

УДК 665.939

А.Ю. Исаев¹, Е.В. Рубцова¹, Е.В. Котова¹, М.Н. Сутягин¹

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КЛЕЕВ И КЛЕЕВЫХ СВЯЗУЮЩИХ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

DOI: 10.18577/2307-6046-2021-0-3-58-67

Рассмотрены свойства эпоксидных клеев холодного отверждения марок ВК-9 и ВКВ-9, полученных с использованием компонентов, выпускаемых отечественными производителями, в зависимости от присутствующего в их составе наполнителя. Проведены испытания клеевых соединений на клею марки ВК-9 в более широком интервале температур. Показаны свойства клея марки ВК-36 и его модификаций на основе выпускаемых в настоящее время компонентов. Приведены свойства клеевых связующих марок ВСК-14-1, ВСК-14-2, ВСК-14-4, ВСК-14-4м и ВСК-14-4к, полученных в условиях малотоннажного производства ФГУП «ВИАМ». Показано, что данные связующие по своим свойствам полностью отвечают требованиям действующей нормативной документации.

Ключевые слова: клей, эпоксидный клей холодного отверждения, вспенивающийся клей, пленочный клей, клеевые связующие, наполнитель, отверждение, прочностные характеристики, теплостойкость, эксплуатационные характеристики.

А.Ю. Isaev¹, E.V. Rubtsova¹, E.V. Kotova¹, M.N. Sutyagin¹

RESEARCH OF PROPERTIES OF GLUES AND GLUE BINDING, MADE WITH USE OF MODERN DOMESTIC COMPONENT BASE

Properties of epoxy glues of cold curing VK-9 and VKV-9, the components received with use which are let out by modern producers, depending on the filler used in their structure are considered. Tests of glued joints on VK-9 glue in wider interval of temperatures are carried out. Properties of VK-36 glue and its updating's on the basis of components let out now are shown. Properties of glue binding brands VSK-14-1, VSK-14-2, VSK-14-4, VSK-14-4m and VSK-14-4k received, under production conditions by VIAM Federal State Unitary Enterprise are given. It is shown that on the properties they completely meet the requirements of existing normative documentation.

Keywords: glue, epoxy glue of the cold curing, foaming glue, film glue, glue binding, filler, curing, strength characteristics, heat resistance, utilization properties.

¹Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Государственный научный центр Российской Федерации [Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Scientific Research Institute of Aviation Materials» State Research Center of the Russian Federation]; e-mail: admin@viam.ru

Введение

Эпоксидные клеи обладают рядом характерных свойств, таких как высокая адгезия к различным материалам и хорошие прочностные характеристики клеевых соединений, а также имеют особенности отверждения клея (незначительная усадка, отсутствие побочных летучих продуктов и способность некоторых из них отверждаться при комнатной температуре). Благодаря данным свойствам эпоксидные клеи используются в различных отраслях промышленности для склеивания как всех металлов, так и многих неметаллических материалов [1–8].

Представитель этого класса клеев – клей холодного отверждения марки ВК-9, разработанный в 1962 г. и сразу нашедший широкое применение как в авиационной, так и в других отраслях. Первоначально в качестве наполнителя клея был рекомендован асбест, переработанный для клеев, что отражено в паспорте на клей. Следует отметить, что режимы переработки асбеста для использования его в качестве наполнителя в составе клеев разработаны специально для этого клея. Переработка асбеста состояла из его термообработки и последующего измельчения с целью получения необходимой дисперсности данного наполнителя. Технология переработки асбеста внедрена на ООО «Жилевский завод композитных материалов». Клей марки ВК-9 рекомендован для склеивания алюминиевых и титановых сплавов, углеродистых сталей между собой и с неметаллическими материалами в конструкциях, работающих в интервале температур от -60 до $+125$ °С длительно, при температуре 200 °С в течение 500 ч, и в изделиях одноразового действия при температуре до 250 °С в течение 300 мин, а также для склеивания неметаллических материалов в изделиях радиотехнического назначения.

Позднее клей марки ВК-9 применяли в изделиях агрегатной и приборной техники в авиационной промышленности, в связи с чем расширен ряд наполнителей, которые разрешены для использования в составе клея. К ним относятся:

- микропорошок электрокорунда белого марки 24А с зернистостью М2-ПИ и М5-В;
- стекло кварцевое;
- нитрид бора;
- железо карбонильное.

