

УДК 667.638.2

DOI: 10.18577/2071-9140-2014-0-3-38-44

Л.В. Семенова<sup>1</sup>, Н.И. Нефедов<sup>1</sup>**ПРИМЕНЕНИЕ ЭПОКСИДНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГРУНТОВОК В СИСТЕМАХ ЛКП\***

Для повышения надежности защиты изделий авиационной техники (АТ) разработаны модифицированные эпоксидные грунтовки ВГ-27, ВГ-34 и ЭП-0215М. Приведены результаты сравнительных испытаний с отечественными и импортными материалами. Разработанные в ВИАМ грунтовки ВГ-27, ВГ-34 и ЭП-0215М обладают лучшими адгезионными свойствами, водостойкостью, термостойкостью, устойчивостью к авиационным жидкостям, а также более экологичны по сравнению с отечественными и импортными аналогами. Модифицированные эпоксидные грунтовки могут применяться в системах покрытий с акриловыми, эпоксидными, полиуретановыми эмалями и способны обеспечить защиту изделий авиационной техники нового поколения.

**Ключевые слова:** лакокрасочные материалы, модифицированные эпоксидные грунтовки, системы лакокрасочных покрытий, авиационные материалы.

To improve the reliability of protection products aviation technology (AT) developed modified epoxy primer VG-27, VG-34 and EP-0215M. The results of comparative tests with domestic and imported materials. Developed in VIAM primer VG-27, VG-34 and EP-0215M have better adhesion properties, water resistance, heat resistance, resistance to aviation fluids, as well as more environmentally friendly compared with domestic and foreign analogs. Modified epoxy primer can be used in coating systems with acrylic, epoxy, polyurethane enamels and able to protect a new generation of AT products.

**Keywords:** paint-and-lacquer materials, modified epoxy primers, painting systems, aviation materials.

<sup>1</sup>Федеральное 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: Э.К. Кондрашов, В.А. Кузнецова, А.А. Козлова.

**Введение**

Развитие авиационной техники обуславливает необходимость повышения надежности защиты изделий и создание покрытий, обладающих улучшенными адгезионными и противокоррозионными свойствами и более экологичных [1–5].

**Материалы и методы**

Для защитно-декоративной окраски изделий авиационной техники наиболее часто применяются грунты и эмали на акриловой, эпоксидной и полиуретановой основах. Грунты изготавливаются преимущественно с применением эпоксидных и акриловых пленкообразующих [6–8].

Для улучшения эксплуатационных свойств эпоксидного грунта разработана композиция на основе эпоксидного связующего, модифицированная акриловым сополимером. Введение акрилового сополимера в эпоксидную структуру приводит к уменьшению продолжительности высыхания, улучшению адгезионных свойств и повышению эластичности грунтовочного покрытия.

Следующим существенным требованием для грунта является экологичность – в связи с тем,

что защитное действие грунта определяется в значительной степени противокоррозионными пигментами на основе токсичных хроматов. В результате проведенного исследования установлена возможность подбора состава пигментов меньшей токсичности – это противокоррозионные пигменты на основе фосфатов и молибдатов [9–11].

С учетом эксплуатационных требований разработана грунтовка марки ВГ-27 (ТУ1-595-15-497-96). Сушка грунтовки проводится по режиму: 12–35° С, 4–9 ч; твердость пленки грунтовки 0,4 усл. ед.; адгезия к алюминиевому сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр) составляет 1–2 балла; эластичность по шкале гибкости – не более 3 мм, прочность пленки при ударе 5 Дж. Покрытие грунтовки устойчиво к периодическому обливу керосином, бензином, минеральными и синтетическими маслами, жидкостью НГЖ, к обезжириванию растворителем Нефрас С2-80/120.

