



УДК 667.621.262.2

DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-7-4-4

**РАЗРАБОТКИ ФГУП «ВИАМ» В ОБЛАСТИ КЛЕЕВ  
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ  
И САМОКЛЕЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ**

Т.Ю. Тюменева

Н.С. Жадова

Н.Ф. Лукина

*кандидат технических наук*

**Июль 2014**

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 667.621.262.2

DOI: 10.18577/2307-6046-2014-0-7-4-4

*Т.Ю. Тюменева<sup>1</sup>, Н.С. Жадова<sup>1</sup>, Н.Ф. Лукина<sup>1</sup>*

## **РАЗРАБОТКИ ФГУП «ВИАМ» В ОБЛАСТИ КЛЕЕВ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ И САМОКЛЕЯЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ**

*Приведены свойства клеев резинотехнического назначения, разработанных во ФГУП «ВИАМ», в сравнении с отечественными и зарубежными аналогами. Представлены самоклеящиеся материалы для временного оперативного ремонта внешней поверхности изделий авиационной техники.*

**Ключевые слова:** *клей, самоклеящиеся материалы на различных подложках, холодное отверждение, процесс вулканизации, свойства клеевых соединений, временный оперативный ремонт.*

*T.Yu. Tyumeneva, N.S. Zhadova, N.F. Lukina*

## **DEVELOPMENT OF VIAM FEDERAL STATE UNITARY ENTERPRISE IN THE FIELD OF ADHESIVES OF INDUSTRIAL RUBBER ASSIGNMENT AND BEING SELF-GLUED MATERIALS**

*Properties of adhesives of industrial rubber assignment developed in VIAM Federal State Unitary Enterprise, in comparison with domestic and foreign analogs are given. Being self-adhesive materials for temporary operational repair of exterior surface of products of aviation engineering are provided.*

**Keywords:** *adhesive, being self-adhesive materials on the different substrates, cold curing, process of curing, properties of adhesive joints, temporary operational repair.*

---

<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

Развитие и усовершенствование современной техники требуют создания новых полимерных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками. В современной промышленности широко используются материалы на основе эластомеров: эластомерные композиционные материалы, резинотекстильные материалы и клеи на основе эластомеров. В ВИАМ создана широкая гамма клеев и

материалов на их основе, отвечающих высоким требованиям авиационной и космической техники [1].

Клеи на основе эластомеров подразделяют на два типа:

– резиновые клеи, в зарубежной литературе их обозначают RBA (rubber base adhesive);

– липкие клеи (клеи, чувствительные к давлению) – PSA (pressure-sensitive adhesive).

В качестве полимерной основы резиновых клеев используют натуральный или синтетические каучуки. По назначению резиновые клеи подразделяют на две группы:

– клеи для склеивания резин с металлами;

– клеи для резинотехнических изделий.

По режиму отверждения резиновые клеи подразделяют на клеи холодного отверждения (отверждающиеся без термообработки) и клеи горячего отверждения (отверждение проходит по режиму вулканизации склеиваемой резины) [2–5].

В авиационной промышленности для склеивания вулканизированных резин с металлами и другими материалами используется широкая гамма клеев холодного отверждения, разработанных в ВИАМ, обеспечивающих прочность при отслаивании клеевых соединений на уровне 2,6 кН/м в интервале рабочих температур от  $-50$  до  $\leq 80^{\circ}\text{C}$  [3, 5, 6]. В ВИАМ была поставлена задача по созданию клея холодного отверждения с повышенной прочностью (не менее 4,0 кН/м) и работоспособного в интервале температур от  $-60$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ , представляющая научный и практический интерес для авиационной и других отраслей техники.

Для повышения адгезионной прочности клеевых резинотехнических соединений применяют различные способы:

– поверхностная модификация склеиваемых материалов – применение адгезионных подслоев, модификация поверхности вулканизированных резин перед склеиванием;

– введение в состав резины модификаторов (промогентов) адгезии, модификация клеевых составов;

– изменение технологических факторов при склеивании – температуры, давления, продолжительности процесса отверждения [2–7].