Следует учитывать, что не допускается контакт клея марки ВК-9, наполненного нитридом бора, с алюминиевым сплавом Д16 неплакированным неанодированным.

На основе клея марки ВК-9 разработан эпоксидный вспенивающийся клей холодного отверждения марки ВКВ-9, который не является конструкционным, но широко применяется для склеивания блоков сотового заполнителя из алюминиевой фольги АМг2Н между собой и с замыкающими элементами каркаса из алюминиевого сплава Д16-АТ в клееных сотовых конструкциях, работающих при температурах от -60 до $+80$ °С [9–10].

Первоначально предприятия, применяющие клей марки ВК-9, закупали отдельные компоненты, из которых готовили клей непосредственно перед применением (из 5 компонентов). Впоследствии проведена работа по совмещению отдельных материалов с получением возможности поставки клея потребителям в виде двух компонентов. Это исключало необходимость закупки каждого из 5 компонентов и сокращало потребителю клея расходы.

Широкое применение в авиационной промышленности находят также пленочный клей марки ВК-36 и его модификации [11–15]. Данные клеи представляют собой двухфазные эпоксидно-полисульфоновые системы, в которых полисульфон обеспечивает повышение упруго-прочностных свойств клеевых соединений и пленкообразующие свойства клеевых композиций [16–20].

ФГУП «ВИАМ» располагает собственной производственной базой, оснащенной современным оборудованием, способствующей выпуску калиброванных клеевых пленок практически с равномерным распределением значений поверхностной плотности, что обеспечивает максимальный уровень свойств клеевых соединений и, как следствие, повышение ресурса и надежности работы клееных конструкций в процессе эксплуатации изделий авиационной техники.

В последнее время для получения полимерных композиционных материалов (ПКМ) нашли применение клеевые связующие, которые одновременно выполняют две функции – используются в качестве связующих для получения препрегов и одновременно обладают высокими клеящими свойствами. Клеевые связующие применяют для получения препрегов, которые используют при изготовлении деталей из ПКМ слоистой и сотовой конструкции, обладающих новыми, улучшенными свойствами. В настоящее

время разработан значительный ассортимент клеевых связующих, являющихся связующими расплавленного типа на основе эпоксидных олигомеров под общей маркой ВСК, однако их малотоннажное производство не было освоено и приходится изготавливать их небольшими партиями в лабораторных условиях.

В связи с закрытием ряда ключевых производств, выходом новых производителей на рынок и появлением контрафактной продукции на рынке специальных клеев возникла необходимость проведения работы, задачами которой являются исследование свойств клеев, получаемых из компонентов от различных производителей, а также организация малотоннажного производства клеевых связующих на базе Воскресенского экспериментально-технологического центра ФГУП «ВИАМ».

Материалы и методы

Исследование свойств исходных компонентов и отработка технологии изготовления клеев холодного отверждения

В связи со сменой поставщиков ряда компонентов эпоксидных клеев проверены их свойства в сравнении со свойствами компонентов, выпускаемых ранее. Все использованные в данной работе компоненты отвечали требованиям технических условий и по своим свойствам не уступали ранее выпускаемым. Компоненты, входящие в состав клеев марок ВК-9 и ВКВ-9, должны отвечать действующим требованиям по нормативной документации (НД), приведенным в табл. 1, а также ряду специальных требований, обеспечивающих эксплуатационные характеристики клеев на их основе.

Таблица 1

**Требования к исходным компонентам клеев марок ВК-9 и ВКВ-9,
выпускаемым в настоящее время**

Компоненты	Свойства	Значения свойств (норма по НД)
Смола эпоксидная	Внешний вид	Вязкая прозрачная смола без видимых механических включений
	Содержание эпоксидных групп, % (по массе)	20,0–22,5
Смола полиамидная	Аминное число, мг КОН/г	280–310
	Содержание свободного амина, % (по массе)	1–4
Катализатор	Внешний вид	Жидкость от бесцветного до темно-коричневого цвета. Допускается зеленая окраска, частичная или полная кристаллизация
	Стабильность 5%-ного водного раствора, ч	Марка А – не менее 24, марка Б – не менее 12
Катализатор	Внешний вид	Прозрачная жидкость от бесцветного до желтого цвета. Допускаются наличие хлопьевидного осадка
	Растворимость 5%-ного продукта в воде	Полная
Жидкость гидрофобизирующая	Внешний вид	Бесцветная или слабо-желтая жидкость без механических примесей. Допускается слабая опалесценция
	Кинематическая вязкость при температуре 20 °С, м ² /с	(50–165)·10 ⁻⁶

Проведена отработка технологических параметров изготовления клеев марок ВК-9 и ВКВ-9 на серийном оборудовании ФГУП «ВИАМ» с использованием современного отечественного сырья.

