



УДК 677.017

DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-6-11-11

**ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЙ ТКАНЕПЛЕНОЧНЫЙ  
МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОРОЖКИ СКОЛЬЖЕНИЯ  
СПАСАТЕЛЬНОГО ТРАПА**

Т.А. Нестерова

М.М. Платонов

*кандидат химических наук*

И.А. Назаров

Ю.А. Гертер

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.

УДК 677.017

DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-6-11-11

Т.А. Нестерова<sup>1</sup>, М.М. Платонов<sup>1</sup>, И.А. Назаров<sup>1</sup>, Ю.А. Гертер<sup>1</sup>

## ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЙ ТКАНЕПЛЕНОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОРОЖКИ СКОЛЬЖЕНИЯ СПАСАТЕЛЬНОГО ТРАПА\*

*Разработан тканепленочный материал для дорожки скольжения на основе технической полиэфирной ткани арт. 208 с двухсторонним антипирированным покрытием и электропроводящим покрытием с лицевой стороны. Изучены физические, физико-механические свойства материала. Тканепленочный материал по основным свойствам отвечает требованиям стандарта TSO-C69c и требованиям АП-25 Приложение F, часть I по горючести. Материал находится на уровне зарубежного тканепленочного материала фирмы Air Cruisers Company (США) арт. M-11673 по массе 1 м<sup>2</sup> и горючести, но уступает ему по разрывной нагрузке.*

**Ключевые слова:** многослойный материал, ткани с эластомерным покрытием, горючесть, проводимость, токопроводящая ткань, электропроводящая полимерная композиция, антипирированная полимерная композиция.

T.A. Nesterova, M. M. Platonov, I. A. Nazarov, J.A. Gerter

## FIREPROOF FABRIC MATERIAL WITH AN ELASTOMERIC COVERING FOR A SLIDING PATH OF THE SAVING LADDER

*The fabric material with an elastomeric covering is developed for a sliding path on the basis of a technical polyester fabric a sample 208 with the bilateral covering containing antipyrines and an electroconducting coating from the face. Physical, physico-mechanical properties of a material are studied. The fabric material with an elastomeric covering on the main properties meets the requirements of the TSO-S69c standard and to requirements AP-25 the Part 1 Appendix F on combustibility. The material is at level foreign Air Cruisers Company firms of the USA an art. M-11673 on the weight of 1 sq. m and combustibility, but loses to it on explosive loading.*

**Keywords:** a multilayered material, fabrics with an elastomeric covering, combustibility, conductivity, the conducting fabric, electrocarrying-out polymeric composition, the polymeric composition containing antipyrines.

---

<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 И.И. Бычкова, С.В. Кондрашов, Л.А. Шаракина.

На основании анализа статистики летных происшествий на воздушном транспорте при аварийной посадке и воспламенении воздушного судна или его топлива основными причинами гибели людей являются: отравление токсичными продуктами горения материалов внутренней отделки пассажирского салона, выделяющимися при пожаре; термические травмы и проблемы при эвакуации.

Одним из основных элементов системы аварийной эвакуации пассажиров является автоматически устанавливаемый надувной трап, состоящий из надувной оболочки и дорожки скольжения, позволяющий пассажирам и экипажу быстро покинуть самолет через аварийные выходы, находящиеся на достаточно большой высоте (~3–5 м), не дожидаясь подхода спасательных команд.

Поэтому основной задачей повышения выживаемости пассажиров при пожаре самолета является разработка огнестойких материалов. Это позволит в сочетании с другими улучшенными системами пожаробезопасности увеличить продолжительность безопасной эвакуации пассажиров при пожаре самолета как минимум до 10 мин (в настоящее время: 2–4 мин) [1].

Согласно распоряжению Федеральной Авиационной Администрации (FAA) США на спасательное оборудование, трапы и надувные плоты распространяются требования международного технического стандарта TSO-C69c [2]. Необходимость повышения характеристик пожарной безопасности материалов и элементов конструкций для авиационной техники отмечается и в отечественных работах [3–5].

Основными регламентирующими показателями материалов, применяемых для изготовления дорожки скольжения спасательного трапа, являются: прочность при разрыве по основе/утку – не менее 336 Н/см; сопротивление раздиру по основе/утку – не менее 89 Н/см; пожаробезопасность; грибостойкость – материалы не должны поддерживать рост плесени; материалы не должны накапливать статическое электричество. Кроме того, актуальна и весовая эффективность материала, т. е. минимально возможная поверхностная плотность при сохранении других свойств.