В ВИАМ разработан клей холодного отверждения, позволяющий получить прочность при отслаивании клеевых соединений (резин на основе кремнийорганического каучука с титановым сплавом или с органическим стеклом) на уровне 3,0 кН/м после 72 ч отверждения при температуре  $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Добиться повышения прочностных свойств клеевых соединений удалось с помощью разработанной технологии применения клея с

подслоем, наносимым на поверхность склеиваемой резины. Исследования физико-химических свойств клеевых соединений, выполненных на основе разработанного клея холодного отверждения с подслоем, показали, что клеевые соединения работоспособны в интервале температур от  $-60$  до  $+80^{\circ}\text{C}$  во всеклиматических условиях, клей грибостоек и не вызывает коррозии на поверхности металла [6, 8–13].

Для высокопрочного соединения вулканизированных резин на основе бутадиен-нитрильных каучуков между собой и с прорезиненными материалами или металлами в ВИАМ разработан клей холодного отверждения марки ВКР-95, обеспечивающий прочность клеевых соединений при отслаивании не менее  $4,0$  кН/м после 24 ч отверждения при температуре  $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ , работоспособный в интервале температур от  $-60$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . В сравнении с разработанными ранее отечественными аналогами клей ВКР-95 обладает повышенной прочностью и влагостойкостью, интервал рабочих температур расширен до  $+100^{\circ}\text{C}$  [13–15].

С применением клея ВКР-95 в сочетании с клеем холодного отверждения на эпоксидной основе (ВК-93) в качестве подслоя и без него разработана технология приклеивания износостойкого материала к материалам лопастей вертолетов с целью их дополнительной защиты от абразивного износа [15–17].

Получить резинометаллические соединения с высокой механической, термической и химической стойкостью удастся только с применением более сложной технологии: при склеивании невулканизированных резин с металлами в процессе вулканизации клеями горячего отверждения. Применяемые в авиационной промышленности отечественные резиновые клеи горячего отверждения (Кр-5-18, Лейконат и ВКР-85) обеспечивают прочность клеевых резинометаллических соединений на уровне  $4$  МПа [2–6, 8–13].

Среди ведущих стран мира наиболее интенсивные разработки в этой области ведет Германия. Фирма Bayer (Германия) для склеивания резин различной химической природы с металлами в процессе вулканизации рекомендует клей Desmodur RE. Клей работоспособен в интервале температур от  $-60$  до  $+130^{\circ}\text{C}$ . По прочностным показателям клеи Лейконат, Desmodur RE и ВКР-85 находятся на одном уровне [3, 5, 6, 8–10]. Фирма LORD Germany GmbH предлагает высокопрочные клеевые системы горячего отверждения (покровный клей+праймер) под маркой Chemosil, представляющие собой многокомпонентные высоконаполненные системы в смеси растворителей, обеспечивающие прочность при отрыве резинометаллических соединений на уровне  $6$  МПа и работоспособные до  $+130^{\circ}\text{C}$ . В качестве полимерной основы клеев марок

Chemosil используют ди-, три- и полихлорбутадиены, бромсодержащие бутадиены и хлорированный натуральный каучук (аллопрен) с достаточно высоким содержанием галогена (~30% по массе) [8–10, 12, 13, 15].

Однако хлор- и бромсодержащие полимеры в настоящее время производятся за пределами России, и отечественные аналоги подобных клеевых систем, разработанные полностью на недефицитном отечественном сырье, отсутствуют.

В ВИАМ разработан клей, предназначенный для склеивания с металлами в процессе вулканизации резин на основе СКН, и подслоя, повышающий адгезию клея к резинам на основе неполярных каучуков (СКИ, СКИ+СКД и др.). Клеевая композиция не содержит в своем составе дефицитных дорогостоящих галогенсодержащих полимеров и олигомеров, выпускаемых за рубежом. Полимерную основу клея составляет бутадиен-нитрильный каучук, модифицированный хлорированным полиизопреном и фенольным олигомером [18–20].

Разработанная клеевая система обеспечивает прочностные характеристики клеевых резинометаллических соединений на уровне характеристик системы Chemosil и превышает свойства отечественного аналога – клея ВКР-85. Клеевые соединения, выполненные с применением разработанного клея горячего отверждения, работоспособны в интервале температур от -60 до +100°C на воздухе и в агрессивных средах, в сравнении с аналогами обладают повышенной влагостойкостью и тропикостойкостью.

Разработанный клей горячего отверждения может быть использован для крепления резин на основе полярных и неполярных каучуков между собой и к металлам при изготовлении высокопрочных тонкослойных металлоэластомерных соединений (подшипников, втулок и др.).