При выполнении работ варьировались параметры технологических процессов подготовки исходных компонентов и совмещения компонентов при изготовлении клеев.

В результате проведенных исследований выбраны компоненты отечественных производителей, внесены дополнения в паспорта на клеи, отработана технология изготовления и запущено их серийное производство на современном оборудовании, что позволяет ФГУП «ВИАМ» получать высококачественный продукт, полностью удовлетворяющий требованиям потребителя к такому виду материалов.

Исследование технологии изготовления клеевых пленок марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170

В табл. 2 приведены свойства эпоксидно-полисульфонового пленочного клея марки ВК-36 и его модификаций, а в табл. 3 – их назначение [5].

Таблица 2

Свойства эпоксидно-полисульфовых пленочных клеев

Клей	Внешний вид	Срок хранения	Интервал рабочих температур, °С	Режим склеивания			Предел прочности при сдвиге, МПа, при температуре испытания, °С	
				t, °С	τ, ч	P, МПа	20	150
ВК-36 (ТУ1-596-398-96)	Пленка серого цвета	3 мес при 18-25 °С; 6 мес при <5 °С	От -60 до +160	175±5	3	0,1	35	25
ВК-36А (ТУ1-596-398-96)	Армированная пленка серого цвета		От -60 до +150				34,3	24
ВК-36Р (ТУ1-596-398-96)	Пленка бежевого цвета		От +130 до +150				18	
ВК-36РМ (ТУ1-596-398-96)			От -60 до +150	160±5	29,4	17,7		
ВК-36РТ.140, ВК-36РТ.170, ВК-36РТ.260 (ТУ1-595-24-486-96)								

Таблица 3

Назначение эпоксидно-полисульфовых пленочных клеев

Клей	Рекомендуемая область применения	Особые свойства
ВК-36	В сотовых конструкциях из алюминиевых сплавов с неперфорированным наполнителем и сотовых конструкциях из ПКМ для склеивания обшивок с наполнителем, а также металлов и неметаллических материалов в конструкциях, работающих в диапазоне температур от -130 до +160 °С	Высокие прочностные характеристики в диапазоне рекомендованных температур
ВК-36А	В сотовых конструкциях из алюминиевых сплавов с неперфорированным сотовым наполнителем и сотовых конструкциях из ПКМ для соединения обшивок с элементами каркаса	Повышенная газозаполняемость по сравнению с клеем марки ВК-36
ВК-36Р	Для склеивания неметаллических сотовых конструкций радиотехнического назначения	Высокие прочностные характеристики в диапазоне рекомендуемых температур и пониженная температура отверждения по сравнению с клеем марки ВК-36
ВК-36РТ.140, ВК-36РТ.170, ВК-36РТ.260	Для склеивания конструкций из металлических и неметаллических материалов, в том числе сотовых конструкций радиотехнического назначения	Высокие прочностные характеристики независимо от поверхностной плотности (140-260 г/м ²). Применение в сотовых конструкциях позволяет варьировать весовые характеристики агрегатов
ВК-36Т	Для склеивания слоистых и сотовых конструкций из металлов и ПКМ, работающих в диапазоне температур от -60 до +180 °С	Теплостойкость при температуре 180 °С. Превосходит по жизнеспособности аналогичные клеи

Для изготовления клеевых пленок использованы клеевые массы ВК-36 и ВК-36Р, полученные с использованием компонентов современных отечественных производителей.

Компоненты, входящие в состав клеев марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170, должны отвечать действующим требованиям по НД, приведенным в табл. 4.