Основным критерием оценки пожаробезопасности материала является горючесть – материалы должны соответствовать требованиям 14 CFR §25.853(a) Приложение F, часть I (a) (1) (ii) от 6 марта 1995 г., max/FS 191a Метод 5970 и отечественным Авиационным правилам АП-25 Приложение F, часть I (продолжительность экспозиции образца в пламени газовой горелки: 12 с) – продолжительность остаточного самостоятельного горения не более 15 с, длина прогорания не более 203 мм, продолжительность горения падающих капель не более 5 с [6, 7].

Анализ отечественной и зарубежной литературы в области создания тканепленочных материалов с пониженным электрическим сопротивлением позволил выявить основные направления создания таких материалов:

– изготовление тканей с использованием в их структуре электропроводящих нитей и волокон [8, 9];

– изготовление материалов с полимерным покрытием, содержащим в своем составе электропроводящие наполнители [10].

В настоящее время на Российских самолетах для изготовления дорожки скольжения применяются зарубежные и отечественные материалы.

Зарубежные производители в качестве дорожки скольжения спасательного трапа используют многослойный материал, включающий тканевую основу, изготовленную из полиамидных нитей Nylon-6,6 (температура плавления 280°C), с двухсторонним покрытием на основе отвержденного полиуретанового эластомера, содержащим в качестве замедлителя горения антипирен, а на внешнюю сторону материала нанесено дополнительно металлизированное покрытие. Такие материалы отвечают требованиям технического стандарта TSO-C69с (табл. 1).

Отечественные материалы (см. табл. 1) изготавливаются на основе прорезиненных тканей или из синтетических тканей с металлизированной нитью в основе. Недостатками отечественных материалов, применяемых для спасательных средств, являются: большая масса, несоответствие требованиям по горючести или электропроводимости. Синтетические ткани с металлизированной нитью имеют еще и короткий срок эксплуатации из-за низкой устойчивости к истиранию.

Целью данной работы являлась разработка многослойного электропроводящего негорючего износостойкого материала (с массой 1 м<sup>2</sup> – не более 320 г) для дорожки скольжения из отечественного сырья, соответствующего требованиям международного технического стандарта TSO-C69с.

Выбор состава материала для изготовления дорожки скольжения основывался на основных эксплуатационных характеристиках изделия: температуре эксплуатации, прочности, устойчивости к изгибу, требованиях по пожаробезопасности и др.

Выбор тканевой основы для дорожки скольжения проводили по результатам определения массы 1 м<sup>2</sup>, разрывной и раздирающей нагрузкам. По литературным данным известно, что ткани на основе полиэфирных волокон обладают относительно высокой прочностью, большой долей обратимых деформаций (особенно при малых нагрузках), высокой светостойкостью, хорошей термостойкостью (существенное падение прочно-

сти начинается после 180°С), низким влагопоглощением. Ткани на основе полиамидных волокон обладают относительно высокой прочностью, повышенной эластичностью, износостойкостью, устойчивостью к биологическим воздействиям, не повреждаются микроорганизмами.

Для изготовления образцов дорожки скольжения выбраны три варианта серийно выпускаемых тканей. Свойства тканей представлены в табл. 2.

Таблица 1

**Материалы для дорожки скольжения аварийных трапов**

Материал	Изготовитель	Вид эксплуатации	Состав	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Прочность при разрыве, Н/см, по основе/утку
Арт. 5396/5-77 (ТУ ВНИИ ПХВ 261-84)	Уфимский РТИ	Дорожка скольжения трапа ТНД, ТНО	Полиэфирная ткань	185	348/220
Арт. 51-3Т-031 (ТР 51-50211-84)	Барнаулский РТИ	Дорожка скольжения трапа ПТЛ-400	Основа: полиамидная ткань арт. 56026 (ТУ 17 РСФСР 4080-76) или полиэфирная ткань арт. 5396-87 (ТУ ВНИИ ПХВ 261-84)	475	400/380 или 380/360
Арт. М-11673	Air Cruisers Company (США)	Дорожка скольжения трапа Ил-96М	Основа – Nylon 6,6; покрытие полиуретан	322	887/779
Арт. №1188	США	Материал закупается ранее	Основа – Nylon 6,6; покрытие – полиуретан на основе простых эфиров, лицевое покрытие – проводящий полиуретан	300,6±17	86,6/86,2 (минимальные значения)
Материал №709 (SFO-3305-6)	Lamcotec (США)	Материал предлагаемый фирмой к закупке	Основа – Nylon 6,6; покрытие – термосклеиваемый уретан, лицевое покрытие – металлизированный уретан	298	618/1043