В связи с необходимостью замены импортного дорогостоящего клея марки LA 5102 фирмы Clifton Adhesive, применяемого для соединения полиуретановых материалов фирмы Uretex (США), в ВИАМ разработана рецептура клея холодного отверждения, представляющего собой двухкомпонентный раствор для склеивания тканепленочных материалов спасательных надувных трапов самолетов гражданской авиации [13, 15, 20, 21]. Разработанный клей холодного отверждения обеспечивает прочность при расслаивании не менее 1,3 кН/м при температуре испытания  $23\pm 2^\circ\text{C}$  через 24 ч после склеивания тканепленочных материалов для спасательных надувных трапов самолетов гражданской авиации, что превышает показатели импортного аналога (клей марки LA 5102 – прочность на уровне 0,87 кН/м). Клеевые соединения работоспособны в интервале температур от -60 до +80°C, стойки к циклическому воздействию темпера-

тур, влагостойки, отвечают требованиям по горючести: продолжительность остаточного горения составляет 3 с; по классификации относятся к классу «самозатухающих», что удовлетворяет требованиям АП-25 по пожаробезопасности.

За последние годы в ВИАМ создан ряд клеящих материалов с постоянной липкостью на различных несущих подложках ремонтного назначения [6, 8–10, 12, 17].

В процессе эксплуатации летательных аппаратов (самолетов, вертолетов) в ряде случаев возникают дефекты внешней поверхности планера (царапины, повреждения ЛКП, проколы и др.), дальнейшее развитие которых приводит к образованию повреждений, не допускающих эксплуатацию авиационной техники и требующих капитального ремонта в условиях ремонтных предприятий. Проведение временного оперативного ремонта выявленных дефектов внешней поверхности планера и элементов крыла, в том числе в полевых условиях, позволяет защитить поврежденные поверхности агрегатов, в том числе сотовых, от попадания влаги и дальнейших коррозионных разрушений.

Следует отметить, что временный оперативный ремонт агрегатов авиационной техники должен быть осуществлен непосредственно после обнаружения повреждений, в том числе в полевых условиях, и не допускает длительной эксплуатации изделия без проведения капитального ремонта. Оперативный временный ремонт рекомендуется проводить с применением специальных ремонтных технологий, разработанных в ВИАМ, с использованием самоклеящихся материалов ремонтного назначения [6, 8–10, 12, 17].

В ВИАМ разработан и паспортизован ряд отечественных самоклеящихся материалов ремонтного назначения на различных несущих подложках: алюминиевой фольге и тканевой основе.

Самоклеящийся материал на алюминиевой фольге с постоянно-липким слоем марки ФЛС рекомендован для оперативного ремонта поверхностей из алюминиевых сплавов, работоспособен в интервале температур от  $-60$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ , обеспечивает предел прочности при сдвиге на уровне 400 кПа и прочность при отслаивании  $\sigma_{\text{отсл}}=5,0$  Н/см. Материал обладает демпфирующими свойствами, отличается хорошей адгезией к инертным материалам (полиэтилену, полипропилену). Материал марки ФЛС устойчив к воздействию переменных температур ( $-60$ ÷ $+80^{\circ}\text{C}$ ), тропико- и грибостоек, стоек к воздействию солевого тумана (4,5 мес), воды, агрессивных жидкостей (авиационных топлив, масел, гидрожидкостей и др.). Устойчив к воздействию естественного старения в условиях климатических станций в Москве, Геленджике и Якутске.

Самоклеящаяся алюминиевая фольга марки САФ отличается повышенной термостойкостью и работоспособна в интервале температур от  $-60$  до  $+150^{\circ}\text{C}$ . Материал марки

САФ устойчив к воздействию теплового старения, переменных температур, солевого тумана, воды, агрессивных жидкостей (авиационных топлив, масел, гидрожидкостей и др.). Устойчив к воздействию естественного старения в условиях климатических станций в Москве и Геленджике, тропико- и грибоустойчив, не вызывает коррозии алюминиевых сплавов. Самоклеящаяся алюминиевая фольга марки САФ с теплостойкостью до +150°C рекомендована для оперативного ремонта повреждений (сколы, потертости и пр.) внешней поверхности из алюминиевых сплавов и стеклопластиков, в том числе на основе клеевых препрегов.

