

Научная статья

УДК 629.7.023.222

DOI: 10.18577/2307-6046-2025-0-9-102-110

ЭМАЛЬ НА ВОДНОЙ ОСНОВЕ ДЛЯ ОКРАСКИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕРЬЕРА ВОЗДУШНОГО СУДНА

А.А. Козлова¹, М.А. Шунина¹, И.А. Козлов¹

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Москва, Россия; admin@viam.ru

Аннотация. Приведены результаты исследования свойств эмали на водной основе, предназначенной для окрашивания элементов конструкции интерьера авиационной техники. Проведен сравнительный анализ свойств разработанной эмали с существующими отечественными и импортными аналогами. Показано, что разработанная эмаль удовлетворяет современным требованиям по пожаробезопасности, а за счет использования водной дисперсии сополимера стирола и (мет)акрилатов обеспечивает экологичность и безопасность благодаря отсутствию токсичных растворителей, а также достижение высокого уровня физико-механических характеристик.

Ключевые слова: лакокрасочные материалы, пожаробезопасность, стирол-акриловая дисперсия, адгезия, твердость, прочность при царапании, пассажирская кабина

Для цитирования: Козлова А.А., Шунина М.А., Козлов И.А. Эмаль на водной основе для окраски элементов интерьера воздушного судна // Труды ВИАМ. 2025. № 9 (151). Ст. 08. URL: <http://www.viam-works.ru>. DOI: 10.18577/2307-6046-2025-0-9-102-110.

Scientific article

WATER-BASED ENAMEL FOR COATING AIRCRAFT INTERIOR ELEMENTS

A.A. Kozlova¹, M.A. Shunina¹, I.A. Kozlov¹

¹Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Scientific-Research Institute of Aviation Materials» of National Research Center «Kurchatov Institute», Moscow, Russia; admin@viam.ru

Abstract. This paper examines the properties of a water-based enamel designed for coating interior structural elements of aircraft. We have performed a comparative analysis of the properties of the developed enamel with existing domestic and imported analogues. It is shown that the developed enamel meets modern fire safety requirements. The use of an aqueous styrene-(met) acrylates copolymer dispersion ensures environmental friendliness and safety by eliminating toxic solvents and enabling a high level of physical and mechanical properties.

Keywords: paint materials, fire safety, styrene-acrylic dispersion, adhesion, hardness, scratch resistance, passenger cabin

For citation: Kozlova A.A., Shunina M.A., Kozlov I.A. Water-based enamel for coating aircraft interior elements. *Trudy VIAM*, 2025, no. 9 (151), paper no. 08. Available at: <http://www.viam-works.ru>. DOI: 10.18577/2307-6046-2025-0-9-102-110.

Введение

Одним из ключевых требований к воздушным судам, предназначенным для пассажирских перевозок, является их безопасная эксплуатация. Конструкция воздушного судна должна обеспечивать защиту от возгорания и распространения огня. Основные элементы конструкции должны соответствовать стандартам пожаробезопасности, включая материалы интерьера салона и отделочные покрытия. Требования Авиационных правил по пожарной безопасности включают комплекс мер, направленных на предотвращение возникновения пожаров и обеспечение безопасной эвакуации пассажиров и экипажа воздушных судов. Требования по пожаробезопасности, предъявляемые к материалам интерьера гражданских легких самолетов и самолетов транспортной категории, установлены Нормами летной годности НЛГ-23 и НЛГ-25 в соответствии с Авиационными правилами АП-23 и АП-25; требованиями к материалам интерьера винтокрылых аппаратов нормальной и транспортной категорий изложены в НЛГ-27 (АП-27) и НЛГ-29 (АП-29) соответственно. Выбор лакокрасочных материалов для защитно-декоративного окрашивания элементов конструкции пассажирского салона обусловлен несколькими важными факторами, такими как масса, прочность и эластичность, экологичность, простота ухода и высокие эксплуатационные характеристики материалов.

В НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ ранее разработана интерьерная однокомпонентная эмаль ВЭ-67 на водной основе (ТУ 1-595-15-1010–2008). Эмаль обладает высокими физико-механическими характеристиками, грибостойка и определяется как трудносгорающая. Однако широкого применения эмаль не получила в связи с прекращением производства основного компонента – водорастворимого акрилового сополимера [1–4].