Таблица 2

**Физико-механические свойства технических тканей**

Ткань (ТУ)	Сырьевой состав, переплетение	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Разрывная нагрузка полоски 50×200 мм, Н		Удлинение при разрыве, %		Раздирающая нагрузка, Н	
			по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку
Арт. 5356 (ТУ 8378-134-35227510-2007)	Полиэфирная комплексная нить, саржа	177,6	1823	1723	27,1	26,1	89,2	79,1
Арт. 56026 (ТУ 17 РСФСР 62-4080-87)	Полиамидная комплексная нить, рогожка 2×2	161,0	1865	1767	20,0	36,2	128,2	141,1
Арт. 8482 (ТУ 8378-036-00321069-2006)	Полиамидная комплексная нить, саржа	161,2	1901	1722	24,1	22,7	55,4	47,7

В приведенных ранее работах по разработке надувной оболочки спасательного трапа [11–14] в качестве полимерной матрицы покрытия был выбран полиуретановый каучук СКУ-8А, поскольку вулканизаты на его основе обладают высокими характери-

стиками износостойкости, прочности, эластичности, сопротивления истиранию, газо- непроницаемости.

Целесообразно изготавливать изделия из материалов с использованием компонентов схожей природы (для простоты выбора клея, соединяющего материал в конструкцию), поэтому для изготовления дорожки скольжения в качестве полимерной матрицы выбран также каучук СКУ-8А.

Разработка тканепленочного материала дорожки скольжения проводилась в три этапа:

- выбор опытной рецептуры антипирированной полимерной композиции;
- выбор опытной рецептуры электропроводящей полимерной композиции;
- разработка технологии изготовления опытных образцов дорожки скольжения.

Для снижения горючести материала опробованы антипирлирующие агенты разной химической природы: минеральный и органический галогенсодержащие антипирены [15–17]. Задача получения материала для дорожки скольжения, соответствующего требованиям по горючести, осложнялась тем, что при изготовлении материала использовались сгорающие тканевые основы [18] и полимерная композиция.

Изготовлены и исследованы четыре состава полимерных композиций на основе каучука СКУ-8А (100 мас. ч.) с наполнителем  $TiO_2$ , отличающиеся содержанием антипиренов:

Условный номер состава	Содержание, мас. ч., антипирена	
	минерального	галогенсодержащего
1 .....	30 .....	20
2 .....	30 .....	30
3 .....	35 .....	25
4 .....	20 .....	40.

В состав композиций также вводили полиизоцианат (ПИЦ) и этилацетат (ЭА).

На основе выбранных тканей и составов полимерных композиций изготовлены образцы тканепленочного материала для дорожки скольжения с двухсторонним покрытием.

Нанесение и формирование двухстороннего полимерного покрытия осуществлялось непосредственно на тканях послойно по растворной технологии прямым способом с промежуточной сушкой каждого слоя [19]. Для вулканизации каучука в композицию введен сшивающий агент – ПИЦ. Температура сушки образцов  $120^{\circ}C$ .

Результаты испытания на горючесть образцов с антипирированным полимерным покрытием приведены в табл. 3.

**Результаты испытания (средние значения) образцов с антипирированным полимерным покрытием**

Условный номер состава покрытия	Артикул ткани и направление вырезки образца	Масса 1 м <sup>2</sup> образца, г	Привес от покрытия, г/м <sup>2</sup>	Характеристики горючести			
				время остаточного горения, тления, с	количество горящих капель	высота обуглившейся части, мм	классификация
1	Арт. 5356: по основе	302,0	124,4	11	2	130	Самозатухающий Сгорающий
	по утку	326,0	148,4	19	1	150	
	Арт. 8482: по основе	339,5	178,3	24	3	120	Сгорающий Самозатухающий
по утку	345,0	183,8	12	4	170		
2	Арт. 56026: по основе	314,0	153,0	>15	5	290	Сгорающий Самозатухающий
	по утку	326,0	165,0	4	3	100	
	Арт. 5356: по основе	320,0	142,4	3	1	130	Самозатухающий -«-
по утку	320,0	142,4	3	1	130		
3	Арт. 8482: по основе	320,0	168,8	10	3	105	Самозатухающий -«-
	по утку	319,3	158,1	12	3	140	
	Арт. 56026: по основе	315,5	154,5	12	–	110	Самозатухающий -«-
по утку	319,6	158,6	8	–	130		
3	Арт. 5356: по основе	333,3	155,7	>15	58	>210	Сгорающий Самозатухающий
	по утку	314,8	137,2	3	–	110	
	Арт. 8482: по основе	323,4	162,2	21	1	>210	Сгорающий -«-
по утку	327,4	166,2	33	1	140		
4	Арт. 56026: по основе	316,0	155,0	6	–	100	Самозатухающий Сгорающий
	по утку	300,0	139,0	20	–	120	
	Арт. 5356: по основе	320,0	142,4	7	1	85	Самозатухающий -«-
по утку	319,8	142,2	4	1	95		
4	Арт. 8482: по основе	319,4	158,2	17	–	156	Сгорающий Трудносгорающий
	по утку	340,7	179,5	Не горит, не тлеет	–	102	
	Арт. 56026: по основе	338,5	177,5	13	–	140	Самозатухающий Сгорающий
по утку	322,9	161,9	17	–	132		