За последние годы в ВИАМ разработаны:

- самоклеящийся материал марки ВСМФ-1 на алюминиевой фольге с рабочей температурой +80°C, с повышенной прочностью при отслаивании ( $\sigma_{отсл} \geq 10,0$  Н/см), который рекомендуется взамен снятого с производства Фольгоплена (Россия);

- самоклеящийся материал на тканевой основе марки ВСМТ, который (в отличие от самоклеящихся материалов на алюминиевой фольге марок ФЛС, САФ и ВСМФ-1) допускается для ремонта поврежденных поверхностей из углепластиков [17, 22, 23]. Свойства разработанных самоклеящихся материалов приведены в таблице.

**Сравнительные свойства самоклеящихся материалов ремонтного назначения**

Материал	Температура эксплуатации, °С	Предел прочности при сдвиге, кПа	Прочность при отслаивании, Н/см	Характер разрушения при отслаивании от склеиваемых поверхностей
ФЛС	-60÷+80	400	5	Не оставляет следов клея
САФ	-60÷+150	550	6	То же
ВСМФ-1	-60÷+80	575	10,6	-«-
Фольгоплен ФП (Россия)	-60÷+60	175	3	Оставляет следы клея
ВСМТ	-60÷+80	600	6	Не оставляет следов клея

Материал марки ВСМФ-1 по сравнению с Фольгопленом обладает повышенной более чем в 3 раза когезионной прочностью. Существенным преимуществом материала марки ВСМТ является то, что он обладает улучшенной технологичностью – «выкладываемостью», что позволяет рекомендовать его в новых ремонтных технологиях для ремонта поверхностей сложной кривизны (сотовые конструкции из ПКМ).

Материалы марок ВСМФ-1 и ВСМТ устойчивы к воздействию теплового старения, влаги и тропического климата, грибоустойчивы, работоспособны в интервале температур от -60 до +80°C и рекомендованы для эксплуатации во всеклиматических условиях.

Разработана перспективная технология применения самоклеящегося материала на тканевой основе марки ВСМТ в сочетании с быстроотверждающимся эпоксидным клеем для оперативного ремонта сотовых агрегатов из ПКМ, в том числе в полевых усло-

виях. Клеящие материалы рекомендованы для ремонта таких повреждений, как проколы и пробоины (размером не более 30 мм в диаметре) верхнего слоя обшивки трехслойной сотовой конструкции из ПКМ [17, 22, 23].

Самоклеящиеся материалы не содержат растворителей, не выделяют вредных летучих веществ – являются экологически безопасными при использовании. Применение данных материалов не требует специальной подготовки поверхности под склеивание, нагрева и давления, специальной оснастки.

Применение экологически чистых самоклеящихся материалов в ремонтных технологиях авиационной техники позволяет снизить энергозатраты и трудоемкость ремонтных работ, обеспечивает надежность эксплуатации ремонтных накладок, в том числе при ремонте незначительных повреждений наружных обшивок сотовых агрегатов из стеклопластиков на основе клеевых препрегов, и защиту сотовой конструкции от попадания влаги. Оперативный ремонт с применением данных материалов позволяет увеличить время между плановыми ремонтами.

Перечисленные преимущества самоклеящихся материалов делают их незаменимыми для ремонтных технологий в авиационной и других областях техники.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Кардашов Д.А., Петрова А.П. Полимерные клеи. М.: Химия. 1983. 256 с.
3. Петрова А.П., Донской А.А., Чалых А.Е., Щербина А.А. Клеящие материалы. Герметики: Справочник. СПб.: НПО «Профессионал». 2008. 589 с.
4. Петрова А.П. Основные этапы технологии склеивания //Клеи. Герметики. Технологии. 2014. №2. С. 24–30.
5. Шарова И.А., Петрова А.П. Обзор по материалам международной конференции по клеям и герметикам (WAC-2012, Франция) //Труды ВИАМ. 2013. №8. Ст. 06 (viam-works.ru).
6. Лукина Н.Ф., Аниховская Л.И., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Тюменева Т.Ю. Клеи и клеящие материалы для изделий авиационной техники //Сварочное производство. 2007. №5. С. 19–27.
7. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Сереженков А.А. Конструкционные и термостойкие клеи //Авиационные материалы и технологии. 2012. №5. С. 328–335.