Лакокрасочные материалы на водной основе широко применяются для внутренней отделки интерьера воздушных судов иностранного производства благодаря своим преимуществам по экологичности, пожаробезопасности и высоким эксплуатационным характеристикам. Однако в связи с решением вопроса об импортозамещении, с повышенными требованиями к пожарной безопасности материалов функционального назначения, предназначенных для внутренней декоративной отделки пассажирской кабины авиационной техники [5–7], а также с существенным увеличением стоимости лакокрасочной продукции (преимущественно импортного производства), предназначенной для внутренней декоративной отделки пассажирской кабины авиационной техники, остается актуальным вопрос о создании лакокрасочных материалов на основе недефицитного отечественного сырья.

При разработке современных интерьерных лакокрасочных материалов выделяют следующие основные направления исследований: повышение экологической безопасности, устойчивость к царапанию, обеспечение адгезии к окрашиваемой поверхности, повышение устойчивости к воздействию пламени и грибостойкости. Это позволяет обеспечивать высокое качество поверхностей внутреннего пространства воздушного судна. Наиболее успешно проблемы получения высококачественных интерьерных покрытий разрешаются при использовании водорастворимых стирол-акриловых дисперсий, сочетающих свойства стирола и акрилатов. Основными преимуществами таких дисперсий являются высокая прочность пленки на их основе, высокая адгезия к окрашиваемым поверхностям, быстрое высыхание слоев, их использование также способствует упрощению технологического процесса изготовления лакокрасочных материалов.

В данной работе представлены результаты исследования новой интерьерной однокомпонентной эмали ВЭ-87 на основе водорастворимой стирол-акриловой

дисперсии и свойства получаемых покрытий на ее основе. Показаны результаты исследования покрытий в сравнении с существующими аналогами.

Продолжительность отверждения водно-дисперсионных лакокрасочных покрытий оказывает значительное влияние на их конечную твердость и прочность. Для набора максимальных значений данных показателей ключевыми факторами являются скорость испарения воды из нанесенного слоя лакокрасочного материала, а также степень наполнения лакокрасочного материала твердыми веществами (пигментами и функциональными наполнителями). Установлено, что искусственная сушка покрытий на основе экспериментальных образцов эмали ВЭ-87 при повышенных температурах (от 60 до 80 °С) приводит к образованию трещин и разрывов получаемого покрытия. Это связано с тем, что чрезмерно быстрое высыхание формируемого покрытия на основе водной дисперсии полимера приводит к ослаблению связей между частицами полимера, что в свою очередь снижает итоговые значения твердости и прочности сформированного покрытия. Поэтому необходимо обеспечить постепенное испарение воды из формируемого покрытия, что позволит частицам полимера сблизиться друг с другом. Чем дольше длится эта стадия, тем больше воды успеет испариться, обеспечивая оптимальные условия для формирования покрытия. Далее наступает следующая стадия формирования покрытия – частицы полимера сближаются и начинают взаимодействовать между собой, полимерная сетка становится плотнее, увеличивая прочность покрытия. Следует отметить, что высокая влажность воздуха замедляет испарение воды, увеличивая время отверждения. Это положительно сказывается на формировании прочной пленки, однако требует большего времени ожидания перед эксплуатацией поверхности. Таким образом, правильный выбор условий отверждения является важным фактором, определяющим долговечность и качество покрытий на основе водно-дисперсионной эмали.

Материалы и методы

Объект исследования – водоразбавляемая эмаль ВЭ-87 (ТУ 20.30.12-194-07545412–2024) для защитно-декоративной окраски элементов интерьера салона воздушного судна, разработанная в НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ. Эмаль марки ВЭ-87 представляет собой однокомпонентный пигментированный лакокрасочный материал на основе водной дисперсии стирол-акрилового сополимера. Исходными компонентами для получения декоративной эмали являлись стирол-акриловая дисперсия, пигменты и функциональные наполнители серийного производства.

