разрыве, МПа	35–40	22–28	16–20
Относительное удлинение при разрыве, %	200	100–150	100–250
Стойкость к удару, кгс·см (удар по покрытию/по подложке)	50/50	50/50	50/50
Эластичность по Эриксену, мм	5	5	5
Адгезия к алюминиевой фольге, г/см	400–500	200	300
Диапазон рабочих температур, °С	-60÷+130	-60÷+180	-60÷+220
Абразивостойкость, мм/цикл, при температуре, °С:			
20	0,0096	0,0096	0,0072
120	0,007	0,01	0,0072
190	–	0,01	0,025

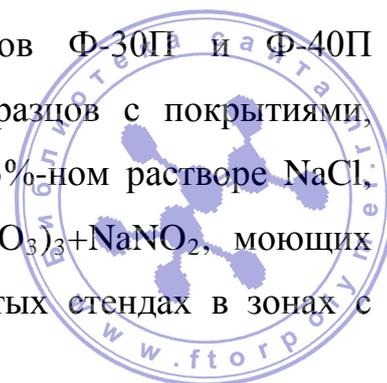
Таблица 3.

Адгезионные свойства фторопластовых покрытий

Материал покрытия	Подготовка поверхности подложки (грунт)	Прочность при расслаивании, г/см	
		исходная	после выдержки в воде в течение 10 сут
Ф-30П	Обезжиривание бензином	400–500	200–300
	Грунт Ф-30П + SiO ₂	800	700
	Сульфохромирование	800	200
	Сульфохромирование + подслои*	1000	900
Ф-40П	Обезжиривание бензином	200	100
	Грунт Ф-40П + SiO ₂	950	300
	Сульфохромирование	600	400
	Сульфохромирование + подслои*	550	200
Ф-4МБ «П»	Обезжиривание бензином	300	150
	Сульфохромирование	750–800	300
	Сульфохромирование + подслои*	850	400

* Состав подслоя – 5%-ный раствор АГМ-9.

Защитные свойства покрытий из фторопластов Ф-30П и Ф-40П достаточно высокие. Испытания металлических образцов с покрытиями, проведенные в тропической камере, морской воде, 3%-ном растворе NaCl, 10%-ном растворе H₂SO₄, кипящем растворе Ca(NO₃)₂+NaNO₂, моющих составах, растворах гальванических ванн, на открытых стендах в зонах с



субтропическим и тропическим климатом, показали, что свойства покрытий (снятых с образцов пленок) остаются практически без изменения, коррозии металла под защитной пленкой не обнаружено.

Таблица 4.

Электрофизические свойства покрытий

Марка материала	Температура старения, °С	Время старения, ч	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом·м	Тангенс угла диэлектрических потерь при частоте		Диэлектрическая проницаемость при частоте	
				10 ³ Гц	10 ⁶ Гц	10 ³ Гц	10 ⁶ Гц
Ф-30П	20	–	1·10 ¹⁶	1,7·10 ⁻³	5,1·10 ⁻³	2,7–2,9	2,7–2,9
	130	500	1·10 ¹⁶	1,7·10 ⁻³	5,1·10 ⁻³	–	–
Ф-40П	20	–	1·10 ¹⁶	1,7·10 ⁻³	7·10 ⁻³	3,1	3,2
	200	500	1,2·10 ¹⁶	1,7·10 ⁻³	6,7·10 ⁻³	2,7	4,2
	200	2000	1,3·10 ¹⁶	2,6·10 ⁻³	6,5·10 ⁻³	3,5	4,2
Ф-4МБ «П»	20	–	2,0·10 ¹⁷	1,0·10 ⁻³	–	2,1–2,2	2,1–2,2
	200	100	5,4·10 ¹⁷	–	–	–	–

Фторопластовые покрытия отличаются друг от друга грибостойкостью: покрытия из Ф-30П и Ф-40П не устойчивы к воздействию грибов (балл грибостойкости – 3), из Ф-4МБ «П» – устойчивы (балл грибостойкости – 1). Однако грибы и образующаяся плесень легко удаляются с поверхности покрытий, механические характеристики пленок при этом остаются на исходном уровне.

Покрытия из порошковых фторопластов обладают высокими электро- и радиотехническими свойствами, которые мало зависят от температуры.

Покрытия из порошковых фторопластов нашли широкое применение как защитные, электроизоляционные, абразивостойкие и антиадгезионные покрытия для металлических поверхностей.

Список литературы:

1. Бейдер Э.Я., Петрова Г.Н. Свойства покрытий из порошковых красок – Сб. «Авиационные материалы и технологии», вып. «Лакокрасочные материалы и их применение», М., ВИАМ, 2003, с. 61–73.
2. Бейдер Э.Я., Петрова Г.Н. Электроизоляционные свойства порошковых покрытий – Сб. «Авиационные материалы и технологии», вып. «Лакокрасочные материалы и их применение», М., ВИАМ, 2003, с. 73–78.



3. Бейдер Э.Я., Виноградова Л.М. и др. – ВМС, т. XII, №3, 1970, с. 222–225.
4. Петрова Г.Н., Румянцева Т.В. и др. – Термоэластопласты – новый класс полимерных материалов – Сб. «Авиационные материалы и технологии», вып. 4 «Термопластичные материалы», М., ВИАМ, 2010, с. 20–25.
5. Ерасов В.С., Котова Е.А. Эрозионная стойкость авиационных материалов к воздействию твердых (пылевых) частиц. – Сб. «Авиационные материалы и технологии», М., ВИАМ, 2011, №3, с. 30–36.