**Результаты**

В табл. 1–6 приведены результаты сравнительных испытаний грунтовки ВГ-27 и грунтовок аналогичного назначения: отечественной марки ЭП-076АК и двух грунтовок фирмы Akzo-Nobel (CF 37047 и CF 37063), а также этих грун-

Таблица 1

**Результаты адгезионных испытаний по ГОСТ 15140 (7 сут выдержки в воде)  
покрытий на сплаве Д16-АТ (Ан.Окс.нхр)**

Грунт холодной сушки	Адгезия*, балл, систем покрытий					
	Грунт		ЭП-0215**	ЭП-0214**	ЭП-0208**	Местное оксидирование
	2 слоя	1 слой				
ВГ-27	1	1/1	1/1	1/1	1/1	1/1
ЭП-076АК	3	3/2	1/1	1/1	1/1	1/1
CF 37047	2	4/3	1/1	1/1	1/1	1/1
CF 37063	3	4/2	1/2	1/1	1/-	1/2

\* В числителе – с грунтом и эмалью АК-1206 (холодной сушки, 2 слоя), в знаменателе – с грунтом и эмалью АС-1115 (3 слоя).

\*\* Грунт горячей сушки (100°C, 2 ч).

Таблица 2

**Коррозионная стойкость систем покрытий на сплаве Д16-АТ (Ан.Окс.нхр)  
в камере влажности (при 25°C; φ=100%)**

Грунт холодной сушки	Результаты испытаний* после выдержки в течение 2 мес систем покрытий		
	Грунт (1 слой)	ЭП-0215**	ЭП-0208**
ВГ-27	Без изменений	Без изменений	Без изменений
ЭП-076АК	Сыпь (60%)/Без изменений	То же	То же
CF 37047	Без изменений	-«-	-«-
CF 37063	Сыпь (70%)/Сыпь (80%) и мелкие пузыри	Без изменений/Сыпь (70%)	Без изменений/Сыпь (30%)

\* В числителе – с грунтом и эмалью АК-1206 (холодной сушки, 2 слоя), в знаменателе – с грунтом и эмалью АС-1115 (3 слоя).

\*\* Грунт горячей сушки (100°C, 2 ч).

Таблица 3

**Коррозионная стойкость систем покрытий на сплаве Д16-АТ (Ан.Окс.нхр)  
в камере солевого тумана (распыление 5%-ного NaCl при 35°C)**

Грунт холодной сушки	Результаты испытаний* после выдержки в течение 6 мес образцов с надрезом и системой покрытий		
	Грунт		ЭП-0215**
	2 слоя	1 слой	
ВГ-27	Без изменений	Без изменений	Без изменений
ЭП-076АК	То же	То же	То же
CF 37047	-«-	Пузыри от надреза (4%)/Без изменений	-«-
CF 37063	-«-	Без изменений	-«-

\* В числителе – с грунтом и эмалью АК-1206 (холодной сушки, 2 слоя), в знаменателе – с грунтом и эмалью АС-1115 (3 слоя).

\*\* Грунт горячей сушки (100°C, 2 ч).

Таблица 4

**Физико-механические свойства систем покрытий (грунты и эмали – холодной сушки) на сплаве Д16-АТ  
(Ан.Окс.нхр) после циклических испытаний по режиму: -60°C, 2 ч→100°C, 2 ч→камера влажности, 16 ч**

Грунт	Прочность при ударе, Дж	Адгезия, балл
	систем покрытий: грунт + эмаль АК-1206 (2 слоя)/эмаль АС-1115 (3 слоя) – после 16 циклов испытаний	
ВГ-27	5/5	1/1
ЭП-076АК	5/5	1/1
CF 37047	5/5	1/1
CF 37063	5/5	1/1

Таблица 5

**Стойкость к жидкости НГЖ и физико-механические свойства грунтов (холодной сушки) на сплаве Д16-АТ  
(Ан.Окс.нхр) после длительных нагревов образцов с надрезом на покрытии**

Грунт (2 слоя)	Стойкость к НГЖ-4 после выдержки		Эластичность по Эриксену, мм, после выдержки		Прочность при ударе, Дж, после нагрева при 100°C, 100 ч
	при 25°C, 2,5 мес	при 70°C, 100 ч	без нагрева (в исходном состоянии)	при 100°C, 100 ч	
ВГ-27	Без изменений		5	3,5	5
ЭП-076АК	Отслаивание от надреза (15%)	(12%)	5	5	5
CF 37047	Без изменений	Отслаивание от надреза (100%)	5	5	5
CF 37063	Отслаивание от надреза (100%)		2	2,5	5