Вода имеет решающее значение в формировании и свойствах лакокрасочных покрытий на основе водных дисперсий полимеров. Контроль влажности, температуры и степени чистоты воды необходим для получения качественного покрытия. При разработке рецептуры эмали и для доведения ее до необходимой рабочей вязкости использована дистиллированная вода (ГОСТ Р 58144–2018). Показатель удельной электрической проводимости не превышал $5,1 \cdot 10^{-4}$ См/м; рН воды составил 5,5; массовая концентрация примесей не превышала допустимых значений.

В качестве подложки использованы образцы из алюминиевого сплава Д16-АТ Ан.Окс.нхр и стеклопластика ВПС-39П (ТУ 1-595-10-1009–2009), применяемого в настоящее время для изготовления деталей и обшивок трехслойных сотовых панелей интерьера (в том числе изготовленных бесклеевым методом), который характеризуется низким значением тепловыделения и полностью соответствует требованиям Авиационных правил и Норм летной годности по пожаробезопасности [8–10]. Характеристики пожаробезопасности стеклопластика ВПС-39П представлены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства стеклопластика ВПС-39П [8, 10]

Показатель	Значения показателей
Дымообразование	Слабодымящий
Горючесть	Самозатухающий
Тепловыделение (толщина образца 0,3 мм):	
– максимальная скорость выделения тепла (пик), кВт/м ²	25
– общее количество выделившегося тепла за первые 2 мин, (кВт·мин)/м ²	23

Определение времени и степени высыхания проводили по ГОСТ 19007–2023, прочность при ударе определяли по ГОСТ 4765–2024, эластичность при изгибе – по ГОСТ 6806–2024, прочность при царапании – по ИСО 1518-1:2011, твердость – по ГОСТ 5233–2021 (маятник Б), адгезию к подложкам – по ГОСТ 31149–2014.

Испытания на воздействие плесневых грибов проводили в соответствии с ГОСТ 9.049–91 (метод 1), который устанавливает грибостойкость материалов при отсутствии минеральных и органических загрязнений. Сущность метода заключается в заражении лакокрасочного покрытия на основе эмали ВЭ-87 спорами плесневых грибов в воде. При этом плесневые грибы будут расти только на тех питательных веществах, которые содержатся в составе эмали. Продолжительность испытаний составила 28 сут.

Горючесть определяли по ГОСТ Р 57924–2017 (метод испытания с экспозицией в течение 60 с). Испытания по определению дымообразования конструкционных панелей пассажирской кабины с нанесенной эмалью ВЭ-87 проводили в режимах горения и пиролиза по ГОСТ 24632–81, тепловыделение – по методике, изложенной в АП-25 (Приложение F, Часть IV).

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Климатические испытания» НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ в рамках реализации комплексной научной проблемы 15.1. «Многофункциональные клеящие системы» («Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года») [11–17].

Результаты и обсуждение

Для определения оптимального времени сушки покрытия на основе эмали ВЭ-87 исследовано влияние продолжительности формирования покрытия на его твердость и прочность при царапании по методу Клемана при одинаковых контролируемых температурно-влажностных условиях формирования покрытия.

Степень наполнения – один из важных показателей качества водоразбавляемых лакокрасочных материалов, влияющий на эксплуатационные характеристики покрытий, формируемых на их основе. Чем больше степень наполнения, тем более положительно это влияет на укрывистость эмали, уменьшая при этом количество наносимых слоев, что снижает расход материала и ускоряет процесс нанесения покрытий. Однако чрезмерно высокое отношение массы пигментной части к массе пленкообразующего может привести к ухудшению адгезии и снижению прочностных характеристик получаемого покрытия, а также к появлению различных дефектов. В табл. 2 представлены результаты определения твердости и прочности покрытия в зависимости от степени пигментирования: 0,5/1; 0,6/1; 0,7/1 (отношение пигментной части к пленкообразующему).