Из данных табл. 3 видно, что образцы имели массу 1 м<sup>2</sup>: 300–345 г, привес от покрытия составил 124,0–179,5 г/м<sup>2</sup>. Требованиям по горючести (АП-25 Приложение F, часть I) отвечают тканепленочные материалы, изготовленные на основе тканей артикулов 5356, 8482, 56026 и полимерного покрытия состава 2, а также ткани арт. 5356 и полимерного покрытия состава 4. Материалы относятся к классу самозатухающих. Образцы материала с антипирированной полимерной композицией имели величину электрического сопротивления  $>4,7 \cdot 10^7$  Ом.

Для дальнейшей работы выбраны образцы с полимерной композицией состава 2.

Для придания тканепленочному материалу дорожки скольжения проводимости разработан состав электропроводящей полимерной композиции на основе полиуретанового каучука СКУ-8А и электропроводящего наполнителя. В качестве наполнителей опробованы: сажа марок П-324 и П-366Э, алюминиевая паста марки ПА ТОП, оксид никеля, никель марки ПНК-1Л5, углеродное волокно, серебро марок 4ПС-3 и ПС, углеродные нанотрубки [15, 20–23].

На основе выбранных электропроводящих наполнителей изготовлены электропроводящие полиуретановые полимерные композиции, отличающиеся наполнителями или их процентным содержанием в композиции.

Введение электропроводящих наполнителей в полимерную композицию проводилось различными путями. Так, введение сажи и оксида никеля осуществляли на смешительных вальцах при температуре 20–50°C до равномерного смешения их с каучуком. Затем проводили растворение вальцованной смеси в органическом растворителе, добавляли сшивающий агент и наносили на материал [24].

Никель марки ПНК-1Л5, углеродное волокно, серебро марок 4ПС-3 и ПС вводили в готовый раствор полимерной композиции при постоянном перемешивании до равномерного распределения, добавляли сшивающий агент и наносили на материал.

Углеродные нанотрубки вводили в растворитель и проводили их обработку ультразвуком, затем смешивали с раствором каучука концентрацией 40%, добавляли сшивающий агент и наносили на материал.

Определение электрического сопротивления выбранных для исследования тканей показало, что они имели близкие значения удельного поверхностного сопротивления ( $\rho_s$ ):

Ткань	$\rho_s \cdot 10^{-13}$ , Ом
Полиэфирная (арт. 5356) .....	9,88
Полиамидная	
арт. 8482 .....	9,88
арт. 56026 .....	11,8.

Исследования по выбору электропроводящего наполнителя проводили на полиамидной ткани арт. 8482, для чего были изготовлены образцы тканепленочных материалов с двухсторонним антипирированным покрытием, затем на лицевую сторону образца послойно с промежуточной сушкой каждого слоя наносили электропроводящее покрытие. Привес от антипирированного покрытия составлял 70–80 г/м<sup>2</sup>, а от электропроводящего покрытия: 70–60 г/м<sup>2</sup>.

Измерение величины электрического сопротивления постоянному току образцов проводили на приборах мультиметр цифровой АРРА-207 и тераомметр Е6-13 методом «квадрата». Измерение проводятся с помощью квадратной колодки, представляющей

собой неметаллическое основание из изолирующего материала, на которое крепятся латунные электроды, а сверху крепится груз. Электроды устанавливаются на поверхность измеряемого материала и определяют их сопротивление постоянному току. Измерение проводят в двух взаимно перпендикулярных направлениях в каждой точке измерения (в продольном и поперечном). Результаты измерений приведены в табл. 4.