Таблица 6

Электродный потенциал ( $E$  на нормальном водородном электроде) сплава Д16-АТ (Ан.Окс.нхр) с покрытием системы: грунт + эмаль АК-1206 (2 слоя)/АС-1115 (2 слоя), в растворах NaCl (при выдержке 1–7 сут)

Грунт	$E$ , В, после выдержки в растворе NaCl, %								
	0,1			1			5		
	в течение, сут								
	1	3	7	1	3	7	1	3	7
ВГ-27	+0,26/+0,23	+0,27/+0,24	+0,31/+0,23	+0,29/+0,15	+0,28/+0,19	+0,28/+0,20	+0,24/+0,18	+0,24/+0,20	+0,23/+0,20
ЭП-076АК	+0,25/+0,14	+0,25/+0,13	+0,28/+0,14	+0,25/+0,12	+0,25/+0,12	+0,26/+0,08	+0,23/-0,07	+0,23/-0,07	+0,22/-0,05
CF 37047	+0,24/+0,3	0,23/+0,38	+0,25/+0,39	+0,24/+0,32	+0,25/+0,06	+0,21/+0,10	-/+0,06	+0,22/+0,12	+0,22/+0,19
CF 37063	+0,23/-	+0,22/-	+0,26/-	+0,20/-	+0,19/-	+0,16/-	+0,15/-	+0,17/-	+0,17/-

товок в системах покрытий применительно к алюминиевому сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр).

Адгезия к сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр) систем покрытия грунт+эмаль после электрохимических измерений составляет:

Грунт	Эмаль	Адгезия, балл
ВГ-27	АК-1206	1
	АС-1115	1
ЭП-076АК	АК-1206	2
	АС-1115	2
CF 37047	АК-1206	4
	АС-1115	3
CF 37063	АК-1206	4.

Более положительные значения электродного потенциала алюминиевого сплава под грунтовкой ВГ-27 в растворах NaCl свидетельствуют о преимуществе данной грунтовки перед другими испытанными грунтовками по защитному действию, несмотря на меньшее содержание в ней хроматного пигмента, так как он заменен на токсичные противокоррозионные пигменты.

Кроме того, по сравнению с применяющейся до настоящего времени грунтовкой АК-070 грунтовка ВГ-27 отличается более высокой стойкостью к топливу и термостойкостью, лучшими противокоррозионными и экологическими характеристиками, высокой адгезией к металлу и эмалю, а также возможностью применения во всеклиматических условиях.

Преимущество грунтовки ВГ-27 как таковой и в системах покрытий на сплаве Д16-АТ (Ан.Окс.нхр) перед грунтовкой ЭП-076АК и грунтовками фирмы AkzoNobel подтверждается также испытанием покрытий на сплаве Д19 (Ан.Окс.нхр).

Сравнивались свойства следующих систем покрытий:

– I – грунт ВГ-28 (сушка при 90°C, 3 ч)+грунт ВГ-27 (холодной сушки)+эмаль АС-1115 (серого цвета, 2 слоя);

– II – грунт АК-070 (сушка при 80°C, 3 ч)+грунт АК-070 (холодной сушки)+эмаль АС-1115 (серого цвета, 2 слоя).

Адгезия покрытия I на сплаве Д19-АТ (анодированный) в исходном состоянии и после увлажнения в течение 10 сут составляет 1 балл.

Система покрытий I превосходит систему покрытий II по защитным свойствам. При испытании в камере солевого тумана (распыление 5%-ного раствора NaCl) по методике с надрезом покрытия до металла, система покрытий I обеспечивает защиту сплава Д19 (анодированный) в течение 5 мес (нарушения покрытий и распространения коррозии от надреза не происходит), в то время как система II после 3 мес испытаний нарушается от надреза и происходит распространение коррозии под покрытием.

После циклических испытаний по режиму: -60°C, 1 ч → 100°C, 40 мин → камера влажности, 16 ч – система покрытий I, нанесенная на сплав Д19 (анодированный), остается без изменений в течение 70 цикл, коррозия сплава отсутствует, адгезия составляет 1 балл, прочность при ударе: 4 Дж, эластичность по Эриксену: 5,8 мм.