Влияние продолжительности формирования покрытия на его твердость и прочность при царапании по методу Клемана

Степень пигментирования образца декоративной эмали на основе акриловой дисперсии	Продолжительность отверждения при температуре 23 °С и влажности 55 %, ч	Твердость покрытия, отн. ед.	Прочность при царапании по методу Клемана, г
0,5	1	0,08	500
	2	0,15	700
	8	0,19	1000
	12	0,20	1200
	24	0,21	1250
	48	0,23	1500
	120	0,25	1600
	168	0,25	1600
0,6	1	0,07	400
	2	0,12	500
	8	0,12	500
	12	0,15	700
	24	0,18	900
	48	0,19	1000
	120	0,20	1000
	168	0,20	1050
0,7	1	0,05	50
	2	0,08	100
	8	0,11	200
	12	0,13	350
	24	0,17	400
	48	0,18	400
	120	0,18	700
	168	0,18	700

Полученные результаты показали, что значения твердости и прочности при царапании по методу Клемана покрытия на основе экспериментальных образцов эмали на начальном периоде сушки у всех образцов невысоки и со временем возрастают неравномерно, что связано со степенью пигментирования. При степени пигментирования 0,7 получены более низкие показатели твердости и прочности при царапании. Максимальные значения показателей достигаются у образцов со степенью пигментирования 0,5 за 120 ч, поэтому данный состав выбран для дальнейших исследований. При содержании пигментов и наполнителей 0,6 и более нарушается устойчивость дисперсной системы из-за снижения концентрации полимера. При этом время высыхания покрытия до степени 3 составляет 1 ч для всех композиций.

Немаловажным фактором для лакокрасочных покрытий является их прочность сцепления с подложкой. В табл. 3 представлены адгезия и физико-механические свойства покрытия на основе эмали ВЭ-87 в сравнении с отечественным и зарубежными аналогами.

Таблица 3

Адгезия и физико-механические свойства покрытия на основе эмали ВЭ-87

Показатель	Значения показателей для эмалей			
	декоративной марки ВЭ-87	ВЭ-67	FR2-55 (фирма AkzoNobel)	Interplan 1065B (фирма HSH Aerospace Finishes)
Адгезия к алюминиевому сплаву Д16-АТ Ан.окс.нхр, балл	0	2	1	1
Адгезия к стеклопластику ВПС-39П, балл	0	1	1	1
Прочность при ударе, Дж	5	2	5	5
Прочность пленки при изгибе, мм	1	1	1	1

По результатам определения физико-механических свойств установлено, что покрытие на основе эмали ВЭ-87 соответствует уровню свойств интерьерных покрытий зарубежного производства и обеспечивает более высокий уровень адгезии, а по прочности при ударе и адгезии к металлической поверхности превосходит отечественный аналог – эмаль ВЭ-67.

Один из важнейших факторов для материалов пассажирских салонов или любых других обитаемых помещений – стойкость к микроорганизмам, которые являются непосредственными спутниками человека. Исследования стойкости покрытия на основе эмали ВЭ-87 к воздействию плесневых грибов показали, что нанесенные на покрытие споры плесневых грибов не получили развития. Лакокрасочное покрытие на основе эмали ВЭ-87 не является питательной средой для роста и развития плесневых грибов – оно является грибостойким.

Проведены также исследования горючести, дымообразования и тепловыделения покрытия на основе эмали ВЭ-87, результаты испытаний представлены в табл. 4–6.

Таблица 4

Характеристики горючести покрытий на основе декоративной эмали ВЭ-87 на подложке из алюминиевого сплава Д16-АТ Ан.окс.нхр

Толщина образца, мм	Продолжительность экспозиции пламенем горелки, с	Продолжительность остаточного горения (тления), с	Длина обугливания, мм	Продолжительность горения капель, с	Классификация по ГОСТ Р 57924–2017
1,6–2,0	60	0	0	Нет	Трудногорающий

Таблица 5

Характеристики дымообразования покрытий на основе декоративной эмали ВЭ-87 на подложке из стеклопластика ВПС-39П

Толщина образца, мм	Режим испытания	Показатель удельной оптической плотности дыма		
		D ₂	D ₄	D _{max}
1,80–1,92	Горение	7	13	17
1,90–1,93	Пиролиз	17	29	35
Допустимые значения по АП-25 п. 25.853 (d)		–	Не более 200	–

Таблица 6

Характеристики тепловыделения покрытий на основе декоративной эмали ВЭ-87 на подложке из стеклопластика ВПС-39П

Толщина образца, мм	Максимальная скорость выделения тепла (пик), кВт/м ²	Время достижения максимума, с	Общее количество тепла, выделившегося за первые 2 мин, (кВт·мин)/м ²
1,74–1,80	23–25	54	19
Допустимые значения по АП-25, п. 25.853 (d)		Не более 65	Не более 65

Результаты определения горючести показали, что при воздействии пламени испытательной горелки образцы покрытия на основе эмали ВЭ-87 сохраняют свою целостность, продолжительность остаточного горения отсутствует, средняя длина прогорания (обугливания) составляет 0 мм и относится к группе 1а – трудносгорающие.