Таблица 4

Требования к исходным компонентам клеевых масс ВК-36 и ВК-36Р для клеевых пленок марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170

Компоненты	Свойства	Значения свойств (норма по НД)
Смола эпоксидная	Внешний вид	Вязкая прозрачная смола без видимых механических включений
	Содержание эпоксидных групп, % (по массе)	20,0–22,5
Полисульфон	Внешний вид	Порошок от белого до кремового цвета
	Растворимость в смоле ЭД-20	Полная
Отвердитель	Внешний вид	Мелкие кристаллы белого цвета
	Температура плавления, °С	209–212
	Содержание воды, % (по массе)	Не более 0,5
	Размер частиц, мкм	Не более 10

На оборудовании ФГУП «ВИАМ» отработаны технологические параметры клеевых масс, которые являются основой для изготовления клеевых пленок марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170.

В условиях ФГУП «ВИАМ» получены опытные партии клеевых пленок марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170 из клеевых масс.

Результаты и обсуждение

Изготовлены партии клея марки ВК-9 на серийном оборудовании с использованием в его составе современной отечественной компонентной базы, который наиболее широко применяется в авиационной промышленности. Свойства клеевых соединений алюминиевого сплава Д16-АТ при температурах испытания 20, 80 и 125 °С в исходном состоянии полностью соответствовали техническим требованиям ТУ1-595-14-842–2009 (табл. 5).

Таблица 5

Свойства клея марки ВК-9, полученного с использованием современной отечественной компонентной базы

Свойства	Значения свойств по ТУ1-595-14-842–2009	Значения свойств* по результатам испытания клея марки ВК-9 с использованием компонентов				
		асбеста	алюминиевой пудры марок ПАП-1, ПАП-2	диоксида титана	диоксида циркония	без наполнителя
Внешний вид		Однородная масса вязкотекучей консистенции без посторонних включений и сгустков				
Жизнеспособность при температурах от 15 до 20 °С, ч (не менее)	2,5	3				
Предел прочности при сдвиге клеевых соединений алюминиевого сплава Д16-АТ, МПа (не менее), при температурах, °С:	13,7	15,5–19,0	15,5–19,0	14,0–19,5	15,0–19,5	13,5–20,0
		17,0	17,5	18,0	17,5	16,0
		5,5–5,8	5,5–5,8	5,5–5,8	5,5–5,8	5,5–5,8
80	5,4	5,6	5,6	5,6	5,6	
125	4,4	4,5–4,8	4,5–4,8	4,5–4,8	4,5–4,8	4,5–4,8
		4,6	4,6	4,6	4,6	4,6

*В числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее.

Из результатов испытаний, приведенных в табл. 5, следует, что клей марки ВК-9, изготовленный с различными наполнителями на компонентной базе отечественных производителей, полностью отвечает требованиям действующей НД.

Дополнительно проведены исследования прочности клеевых соединений различных сплавов после термостарения при температуре 200 °С в течение 500 ч и при температуре 250 °С в течение 5 ч. Результаты испытаний представлены в табл. 6.

Таблица 6

Предел прочности при сдвиге клеевых соединений различных сплавов, выполненных клеем марки ВК-9, после термостарения

Свойства	Склеиваемые материалы	Значения свойств* клеевых соединений (опытная партия клея марки ВК-9) при температуре испытания, °С	
		20	200
Предел прочности при сдвиге, МПа, после испытания при температуре 200 °С в течение 500 ч	Д16-АТ Ан.Окс.хром	<u>18,0–22,0</u> 19,5	<u>1,5–1,8</u> 1,6
	Д16-АТ зашкуренный	<u>20,0–21,5</u> 20,5	<u>1,3–1,7</u> 1,5
	30ХГСА	<u>20,5–24,0</u> 23,0	<u>2,3–3,1</u> 2,6
	ОТ4	<u>25,5–28,5</u> 27,0	<u>1,3–1,8</u> 1,6
Предел прочности при сдвиге, МПа, после испытания при температуре 250 °С в течение 5 ч	30ХГСА	<u>20,0–28,5</u> 24,0	–
	ОТ4	<u>20,0–28,5</u> 24,0	–
	30ХГСА	–	<u>1,4–2,4**</u> 1,6
	ОТ4	–	<u>0,9–1,4**</u> 1,2

* В числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее.
 ** Значения свойств приведены при температуре 250 °С.