Согласно результатам проведенных исследований система покрытий I на сплаве Д19 (анодированный) может эксплуатироваться при температурах от -60 до 100°C длительно во всеклиматических условиях.

Защита внешних поверхностей изделий из алюминиевых сплавов системами покрытий, содержащих грунтовку ВГ-27 и акриловые или полиуретановые эмали, соответствует требованиям повышения надежности и экологичности покрытий для авиационной техники.

Исследовалась также возможность применения систем покрытий с грунтовкой ВГ-27 для защиты конструкционных сталей ВНС-2 и Х18Н10Т (с химически пассивированной поверхностью, дополнительно обработанной губкой «Эффект»), титанового сплава ОТ4 (термообработанного и дополнительно обработанного губкой «Эффект»).

Исследованы системы покрытий:

– IA – грунтовка ВГ-27+эмаль АС-1115 (серого цвета, 2 слоя);

– IIA – грунтовка ВГ-27+эмаль ЭП-140 (серебристая, 2 слоя).

Для сравнения исследовались покрытия:

– IIIA – грунтовка АК-070+эмаль АС-1115 (серого цвета, 2 слоя);

– IVА – грунтовка АК-070+эмаль ЭП-140 (серебристая, 2 слоя).

Таблица 7

## Сравнительные свойства систем покрытий на стали и титановом сплаве

Материал под покрытие	Обработка поверхности под покрытие	Система покрытий (условный номер – см. текст)	Адгезия, балл		Состояние поверхности*		Адгезия, балл		Состояние поверхности		Адгезия, балл		Состояние поверхности		
			после увлажнения*	после увлажнения**	после выдержки в течение 200 ч при 20°C в топливе Т-2 или гидрожидкости 7-50С-3	после выдержки в течение 200 ч при 20°C в топливе Т-2 или гидрожидкости 7-50С-3	после испытаний в течение 70 циклов на термостойкость**	после испытаний в течение 70 циклов на термостойкость**							
Сталь ВНС-2	Химическое пассивирование+ обработка губкой «Эффект»	IА	1	Без изменений	–	–	1	Без изменений	1	Без изменений	–	–	–	Без изменений	
			1	Без изменений	1	Без изменений	–	–	–	–	–	–	–	–	
			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			–	–	–	–	–	–	2–3	Охрупчивается при надрезе	–	–	–	–	–
Титановый сплав ОТ4	Термообработка+ обработка губкой «Эффект»	IА	1	Без изменений	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

\*До увлажнения адгезия 1 балл.

\*\* Испытание по режиму: -60°C, 1 ч → 175°C, 40 мин → 280°C, 5 мин → камера влажности (18–20°C; φ=98–100%), 22 ч 15 мин.

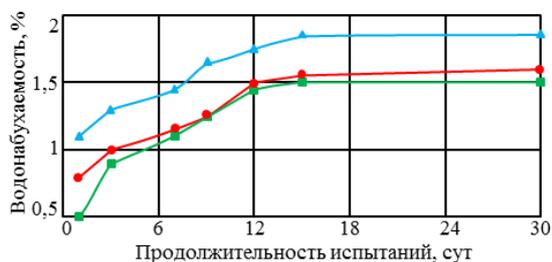


Рис. 1. Кинетика водонабухаемости грунтовочных покрытий ВГ-34 (■), ЭП-0215М (●) и ЭП-0215 (▲)

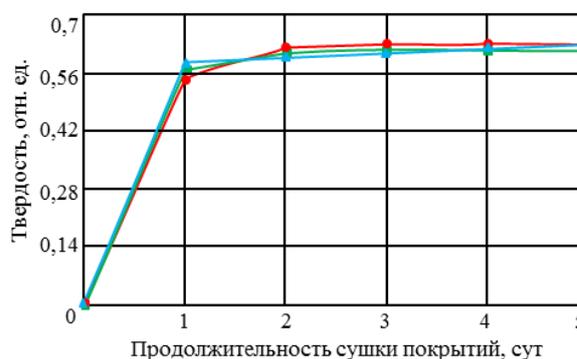


Рис. 2. Кинетика отверждения грунтовочных покрытий ВГ-34 (■), ЭП-0215 (●) и ЭП-0215М (▲)