Значение оптической плотности дыма испытанных образцов стеклопластика ВПС-39П с нанесенной эмалью ВЭ-87 в течение первых 4 мин испытания составляет 13 и 29 с при горении и пиролизе соответственно, что удовлетворяет требованиям Авиационных правил и считается допустимым для применения в конструкции пассажирской кабины воздушного судна.

Полученные данные, приведенные в табл. 6, при определении нормируемых показателей тепловыделения показали, что при одинаковой максимальной скорости выделения тепла окрашенного и неокрашенного образцов стеклопластика ВПС-39П общее количество тепла, выделившегося за первые 2 мин, у образцов ВПС-39П, окрашенных эмалью ВЭ-87, меньше на 21 % по сравнению с неокрашенными образцами ВПС-39П (табл. 1).

По результатам проведенных исследований характеристик пожаробезопасности установлено, что декоративная эмаль ВЭ-87 соответствует требованиям Норм летной годности и Авиационных правил по характеристикам пожаробезопасности. Значения показателей пожаробезопасности конструкционных панелей, изготовленных из стеклопластика ВПС-39П на основе фенолформальдегидного связующего, могут быть снижены путем окрашивания разработанной декоративной эмалью ВЭ-87.

Эмаль разработана на основе серийно выпускаемых недефицитных компонентах отечественного производства и может наноситься методом пневматического распыления или кистью.

Заключения

Результаты исследований показали, что выбранные исходные компоненты и подобранный режим изготовления водно-дисперсионной эмали позволили достичь высоких показателей качества покрытия на ее основе.

Показано, что покрытие на основе разработанной эмали ВЭ-87 обладает высокими физико-механическими характеристиками, адгезией к металлическим и неметаллическим подложкам.

Разработанный состав эмали ВЭ-87 позволяет получать лакокрасочные покрытия на интерьерных конструкциях вертолетной и самолетной техники, к которым предъявляются высокие требования по горючести, дымообразованию, тепловыделению, и соответствует требованиям Авиационных правил и Норм летной годности.

Выбранные исходные компоненты и подобранный режим изготовления водно-дисперсионной эмали позволили достичь высоких показателей качества покрытия на ее основе.

Список источников

1. Кондрашов Э.К. Лакокрасочные материалы и покрытия на их основе в машиностроении. М.: Пэйнт-Медиа, 2021. С. 141.
2. Водоразбавляемая композиция для лакокрасочного покрытия: пат. 2338766 Рос. Федерация; заявл. 27.08.07; опубл. 20.11.08.
3. Кондрашов Э.К., Семенова Л.В., Кузнецова В.А., Малова Н.Е., Лебедева Т.А. Развитие авиационных лакокрасочных материалов // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. № 5. С. 49–54.
4. Кондрашов Э.К., Кузнецова В.А., Лебедева Т.А., Семенова Л.В. Основные направления повышения эксплуатационных, технологических и экологических характеристик лакокрасочных покрытий для авиационной техники // Российский химический журнал. 2010. Т. 54. № 1. С. 96–102.