Таблица 4

**Результаты определения электрофизических свойств материалов на основе полиамидной ткани (арт. 8482) с двухсторонним антипиренсодержащим покрытием и электропроводящим покрытием – для дорожки скольжения**

Вид и содержание наполнителя в электропроводящем покрытии	Значения электросопротивления, Ом, в направлении	
	продольном	поперечном
Сажа марки П-324 (60%)	$5,0 \cdot 10^9$	$5,0 \cdot 10^9$
Сажа печная электропроводная (60%)	$1,1 \cdot 10^9$	$4,5 \cdot 10^9$
Алюминиевая паста марки ПА ТОП (5%)	$9,0 \cdot 10^9$	$9,0 \cdot 10^9$
Оксид никеля (80%)	$6,0 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^9$
Никель марки ПНК-1Л5, %:		
100	$6,5 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^9$
200	$9,0 \cdot 10^{10}$	$7,5 \cdot 10^{10}$
300	$8,0 \cdot 10^{10}$	$7,0 \cdot 10^{10}$
400	$3,0 \cdot 10^{10}$	$3,0 \cdot 10^{10}$
500	$4,0 \cdot 10^{10}$	$4,0 \cdot 10^{10}$
700 (1 слой)	$1,4 \cdot 10^9$	$1,2 \cdot 10^9$
700 (3 слоя)	$8,2 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$
Никель марки ПНК-1Л5 (100%):		
– углеродное волокно (5%)	$1,0 \cdot 10^{11}$	$1,0 \cdot 10^{11}$
– алюминиевая паста марки ПА ТОП (5%)	$4,3 \cdot 10^9$	$4,5 \cdot 10^9$
– серебро марки 4ПС-3 (5%)	$6,0 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^9$
– серебро марки ПС (5%)	$6,0 \cdot 10^9$	$6,0 \cdot 10^9$
Углеродные нанотрубки, %:		
3	$3,0 \cdot 10^6$	$3,0 \cdot 10^6$
5	$5,0 \cdot 10^4$	$4,7 \cdot 10^5$

Из данных табл. 4 видно, что образцы, изготовленные с использованием в качестве электропроводящих наполнителей никеля марки ПНК-1Л5 (700%) и углеродных нанотрубок (5%), имеют величину электрического сопротивления соответственно  $8,2 \cdot 10^3$ – $1,2 \cdot 10^4$  и  $5,0 \cdot 10^4$ – $4,7 \cdot 10^5$  Ом. Данные образцы признаны оптимальными вариантами.

На основе тканей артикулов 8482, 5356 и 56026 изготовлены образцы тканепленочного материала для дорожки скольжения с использованием в качестве электропроводящих наполнителей никеля ПНК-1Л5 (700%) и углеродных нанотрубок (5%), исследованы их основные физические свойства. Результаты испытаний приведены в табл. 5.

Из данных табл. 5 видно, что только образцы, изготовленные на основе ткани арт. 5356 с 5% углеродных нанотрубок (электропроводящий наполнитель), являются само-

затухающими, т. е. отвечают требованиям АП-25 Приложение F, часть I по горючести. Данные образцы имели величину электрического сопротивления в продольном направлении  $4,7 \cdot 10^5$  Ом, в поперечном направлении:  $7,9 \cdot 10^4$  Ом.

Таблица 5

**Результаты испытания на горючесть (средние значения) образцов  
для дорожки скольжения**

Электропроводящий наполнитель (количество)	Ткань и направление вырезки образца	Масса 1 м <sup>2</sup> образца, г	Привес от покрытия, г/м <sup>2</sup>	Характеристики горючести			
				время остаточного горения, с	количество горящих капель	высота обуглившейся части	классификация
Углеродные нанотрубки (5%)	Полиэфирная (арт. 5356): по основе по утку	319	137	13	3	145	Самозатухающий -«-
		320	138	11	3	105	
	Полиамидная (арт. 8482): по основе по утку	319	156	>15	–	290	Сгорающий -«-
		320	157	>15	–	290	
	Полиамидная (арт. 56026): по основе по утку	312	152	>15	–	290	Сгорающий -«-
		316	156	>15	–	290	
Никель марки ПНК-1Л5 (700%)	Полиэфирная (арт. 5356): по основе по утку	312	130	22	3	140	Сгорающий -«-
		318	136	25	2	93	
	Полиамидная (арт. 8482): по основе по утку	320	157	>15	–	290	Сгорающий -«-
		320	157	>15	–	290	
	Полиамидная (арт. 56026): по основе по утку	317	157	>15	–	290	Сгорающий -«-
		316	156	>15	–	290	

В связи с прекращением выпуска в 2011 г. комплексной полиэфирной нити (Республика Беларусь) и серийных технических полиэфирных тканей (в том числе арт. 5356) из импортной комплексной полиэфирной нити (ООО «Текс-Центр») изготовлена опытная партия фильтровальной ткани арт. 208 полотняного переплетения с поверхностной плотностью 179,6 г/м<sup>2</sup>, шириной 95,2 см, разрывной нагрузкой по основе/утку соответственно 2410/2065 Н/50 мм. На основе ткани арт. 208 и полимерных композиций на основе каучука СКУ-8А – антипирированной и электропроводящей с 5% углеродных нанотрубок – изготовлены опытные образцы тканепленочного материала для дорожки скольжения и исследованы их свойства. Образцы имели массу 1 м<sup>2</sup>: 310–319 г, величину электрического сопротивления  $(3,1–5,7) \cdot 10^4$  Ом, но не отвечали требованиям АП-25 по горючести (являлись сгорающими), поэтому уточнены рецептуры полимерных покрытий. В ранее проведенных работах показано, что применение фторэластомеров, обладающих высокой термостойкостью, стойкостью к химическому воздействию, хорошими механическими, антиадгезионными и другими свойствами, позволяет повы-