8. 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.
9. Петрова А.П., Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Тюменева Т.Ю., Авдонина И.А., Жадова Н.С. Клеи для авиационных материалов //Российский химический журнал. 2010. Т. IV. №1. С. 46–52.
10. Lukina N.F., Dement'eva L.A., Petrova A.P., Tyumeneva T.Y. Properties of adhesives and adhesive materials used in aviation industry //Polymer Science. Series D. 2009. V. 2. №3. P. 147–154.
11. Петрова А.П., Лукина Н.Ф. Клеи для многоцветной космической системы //Труды ВИАМ. 2013. №4. Ст. 04 (viam-works.ru).
12. Petrova A.P., Lukina N.F., Dement'eva L.A., Tyumeneva T.Y., Avdonina I.A., Zhadova N.S. Adhesives for aviation equipment //Russian Journal of General Chemistry. 2011. Т. 81. №5. P. 1014–1021.
13. Тюменева Т.Ю., Когтёнков А.С., Лукина Н.Ф., Чурсова Л.В. Успехи в области разработки клеев и технологий для изготовления резинотехнических изделий авиационного назначения //Клеи. Герметики. Технологии. 2013. №10. С. 7–10.
14. Tyumeneva T.Y., Lukina N.F. VKR-95 cold-setting adhesive with enhanced strength //Polymer Science. Series D. 2010. Т. 3. №2. С. 114–116.
15. Тюменева Т.Ю., Лукина Н.Ф. Клеи для склеивания резин между собой и с другими материалами /В сб. материалов докладов семинара. ЦРДЗ. 2008. С. 11–12.
16. Сытый Ю.В., Сагомонова В.А., Кислякова В.И., Большаков В.А. Новые вибропоглощающие материалы //Авиационные материалы и технологии. 2012. №2. С. 51–54.
17. Шарова И.А., Жадова Н.С., Лукина Н.Ф. Клеящие материалы и технологии для временного оперативного ремонта сотовых агрегатов из полимерных композиционных материалов //Клеи. Герметики. Технологии. 2012. №5. С. 36–39.
18. Клеевая композиция: пат. 2296789 Рос. Федерация; опубл. 10.04.2007.
19. Клеевая композиция: пат. 2471842 Рос. Федерация; опубл. 11.05.2011.
20. Тюменева Т.Ю., Когтёнков А.С., Лукина Н.Ф., Чурсова Л.В. Влияние наполнителей на свойства клеев резинотехнического назначения //Труды ВИАМ. 2014. №4. Ст. 05 (viam-works.ru).
21. Дементьева Л.А., Тюменева Т.Ю., Шарова И.Ю. Клеи с пониженной горючестью для авиационной техники /В сб. докладов VI Международной конф. «Полимерные материалы пониженной горючести». ВоГТУ. 2011. С. 127–128.

22. Самоклеящийся материал: пат. 2435812 Рос. Федерация; опубл. 02.06.2010.
23. Жадова Н.С., Лукина Н.Ф., Тюменева Т.Ю. Самоклеящиеся материалы для временного оперативного ремонта внешней поверхности изделий авиационной техники //Клеи. Герметики. Технологии. 2012. №6. С. 2–4.

#### REFERENCES LIST

1. Kablov E.N. Strategicheskie napravlenija razvitija materialov i tehnologij ih pererabotki na period do 2030 goda [Strategic directions of development of materials and technologies to process them for the period up to 2030] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №5. S. 7–17.
2. Kardashov D.A., Petrova A.P. Polimernye klei [Polymer adhesives]. M.: Himija. 1983. 256 s.
3. Petrova A.P., Donskoj A.A., Chalyh A.E., Shherbina A.A. Klejashhie materialy. Germetiki [Adhesives. Sealants]: Spravochnik. SPb.: NPO «Professional». 2008. 589 s.
4. Petrova A.P. Osnovnye jetapy tehnologii skleivaniya [Main stages of bonding technology] //Klei. Germetiki. Tehnologii. 2014. №2. S. 24–30.
5. Sharova I.A., Petrova A.P. Obzor po materialam mezhdunarodnoj konferencii po klejam i germetikam (WAC-2012, Francija) [Browse by materials of the international conference on adhesives and sealants (WAC-2012, France)] //Trudy VIAM. 2013. №8. St. 06 (viam-works.ru).
6. Lukina N.F., Anihovskaja L.I., Dement'eva L.A., Petrova A.P., Tjumeneva T.Ju. Klei i klejashhie materialy dlja izdelij aviacionnoj tehniki [Glues and adhesives for aircraft products] //Svarochnoe proizvodstvo. 2007. №5. S. 19–27.
7. Lukina N.F., Dement'eva L.A., Petrova A.P., Serezhenkov A.A. Konstrukcionnye i termostojkie klei [Structural and heat-resistant adhesives] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №5. S. 328–335.
8. Lukina N.F., Dement'eva L.A., Petrova A.P., Tjumeneva T.Ju. Svoystva kleev i klejashhih materialov dlja izdelij aviacionnoj tehniki [Properties of adhesives and adhesives for aircraft products] //Klei. Germetiki. Tehnologii. 2009. №1. S. 14–24.
9. Petrova A.P., Lukina N.F., Dement'eva L.A., Tjumeneva T.Ju., Avdonina I.A., Zhadova N.S. Klei dlja aviacionnyh materialov [Adhesives for aircraft materials] //Rossijskij himicheskij zhurnal. 2010. T. IV. №1. S. 46–52.