5. Барботько С.Л., Вольный О.С., Кириенко О.А., Шуркова Е.Н. Оценка пожаробезопасности полимерных материалов авиационного назначения: анализ состояния, методы испытаний, перспективы развития, методические особенности / под общ. ред. Е.Н. Каблова. М.: ВИАМ, 2018. 408 с.
6. Каблов Е.Н. Материалы нового поколения и цифровые технологии их переработки // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90. № 4. С. 331–334.
7. Старков А.И., Куцевич К.Е., Исаев А.Ю., Барботько С.Л. Исследование горючести, дымообразования и токсичности в процессе горения полимерных композиционных материалов и трехслойных сотовых конструкций на их основе // Труды ВИАМ. 2025. № 6 (148). Ст. 06. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 24.07.2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2025-0-6-73-85.
8. Курносое А.О., Мельников Д.А., Соколов И.И. Стеклопластики конструкционного назначения для авиастроения // Труды ВИАМ. 2015. № 8. Ст. 08. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 24.07.2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-8-8-8.
9. Давыдова И.Ф., Кавун Н.С. Стеклопластики – многофункциональные композиционные материалы // Авиационные материалы и технологии. 2012. № 5. С. 253–260.
10. Старцев В.О., Антипов В.В., Славин А.В., Горбовец М.А. Современные отечественные полимерные композиционные материалы для авиастроения (обзор) // Авиационные материалы и технологии. 2023. № 2 (71). Ст. 10. URL: <http://www.journal.viam.ru> (дата обращения: 24.07.2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2023-0-2-122-144.
11. 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.
12. Гарашенко А.Н., Кульков А.А., Страхов В.Л. Влияние срока эксплуатации на огнезащитную эффективность вспучивающихся покрытий и огнестойкость конструкций // Авиационные материалы и технологии. 2022. № 2 (67). Ст. 09. URL: <http://www.journal.viam.ru> (дата обращения: 28.03.2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2022-0-2-97-110.
13. Кузнецова В.А., Железняк В.Г., Куршев Е.В., Емельянов В.В. Исследование топливо- и водостойкости покрытий на основе наполненных эпоксидно-тиоколовых полимерных композиций // Авиационные материалы и технологии. 2021. № 2 (63). Ст. 10. URL: <http://www.journal.viam.ru> (дата обращения: 24.07.2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2021-0-2-93-102.
14. Шершак П.В., Яковлев Н.О., Шокин Г.И., Куцевич К.Е., Попкова Е.А. Метод оценки и факторы, влияющие на качество склеивания обшивки с сотовым наполнителем в конструкциях пола и интерьера воздушных судов // Авиационные материалы и технологии. 2020. № 2 (59). С. 81–88. DOI: 10.18577/2071-9140-2020-0-2-81-88.
15. Каблов Е.Н. Роль химии в создании материалов нового поколения для сложных технических систем // Тез. докл. XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. Екатеринбург: УрО РАН, 2016. С. 25–26.
16. Барботько С.Л., Петрова А.П., Вольный О.С., Боченков М.М. Методы, используемые для оценки пожаробезопасности полимерных связующих (обзор) // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2019. № 12. С. 21–29.
17. Барботько С.Л. Развитие методов оценки пожаробезопасности материалов авиационного назначения // Авиационные материалы и технологии. 2017. № 5. С. 516–526. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-5-516-526.

References

1. Kondrashov E.K. *Paints and varnishes and coatings based on them in mechanical engineering*. Moscow: Paint-Media, 2021, p. 141.
2. *Water-based composition for paint and varnish coating*: pat. 2338766 Rus. Federation; appl. 27.08.07; publ. 20.11.08.
3. Kondrashov E.K., Semenova L.V., Kuznetsova V.A., Malova N.E., Lebedeva T.A. Development of aviation paints and varnishes. *Vse materialy. Entsiklopedicheskiy spravochnik*, 2012, no. 5, pp. 49–54.
4. Kondrashov E.K., Kuznetsova V.A., Lebedeva T.A., Semenova L.V. Main directions for improving the operational, technological and environmental characteristics of paint and varnish coatings for aviation equipment. *Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal*, 2010, vol. 54, no. 1, pp. 96–102.