сить пожаробезопасность материалов [25, 26]. В связи с этим в составы антипирированной и электропроводящей полимерных композиций дополнительно введен фторкаучук СКФ-32 и изготовлены производственные образцы тканепленочного материала для дорожки скольжения.

По результатам исследований производственных образцов тканепленочного материала установлено:

Масса 1 м <sup>2</sup> (ГОСТ 17073), г	320
Разрывная нагрузка полоски размером 20×100 мм (ГОСТ 17316), Н (Н/см):	
по основе	916 (458)
по утку	815 (408)
Удлинение при разрыве, %:	
по основе	20,9
по утку	18
Сопrotивление раздиру (ГОСТ 17074), Н:	
по основе	27,9
по утку	29,0
Устойчивость к многократному изгибу до разрушения покрытия (МЗ 38.405-712-90), цикл:	
по основе	354150
по утку	263250
Стойкость к истиранию (М 38.405-51/3-11-137-91), цикл	после 1370-4000
	установлены потертости полимерного покрытия до основы (полиэфирной ткани)
Электрическое сопротивление (СТП 1-595-19-362-2002), Ом:	
по основе	$3,8 \cdot 10^4 - 6,6 \cdot 10^5$
по утку	$4,2 \cdot 10^4 - 2,7 \cdot 10^5$
	(материал обладает проводимостью)
Классификация по горючести	Самозатухающий.

Таким образом, в ходе выполнения данной работы получены следующие результаты:

- выбраны опытные рецептуры антипирированной и электропроводящей полимерных композиций;
- разработана технология изготовления тканепленочного материала для дорожки скольжения на основе технической полиэфирной ткани арт. 208 с двухсторонним антипирированным покрытием и электропроводящим покрытием с лицевой стороны;
- разработанный тканепленочный материал по основным свойствам отвечает требованиям стандарта TSO-C69c и требованиям АП-25 Приложение F, часть I по горючести;
- материал находится на уровне зарубежного тканепленочного материала фирмы Air Cruisers Company (США) арт. М-11673 по массе 1 м<sup>2</sup> и горючести, но уступает ему по разрывной нагрузке;

– дальнейшие работы необходимо продолжить в направлении отработки технологии изготовления тканепленочного материала для дорожки скольжения в производственных условиях и проведения его расширенных испытаний.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кирин К.М. Перспективные пожаробезопасные текстильные материалы для применения в гражданской авиации: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. М.: ГОУ ВПО РосЗИТЛП. 2004. 16 с.
2. Technical Standard Order TSO-C69c. publ. 18.8.1999. P. 1–20.
3. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года //Авиационные материалы и технологии. 2012. №5. С. 7–17.
4. Гращенков Д.В., Чурсова Л.В. Стратегия развития композиционных и функциональных материалов //Авиационные материалы и технологии. 2012. №5. С. 231–242.
5. Барботько С.Л. Пожаробезопасность авиационных материалов //Авиационные материалы и технологии. 2012. №5. С. 431–439.
6. Федеральные авиационные правила. 6.03.1995.
7. Авиационные правила. Ч. 25. Нормы летной годности самолетов транспортной категории. Приложение F. М.: Авииздат. 2004.
8. Токопроводящая ткань: пат. 2354766 Рос. Федерация; опубл. 10.05.2009.
9. Escape slides: pat. 1442711 GB; publ. 14.07.1974.
10. Escape device for aircraft: pat. 5542629 JP; publ. 6.08.1996.
11. Герметичный эластичный материал: пат. 2443820 Рос. Федерация; опубл. 27.02.2012.
12. Платонов М.М., Нестерова Т.А., Назаров И.А., Бейдер Э.Я. Пожаробезопасный материал на текстильной основе с полиуретановым покрытием для надувной оболочки спасательного трапа //Авиационные материалы и технологии. 2013. №2. С. 50–54.
13. Платонов М.М., Назаров И.А., Нестерова Т.А., Бейдер Э.Я. Тканепленочный материал ВРТ-9 для надувной оболочки авиационных спасательных трапов //Труды ВИАМ. 2013. №5. Ст. 05 (viam-works.ru).
14. Каблов Е.Н. Химия в авиационном материаловедении //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. №1. С. 3–4.
15. Ксантос М. Функциональные наполнители для пластмасс. СПб.: НОТ. 2010. С. 322–352, 205–223, 355–374.