Из результатов испытаний, приведенных в табл. 6, следует, что клеевые соединения выдерживают воздействие указанных режимов термостарения с сохранением прочности клеевых соединений как при температуре 20 °С, так и при температурах 200 и 250 °С.

Результаты проведенных исследований оформлены в виде дополнительных сведений к паспорту на клей марки ВК-9.

Клеевые массы изготовлены на серийном оборудовании ФГУП «ВИАМ» и с их использованием получены опытные партии пленочных клеев марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170. Исследованы свойства клеевых пленок на соответствие требованиям ТУ1-595-389–96 (ВК-36 и ВК-36Р) и ТУ1-595-14-486–2013 (ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170). Результаты испытаний приведены в табл. 7.

Из данных, представленных в табл. 7, следует, что указанные клеевые пленки обладают более высокими характеристиками, чем предусмотрено техническими условиями.

Таблица 7

Результаты испытаний пленок клеевых марок ВК-36, ВК-36Р, ВК-36РТ.140 и ВК-36РТ.170

Свойства	Значения свойств по НД клеевой пленки марки				Значения свойств* по результатам испытаний клеевой пленки марки			
	ВК-36	ВК-36Р	ВК-36РТ.140	ВК-36РТ.170	ВК-36	ВК-36Р	ВК-36РТ.140	ВК-36РТ.170
Внешний вид	Пленка серого цвета	Пленка бежевого цвета	–	–	Пленка серого цвета	Пленка бежевого цвета	–	–
Масса 1 м ² , г	–	–	120–160	150–190	–	–	120–160	151–170
Толщина, мм	0,24±0,04	0,24±0,04	–	–	0,22–0,28	0,20–0,27	–	–
Ширина, мм	–	–	300–900	300–900	545	545	545	545
Предел прочности при сдвиге клеевых соединений алюминиевого сплава Д16-АТ или Д19-АТ, МПа (не менее), при температуре, °С:								
20	34,3	34,3	29,4	29,4	<u>40,5–46,5</u> 43,0	<u>42,0–48,0</u> 44,0	<u>39,0–42,0</u> 40,5	<u>38,0–41,0</u> 39,5
150	24,5	17,7	17,7	17,7	<u>24,5–27,0</u> 25,5	<u>18,5–21,5</u> 20,0	<u>19,0–21,5</u> 20,0	<u>19,0–22,0</u> 20,5
Предел прочности при равномерном отрыве обшивки от сот из фольги АМг2Н (ячейка размером 2,5 мм), МПа (не менее), при температуре 150 °С								
	2,4	2,4	–	2,4	<u>4,9–5,2</u> 5,0	<u>5,0–5,2</u> 5,1	–	<u>3,7–4,0</u> 3,8

*В числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее.

Организация производства клеевых связующих

В настоящее время во ФГУП «ВИАМ» разработан широкий ассортимент клеевых связующих, которые нашли применение как в составе стеклопластиков, которые внедрены в перспективные изделия, так и при изготовлении клеевых препрегов.

Освоение в условиях малотоннажного производства ФГУП «ВИАМ» технологий изготовления клеевых связующих марок ВСК-14-1, ВСК-14-2, ВСК-14-4, ВСК-14-4м и ВСК-14-4к позволит в ближайшей перспективе организовать на их основе выпуск клеевых препрегов марок КМКС (для стеклопластиков) и КМКУ (для углепластиков) в объемах, полностью удовлетворяющих потребность в этих материалах всех отраслей промышленности [21, 22].

Для удовлетворения потребности в клеевых связующих, применение которых увеличивается, отработана опытно-промышленная технология их изготовления с использованием современного, высокотехнологичного оборудования для каждой марки связующего, а именно:

- порядок совмещения компонентов, входящих в состав связующих, и продолжительность перемешивания смесей при их изготовлении;
- параметры процесса диспергации порошкообразных отвердителей после их введения в эпоксидные олигомеры.