10. Lukina N.F., Dement'eva L.A., Petrova A.P., Tyumeneva T.Y. Properties of adhesives and adhesive materials used in aviation industry //Polymer Science. Series D. 2009. V. 2. №3. P. 147–154.
11. Petrova A.P., Lukina N.F. Klei dlja mnogorazovoj kosmicheskoj sistemy [Adhesives for reusable space system] //Trudy VIAM. 2013. №4. St. 04 (viam-works.ru).
12. Petrova A.P., Lukina N.F., Dement'eva L.A., Tyumeneva T.Y., Avdonina I.A., Zhadova N.S. Adhesives for aviation equipment //Russian Journal of General Chemistry. 2011. T. 81. №5. P. 1014–1021.
13. Tjumeneva T.Ju., Kogtjonkov A.S., Lukina N.F., Chursova L.V. Uspehi v oblasti razrabotki kleev i tehnologij dlja izgotovlenija rezinotekhnicheskikh izdelij aviacionnogo naznachenija [Progress in the development of adhesives and technologies for the manufacture of rubber products aviation applications] //Klei. Germetiki. Tehnologii. 2013. №10. S. 7–10.
14. Tyumeneva T.Y., Lukina N.F. VKR-95 cold-setting adhesive with enhanced strength //Polymer Science. Series D. 2010. T. 3. №2. S. 114–116.
15. Tjumeneva T.Ju., Lukina N.F. Klei dlja skleivanija rezin mezhdu soboj i s drugimi materialami [Adhesives for bonding rubber between themselves and with other materials] /V sb. materialov dokladov seminaru. CRDZ. 2008. S. 11–12.
16. Sytyj Ju.V., Sagomonova V.A., Kisljakova V.I., Bol'shakov V.A. Novye vibropogloshhajushhie materialy [New vibration-absorbing materials] //Aviacionnye materialy i tehnologii. 2012. №2. S. 51–54.
17. Sharova I.A., Zhadova N.S., Lukina N.F. Klejashhie materialy i tehnologii dlja vremennogo operativnogo remonta sotovyh agregatov iz polimernyh kompozicionnyh materialov [Adhesives and technologies for the repair of cellular interim operational units of the polymer composites] //Klei. Germetiki. Tehnologii. 2012. №5. S. 36–39.
18. Kleevaja kompozicija [The adhesive composition]: pat. 2296789 Ros. Federacija; opubl. 10.04.2007.
19. Kleevaja kompozicija [The adhesive composition]: pat. 2471842 Ros. Federacija; opubl. 11.05.2011.
20. Tjumeneva T.Ju., Kogtjonkov A.S., Lukina N.F., Chursova L.V. Vlijanie napolnitelej na svojstva kleev rezinotekhnicheskogo naznachenija [Effect of fillers on the properties of rubber-purpose adhesives] //Trudy VIAM. 2014. №4. St. 05 (viam-works.ru).
21. Dement'eva L.A., Tjumeneva T.Ju., Sharova I.Ju. Klei s ponizhennoj gorjuchest'ju dlja aviacionnoj tehniki [Adhesives with reduced flammability for aircraft] /V sb. dokladov

VI Mezhdunarodnoj konf. «Polimernye materialy ponizhennoj gorjuchesti». VoGTU. 2011. S. 127–128.

22. Samoklejashhij material [Self-adhesive material]: pat. 2435812 Ros. Federacija; opubl. 02.06.2010.

23. Zhadova N.S., Lukina N.F., Tjumeneva T.Ju. Samoklejashhiesja materialy dlja vremennogo operativnogo remonta vneshnej poverhnosti izdelij aviacionnoj tehniki [Self-adhesive materials for temporary operative repair external surfaces of products aircraft] //Klei. Germetiki. Tehnologii. 2012. №6. S. 2–4.