16. Барботько С.Л. Пути обеспечения пожарной безопасности авиационных материалов //Российский химический журнал. 2010. Т. LIV. №1. С. 121–126.
17. Полимерная теплоотражающая композиция для покрытия: пат. 2467042 Рос. Федерация; опубл. 07.06.2011.
18. Самохвалов Е. Вопросы огнезащиты текстильных материалов //F+S: технология безопасности и противопожарной защиты. 2011. №4. С. 28–31.
19. Резниченко С.В. Большой справочник резинщика. Ч. 2. Резины и резинотехнические изделия. М.: МАИ. 2012. С. 388–403.
20. Михалчан А.А., Лысенко В.А., Мурадова Н.Ш., Житенева Д.А., Саклакова Е.В., Лысенко А.А. Углеродные нанотрубки: морфология и свойства //Химические волокна. 2010. №5. С. 18–21.
21. Бадамшина Э.Р., Гафурова М.П., Эстрин Я.И. Модифицирование углеродных нанотрубок и синтез полимерных композиционных материалов с их участием //Успехи химии. 2010. Т. 79. №11. С. 1027–1064.
22. Экстрин Я.И., Бадамшина Э.Р., Грищук А.А., Кулагина Г.С., Лесничая В.А., Ольхов Ю.А., Рябенко А.Г., Сульянов С.Н. Свойства нанокомпозитов на основе сшитого эластомерного полиуретана и ультрамалых добавок однослойных углеродных нанотрубок //Высокомолекулярные соединения. Сер. А. 2012. Т. 54. №4. С. 568–577.
23. Лысенко В.А., Сальникова А.А., Михалчан А.А. Углерод-фторполимерные композиты: повышение электропроводности //Химические волокна. 2012. №1. С. 41–44.
24. Дик Дж. С. Технология резины: рецептуростроение и испытания. СПб.: НОТ. 2010. С. 601–610.
25. Резниченко С.В. Большой справочник резинщика. Ч. 1. Каучуки и ингредиенты. М.: МАИ. 2012. С. 294–323.
26. Нестерова Т.А., Барботько С.Л., Николаева М.Ф., Гертер Ю.А. Многослойный защитно-декоративный материал для декорирования деталей в салонах самолетов и вертолетов //Труды ВИАМ. 2013. №8. Ст. 04 (viam-works.ru).

#### REFERENCES LIST

1. Kirin K.M. Perspektivnye pozharobezopasnye tekstilnye materialy dlya primeneniya v grazhdanskoy aviatsii [Prospective fireproof textiles for use in civil aircraft]: Avtoref. dis. na soiskanie uchyonoj stepeni k.t.n. M.: GOU VPO RosZITL. 2004. 16 s.
2. Technical Standard Orbler TSO-C69c. publ. 18.8.1999. P. 1–20.

3. Kablov E.N. Strategicheskie napravleniya razvitiya materialov i tekhnologiy ix pererabotki na period do 2030 goda [Strategic directions of development of materials and technologies to process them for the period up to 2030] //Aviatsionnye materialy i tekhnologii. 2012. №S. S. 7–17.
4. Grashchenkov D.V., Chyrsova L.V. Strategiya razvitiya kompozitsionnykh funktsionalnykh materialov [Development Strategy composite and functional materials] //Aviatsionnye materialy i tekhnologii. 2012. №S. S. 231–242.
5. Barbot'ko S.L. Pozharobezopasnost' aviatsionnykh materialov [Fire safety of aircraft materials] //Aviatsionnye materialy i tekhnologii. 2012. №S. S. 431–439.
6. Federal'nye aviatsionnye pravila [Federal Aviation Regulations]. 6.03.1995.
7. Aviatsionnye pravila. Ch. 25 Normy letnoy godnosti samoletov transportnoy kategorii [Aviation Regulations. Ch 25. Airworthiness standards transport category airplanes]. Prilozhenie F. M.: Aviaizdat. 2004.
8. Tokoprovodyashchaya tkan' [Conductive fabric]: pat. 2354766 Ros. Federatsiya; opubl. 10.05.2009.
9. Escape slides: pat. 1442711 GB; opubl. 14.07.1974.
10. Escape device for aircraft: pat. 5542629 JP; opubl. 6.08.1996.
11. Germetichnyy elastichnyy material [Sealed elastic material]: pat. 24443820 Ros. Federatsiya; opubl. 27.02.2012.
12. Platonov M.M., Nazarov I.A., Nesterova T.A., Beyder E.Ya. Pozharobezopastnyy material na tekstilnoy osnove s poliuretanovym pokrytiem dlya naduvnoy obolochki spasatel'nogo trapa [Fireproof material textile-based polyurethane-coated shell for inflatable rescue ladder] //Aviatsionnye materialy i tekhnologii. 2013. №2. S. 50–54.
13. Platonov M.M., Nesterova T.A., Nazarov I.A., Beyder E.Ya. Tkaneplenochnyy material VRT-9 dlya nadyvnoy obolochki aviatsionnykh spasatel'nykh trapov [Tkaneplenochnyy material ART-9 aircraft shell for inflatable rescue ladders] //Trudy VIAM. 2013. №5. St. 05 (viam-works.ru).
14. Kablov E. N. Khimiya v aviatsionnom materialovedenii [Chemistry aviation materials] //Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. 2010. T. LIV. №1. S. 3–4.
15. Ksantos M. Funktsional'nye napolniteli dlya plastmass [Functional fillers for plastics]. SPb.: NOT. 2010. S. 322–352, 205–223, 355–374.
16. Barbot'ko S.L. Puti obespecheniya pozharoy bezopasnosti aviatsionnykh materialov [Ways to ensure fire safety of aircraft materials] //Rossiyskiy khimicheskiy zhurnal. 2010. T. LIV. №1. S. 121–126.