Все связующие изготовлены на современном оборудовании по отработанной технологии и полностью отвечают требованиям ТУ. Прочностные характеристики клеевых соединений, полученных с применением клеевых связующих марок ВСК-14-1, ВСК-14-2, ВСК-14-4, ВСК-14-4м и ВСК-14-4к, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Предел прочности при сдвиге отвержденных клеевых связующих марок ВСК-14-1, ВСК-14-2, ВСК-14-4, ВСК-14-4м и ВСК-14-4к при различной температуре испытания

Связующее	Условный номер брикета	Прочность при сдвиге*, МПа, при температуре испытания, °С			
		20	80	150	175
ВСК-14-1	1	$\frac{23,0-24,0}{23,3}$	$\frac{25,0-32,0}{27,5}$	–	–
	2	$\frac{20,0-23,5}{21,4}$	$\frac{27,5-32,0}{28,4}$	–	–
	3	$\frac{21,0-22,5}{21,8}$	$\frac{27,5-29,5}{28,4}$		
ВСК-14-2	1	$\frac{39,5-44,0}{40,1}$	–	$\frac{19,5-23,5}{21,9}$	–
	2	$\frac{37,5-44,0}{40,7}$	–	$\frac{20,5-22,5}{21,7}$	–
ВСК-14-4	1	$\frac{19,5-23,0}{21,3}$	–	–	$\frac{24,5-29,0}{26,5}$
	2	$\frac{20,5-26,0}{23,2}$	–	–	$\frac{25,0-28,5}{26,6}$
	3	$\frac{23,0-27,0}{24,5}$	–	–	$\frac{25,0-28,5}{26,1}$
ВСК-14-4м	1	$\frac{20,5-23,5}{21,6}$	–	–	$\frac{23,5-25,0}{24,1}$
	2	$\frac{21,5-28,0}{23,4}$	–	–	$\frac{25,0-28,5}{26,4}$
ВСК-14-4к	1	$\frac{21,0-22,5}{21,8}$	–	–	$\frac{18,0-22,0}{20,7}$
	2	$\frac{20,5-22,5}{21,5}$	–	–	$\frac{20,5-26,5}{23,3}$
	3	$\frac{20,5-23,0}{22,0}$	–	–	$\frac{20,5-21,5}{20,7}$

*В числителе – минимальное и максимальное значения, в знаменателе – среднее.

Из данных, представленных в табл. 8, следует, что прочностные характеристики клеевых соединений, полученные с применением выпущенных опытных партий клеевых связующих, превышают требования ТУ.

Освоение технологии изготовления клеевых связующих марок ВСК-14-1, ВСК-14-2, ВСК-14-4, ВСК-14-4м и ВСК-14-4к позволило организовать на базе Ульяновского филиала ФГУП «ВИАМ» опытно-промышленное производство широкой номенклатуры клеевых препрегов марок КМКС и КМКУ в объемах, полностью удовлетворяющих потребность предприятий авиационной промышленности в ПКМ [23].

Заключения

Установлено, что клеи и клеевые связующие, полученные с применением компонентов, выпускаемых отечественными производителями, полностью соответствуют требованиям действующей НД и паспортным характеристикам.

По результатам проведенных работ во ФГУП «ВИАМ» освоен серийный выпуск клеев различной номенклатуры, полностью соответствующих паспортным характеристикам и удовлетворяющих требованиям потребителей.

Значения характеристик изготовленных в ходе освоения опытно-промышленных технологий клеевых связующих превышают значения, указанные в действующей НД.

Результаты работы показали, что ФГУП «ВИАМ» готово обеспечить качественной клеевой продукцией широкой номенклатуры предприятия авиационной отрасли.

Проведенное исследование позволило организовать в Воскресенском экспериментально-технологическом центре ФГУП «ВИАМ» производство клеев и клеевых связующих объемом 200 т в год.

Применение контрафактной продукции под указанными марками предприятиями различных отраслей промышленности ставит под сомнение обеспечение качества конечных изделий (продукции).