Таблица 8

Свойства грунтовочных покрытий ВГ-34, ЭП-0215М и ЭП-0215

Свойства	Значения свойств покрытия		
	ЭП-0215	ВГ-34	ЭП-0215М
Адгезия покрытия к сплаву Д16-АТ (Ан.Окс.нхр) после 10 сут увлажнения, балл	2 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>
Твердость покрытия по маятниковому прибору ТМЛ, отн. ед.	0,38	0,39	0,47
Прочность пленки покрытия при изгибе, мм	2,0	2,0	3,0
Прочность пленки покрытия при ударе, см (Дж)	5,0	5,0	5,0
Блеск покрытия, усл. ед.	25,3	11,6	10,5
Водонабухаемость за 30 сут, %	2,0	1,6	1,75

Таблица 9

Адгезионные свойства системы покрытий в исходном состоянии и после испытаний по циклу ЛИ-14 (ММ 1.05-15-133-2002)

Система покрытий	Адгезия, балл		Прочность при ударе, Дж	Прочность при растяжении, мм	Адгезия, балл		Прочность при ударе, Дж	Прочность при растяжении, мм
	в исходном состоянии	после 14 сут увлажнения			в исходном состоянии	после 14 сут увлажнения		
	в исходном состоянии				после 10 циклов по ЛИ-14			
ВГ-34 (2 слоя)+Aerodur C21/100UVR (2 слоя)	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	7,4	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	7,6
ЭП-0215М (2 слоя)+Aerodur C21/100UVR (2 слоя)	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	7,4	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	7,3
ЭП-0215 (2 слоя)+Aerodur C21/100UVR (2 слоя)	1 <sub>1</sub>	2 <sub>1</sub>	5,0	6,9	1 <sub>1</sub>	2 <sub>1</sub>	5,0	6,8
ВГ-34+ЭП-140	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	6,8	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	6,5
ЭП-0215М+ЭП-140	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	6,5	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	5,0	6,3
ЭП-0215+ЭП-140	1 <sub>1-2</sub>	1 <sub>1-2</sub>	5,0	6,5	1 <sub>1-2</sub>	2 <sub>1</sub>	5,0	6,2

Полученные результаты показывают (табл. 7), что использование систем покрытий с грунтовкой ВГ-27 позволяет расширить их область применения – для защиты сталей и титановых сплавов, работающих при более высоких температурах, чем алюминиевые сплавы (для окраски внешней поверхности изделий нового поколения).

Одной из важнейших характеристик грунтовочных покрытий, определяющих защитные и

эксплуатационные свойства, является их водонабухаемость (водопоглощение), определяемое путем испытаний покрытий в дистиллированной воде [12–16].

С целью повышения водостойкости [17], адгезионных и технологических свойств грунтовочных покрытий проведена оптимизация пигментной части, а также в ее состав введены структурообразующие наполнители. Кинетические кривые

водонабухаемости покрытий ВГ-34 и ЭП-0215М оптимизированных рецептур в сравнении с серийным покрытием ЭП-0215 приведены на рис. 1. Эксперимент показал, что водонабухаемость покрытий на основе грунтовок ВГ-34 и ЭП-0215М на 15–25% ниже, чем у покрытий на основе грунтовки ЭП-0215.

Немаловажным фактором, определяющим эксплуатационные характеристики покрытий, является процесс формирования и отверждения пленки покрытия из растворов полимеров. Процесс формирования пленки покрытия [18] состоит из двух основных процессов: удаление растворителей из пленки покрытия и химическое взаимодействие функциональных групп полимера, модификатора и отвердителя при отверждении покрытия, которые протекают во времени (рис. 2). Видно, что оптимизация пигментной части грунтовок не оказывает заметного влияния на кинетику формирования покрытий и не снижает их твердости. Основные процессы формирования пленки покрытия протекают в течение 24 ч. За это время твердость покрытий достигает 75–80% от максимального значения, которое достигается через 3 сут.

В табл. 8 приведены свойства грунтовочных покрытий ЭП-0215М и ВГ-34 в сравнении с серийной грунтовкой ЭП-0215.