17. Polimernaya teplootrazhayushchaya kompozitsiya dlya pokrytiya [Polymer heat-reflecting coating composition]: pat.2467042 Ros. Federatsiya; opubl. 07.06.2011.
18. Samokhvalov E. Voprosy ognezashchity tekstil'nykh materialov [Questions fireproofing textile materials] //F+S: tekhnologiya bezopasnosti i protivopozharnoy zashchity. 2011. №4. S. 28–31.
19. Reznichenko S.V. Bol'shoy spravochnik rezinshika. Ch. 2 Reziny i rezino-tekhnicheskie izdeliya [Great Compendium rezinschikov. Part 2. Rubber and rubber products]. M.: MAI. 2012. S. 388–403.
20. Mikhailchan A.A., Lysenko V.A. Myradova N.Sh., Zhiteneva D.A., Saklakova E.V., Lysenko A.A. Yglerodnye nanotrubki morfologiya i svoystva [Carbon nanotubes: morphology and properties] //Khimicheskie volokna 2010. №5. S. 18–21.
21. Badamshina E.R., Gafurova M.P., Estrin Ya.I. Modifitsirovanie uglerodnykh nanotrubok i sintez polimernykh kompozitsionnykh materialov s ix uchastiem [Modification of carbon nanotubes and synthesis of polymeric composites with their participation] //Uspekhi khimii 2010. T. 79. №11. S. 1027–1064.
22. Ekstrin Ya.I., Badamshina E.R., Grishchuk A.A., Kylagina G.S., Lesnichaya V.A., Ol'khov Yu.A., Ryabenko A.G., Sul'yanov S.N. Svoystva nanokompozitov na osnove shitogo elasnornogo poliuretana i ul'tramalykh dobavok odnosloynnykh uglerodnykh nanotrubok [Properties of nanocomposites based on crosslinked elastomeric polyurethane additives and ultrasmall single-walled carbon nanotubes] //Vysokomolekulyarnye soedeneniya Ser. A. 2012. T. 54. №4. S. 568–577.
23. Lysenko V.A., Sal'nikova A.A., Mikhailchan A.A. Uglerod-ftorpolimernye kompozity: povyshenie elektroprovodimosti [Carbon-fluoropolymer composites: increase the electrical conductivity] //Khimicheskie volokna. 2012. №1. S. 41–44.
24. Dick Dzh.S. Tekhnologiya reziny: retsepturostroenie i ispytaniya [Rubber Technology: retsepturostroenie and testing]. SPb.: NOT 2010. S. 601–610.
25. Reznichenko S.V. Bol'shoi spravochnik rezinshchika. Ch. 1 Kauchuki i ingredient [Great Compendium rezinschikov. Part 1. Rubbers and ingredients]. M.: MAI. 2012. S. 294–323.
26. Nesterova T.A., Barbot'ko S.L., Nikolaeva M.F., Gerter Yu. A. Mnogosloynnyy zashchitno- dekorativnyy material dlya dekorirovaniya detaliy v salonakh samoletov i ver-toletov [Multilayer protective and decorative material for decorating details in the cabin of aircraft and helicopters] //Trudy VIAM. 2013. №8. St. 04 (viam-works.ru).