5. Barbotko S.L., Volny O.S., Kiriyyenko O.A., Shurkova E.N. *Fire safety assessment of polymeric materials for aviation purposes: analysis of the state, testing methods, development prospects, methodological features*. Ed. E.N. Kablov. Moscow: VIAM, 2018, 408 p.
6. Kablov E.N. New generation materials and digital technologies for their processing. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk*, 2020, vol. 90, no. 4, pp. 331–334.
7. Starkov A.I., Kutsevich K.E., Isaev A.Yu., Barbotko S.L. Study of flammability, smoke formation and toxicity in the process of combustion of polymer composite materials and three-layer honeycomb structures based on them. *Trudy VIAM*, 2025, no. 6 (148), paper no. 06. Available at: <http://www.viam-works.ru> (accessed: July 24, 2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2025-0-6-73-85.
8. Kurnosov A.O., Melnikov D.A., Sokolov I.I. Structural glass-reinforced plastics purposed for aviation industry. *Trudy VIAM*, 2015, no. 8, paper no. 08. Available at: <http://viam-works.ru> (accessed: July 24, 2025). DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-8-8-8.
9. Davydova I.F., Kavun N.S. Fibreglasses – multipurpose composite materials. *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2012, no. S, pp. 253–260.
10. Startsev V.O., Antipov V.V., Slavin A.V., Gorbovets M.A. Modern domestic polymer composite materials for aviation industry (review). *Aviation materials and technologies*, 2023, no. 2 (71), paper no. 10. Available at: <http://www.journal.viam.ru> (accessed: July 24, 2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2023-0-2-122-144.
11. Kablov E.N. Innovative developments of FSUE «VIAM» SSC of RF on realization of «Strategic directions of the development of materials and technologies of their processing for the period until 2030». *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2015, no. 1 (34), pp. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
12. Garashchenko A.N., Kulkov A.A., Strakhov V.L. The effect of the service life on the flame-retardant efficiency of the bulging coatings and the fire resistance of structures. *Aviation materials and technologies*, 2022, no. 2 (67), paper no. 09. Available at: <http://www.journal.viam.ru> (accessed: 28.03.2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2022-0-2-97-110.
13. Kuznetsova V.A., Zheleznyak V.G., Kurshev E.V., Yemelyanov V.V. Research of fuel- and water resistance of coatings based on the filled epoxy-thiokol polymeric compositions. *Aviation materials and technologies*, 2021, no. 2 (63), paper no. 10. Available at: <http://www.journal.viam.ru> (accessed: July 24, 2025). DOI: 10.18577/2713-0193-2021-0-2-93-102.
14. Shershak P.V., Yakovlev N.O., Shokin G.I., Kutsevich K.E., Popkova E.A. Evaluation method and factors influencing the bonding quality between face and honey-comb cores in floor and interior aircraft panels. *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2020, no. 2 (59), pp. 81–88. DOI: 10.18577/2071-9140-2020-0-2-81-88.
15. Kablov E.N. The role of chemistry in the creation of new generation materials for complex technical systems. *Report of the XX Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry*. Ekaterinburg: UB of RAS, 2016, pp. 25–26.
16. Barbotko S.L., Petrova A.P., Volny O.S., Bochenkov M.M. Methods used to assess the fire safety of polymer binders (review). *Vse materialy. Entsiklopedicheskiy spravochnik*, 2019, no. 12 pp. 21–29.
17. Barbotko S.L. Development of the fire safety test methods for aviation materials. *Aviacionnye materialy i tehnologii*, 2017, no. S, pp. 516–526. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-S-516-526.

Информация об авторах

Козлова Аlesia Александровна, начальник сектора, НИЦ «Курчатовский институт» – VIAM, admin@viam.ru

Шунина Маргарита Александровна, техник I категории, НИЦ «Курчатовский институт» – VIAM, admin@viam.ru

Козлов Илья Андреевич, заместитель начальника НИО, к.т.н., НИЦ «Курчатовский институт» – VIAM, admin@viam.ru

Information about the authors

Alesya A. Kozlova, Head of Sector, NRC «Kurchatov Institute» – VIAM, admin@viam.ru

Margarita A. Shunina, First Category Technician, NRC «Kurchatov Institute» – VIAM, admin@viam.ru

Ilya A. Kozlov, Deputy Head of Scientific-Research Bureau, Candidate of Sciences (Tech.), NRC «Kurchatov Institute» – VIAM, admin@viam.ru

Статья поступила в редакцию 08.08.2025; одобрена и принята к публикации после рецензирования 13.08.2025.
The article was submitted 08.08.2025; approved and accepted for publication after reviewing 13.08.2025.