Библиографический список

1. Каблов Е.Н. Инновационные разработки ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ по реализации «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года» // Авиационные материалы и технологии. 2015. №1 (34). С. 3–33. DOI: 10.18577/2071-9140-2015-0-1-3-33.
2. Каблов Е.Н. Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года // Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 7–17.
3. Гращенков Д.В., Чурсова Л.В. Стратегия развития полимерных композиционных и функциональных материалов // Авиационные материалы и технологии. 2012. №S. С. 231–242.
4. Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги / под общ. ред. Е.Н. Каблова М.: ВИАМ, 2017. 472 с.
5. Петрова А.П., Донской А.А., Чалых А.Е., Щербина А.А. Клеящие материалы. Герметики: справочник. СПб.: Професионал, 2008. 589 с.
6. Шарова И.А. Отечественный и зарубежный опыт в области разработки эпоксидных клеев холодного отверждения // Труды ВИАМ. 2014. №7. Ст. 05. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 21.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-7-5-5.
7. Шарова И.А. Эпоксидные клеи холодного отверждения для склеивания и ремонта деталей авиационной техники: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВИАМ, 2015. 26 с.
8. Шарова И.А., Лукина Н.Ф., Алексахин В.М., Антюфеева Н.В. Влияние состава на кинетические и прочностные свойства быстроотверждающихся эпоксидных клеевых композиций // Клеи. Герметики. Технологии. 2015. №2. С. 1–5.
9. Петрова А.П. Вспенивающиеся клеи и их применение в авиастроении // Клеи. Герметики. Технологии. 2015. №1. С. 2–5.
10. Петрова А.П., Лукина Н.Ф. Вспенивающиеся клеи // Клеи. Герметики. Технологии. 2006. №9. С. 2–5.
11. Лукина Н.Ф., Петрова А.П., Мухаметов Р.Р., Когтенков А.С. Новые разработки в области клеящих материалов авиационного назначения // Авиационные материалы и технологии. 2017. №S. С. 452–459. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-S-452-459.
12. Дементьева Л.А., Куцевич К.Е., Лукина Н.Ф., Петрова А.П. Свойства эпоксидных конструкционных клеев, модифицированных полисульфонами // Клеи. Герметики. Технологии. 2016. №11. С. 13–18.
13. Каблов Е.Н., Чурсова Л.В., Лукина Н.Ф., Куцевич К.Е., Рубцова Е.В., Петрова А.П. Исследование эпоксидно-полисульфоновых полимерных систем как основы высокопрочных клеев авиационного назначения // Клеи. Герметики. Технологии. 2017. №3. С. 7–12.
14. Петрова А.П., Дементьева Л.А., Лукина Н.Ф., Аниховская Л.И. Пленочные конструкционные клеи // Клеи. Герметики. Технологии. 2014. №10. С. 7–12.
15. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Аниховская Л.И. Клеящие материалы в конструкции лопастей вертолетов // Труды ВИАМ. 2016. №7 (43). Ст. 07. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 06.11.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-7-58-66.

16. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Сереженков А.А. Конструкционные и тепло-стойкие клеи // *Авиационные материалы и технологии*. 2012. №5. С. 328–335.
17. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Тюменева Т.Ю. Свойства клеев и клеящих материалов для изделий авиационной техники // *Клеи. Герметики. Технологии*. 2009. №1. С. 14–24.
18. Петрова А.П., Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Тюменева Т.Ю., Авдоница И.А., Жадова Н.С. Клеи для авиационной техники // *Российский химический журнал*. 2010. Т. LIV. №1. С. 46–52.
19. Рубцова Е.В., Шарова И.А., Петрова А.П. Высокопрочный пленочный клей ВК-36Т на основе эпоксидно-полисульфоновой системы // *Новости материаловедения. Наука и техника*. 2016. №6. Ст. 08. URL: <http://materialsnews.ru> (дата обращения: 13.10.2020).
20. Куцевич К.Е., Дементьева Л.А., Лукина Н.Ф., Чурсова Л.В. Свойства и назначения клея ВК-36РМ для авиационной техники // *Клеи. Герметики. Технологии*. 2013. №8. С. 5–6.
21. Куцевич К.Е. Клеевые препреги и углекомпозицы на их основе: дис. ... канд. техн. наук. М.: ВИАМ, 2014. 102 с.
22. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Куцевич К.Е. Клеевые препреги на основе тканей Porcher – перспективные материалы для деталей и агрегатов из ПКМ // *Труды ВИАМ*. 2014. №6. Ст. 10. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 13.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-6-10-10.
23. Петрова А.П., Дементьева Л.А., Лукина Н.Ф., Чурсова Л.В. Клеевые связующие для полимерных композиционных материалов на угле- и стеклоаполнителях // *Труды ВИАМ*. 2015. №9. Ст. 11. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 19.10.2020). DOI: 10.18577/2307-6046-2015-0-9-11-11.