Корректировка и оптимизация пигментной части грунтовок ЭП-0215М и ВГ-34 позволила повысить декоративные характеристики покрытий (отсутствие оспин и кратеров), а также снизить блеск грунтовочных покрытий с 25,3 до 10–15 усл. ед. по блескомеру Pscogloss 560, т. е. получить более матовое покрытие по сравнению с покрытием ЭП-0215, что способствует получению

стабильных адгезионных характеристик при нанесении полиуретановых эмалей.

Грунтовочные покрытия ЭП-0215М и ВГ-34 характеризуются более высокими адгезионными свойствами по сравнению с серийно применяемой грунтовкой ЭП-0215 и могут применяться в системах покрытий с эпоксидными и полиуретановыми эмалями (в том числе импортными) – табл. 9. Грунтовки ЭП-0215М и ВГ-34 (с пониженным содержанием токсичного хромата стронция) обладают более высокими технологическими свойствами, что позволяет сократить технологический цикл окраски изделия без ухудшения эксплуатационных характеристик покрытия. Системы покрытий на основе антикоррозионных грунтовочных покрытий обладают высокими физико-механическими, защитными и декоративными свойствами.

### Заключение

Применение указанных грунтовок [19] позволяет снизить токсичность при окраске изделия (за счет исключения операции зашкуривания грунтовочного покрытия). Грунтовки ЭП-0215М и ВГ-34 могут применяться при окраске внутренней и внешней поверхностей планера самолета, а также других изделий АТ (см. табл. 8).

Покрытия на основе грунтовок ВГ-34 и ЭП-0215М и эмали Aerodur C21/100UVR обладают высоким уровнем адгезионных и физико-механических свойств как в исходном состоянии, так и после испытаний покрытий по циклу ЛИ-14:  $-60 \rightleftharpoons 100^\circ\text{C}$ . Адгезионные свойства (см. табл. 9) вышеуказанных покрытий после искусственного старения практически не снижаются (балл 1<sub>1</sub>).

### ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботаревский В.В., Кондрашов Э.К. Технология лакокрасочных покрытий в машиностроении. М.: Машиностроение. 1978. С. 214–220.
2. История авиационного материаловедения: ВИАМ – 75 лет поиска, творчества, открытий /Под общ. ред. Е.Н. Каблова. М.: Наука. 2007. С. 326–330.
3. Каблов Е.Н. Коррозия или жизнь //Наука и жизнь. 2012. №11. С. 16–21.
4. Каблов Е.Н. Химия в авиационном материаловедении //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. № 1. С. 3–4.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Чурсова Л.В., Ким М.А., Панина Н.Н., Швецов Е.П. Наномодифицированное эпоксидное связующее для строительной индустрии //Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С. 40–47.
9. Кузнецова В.А., Кондрашов Э.К., Семенова Л.В., Кузнецов Г.В. О влиянии формы частиц оксида цинка на эксплуатационные свойства полимерных покрытий //Материаловедение. 2012. №12. С. 12–14.
10. Кузнецова В.А., Деев М.С., Кондрашов Э.К., Кузнецов Г.В. Влияние отвердителей на микроструктуру и свойства модифицированного эпоксидного связующего для топливостойкого покрытия //Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. №11. С. 38–41.
11. 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.
12. Бейдер Э.Я., Донской А.А., Железина Г.Ф., Кон-

- драшов Э.К., Сытый Ю.В., Сурнин Е.Г. Опыт применения фторполимерных материалов в авиационной технике //Российский химический журнал. 2008. Т. LI. №3. С. 30–44.
13. Бузник В.М. Сверхгидрофобные материалы на основе фторполимеров //Авиационные материалы и технологии. 2013. №1. С. 29–33.
14. 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.
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., Оносова Л.А. Исследование процессов отверждения фторполимерных композиций //Все материалы. Энциклопедический справочник. 2013. №11. С. 23–27.
17. 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.
18. 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.
19. Нефедов Н.И., Семенова Л.В. Нанесение лакокрасочных покрытий методом «сырой по сырому» //Авиационные материалы и технологии. 2013. № 4. С. 39–42.