

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ СИНТЕЗА

---

УДК 678.8

Б.Ф. Павлюк<sup>1</sup>

### ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ ПОЛИМЕРНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-S-388-392

*Функциональные материалы – это широкий класс веществ, которые используются в самых разнообразных областях современной жизни и обладают определенными физическими и химическими свойствами. Сверхлегкие теплозащитные и герметизирующие материалы, электроизоляционные и антифрикционные материалы, шумопоглощающие и самоклеящиеся покрытия и прокладки, анаэробные композиции и другие – находят широкое применение в машиностроении, на железнодорожном транспорте, в судостроении и авиации, в электронике и радиотехнике.*

*Основными функциональными параметрами полимеров являются их механические свойства – прочность, жесткость, эластичность, трещиностойкость, это обстоятельство определяет развитие науки о полимерах на многие годы. Прочностные свойства играют важную роль при изготовлении изделий, предназначенных для эксплуатации при воздействии значительных механических нагрузок в разных условиях – высокой влажности, агрессивных веществ, температуры окружающей среды. Важность применения полимерных материалов определяется многообразием их свойств – механических, электрических, оптических, способностью взаимодействовать с излучениями различных энергий. По электрическим свойствам современные полимерные материалы перекрывают весь диапазон – от диэлектриков до полупроводников. Некоторые полимеры (фоточувствительные) под влиянием ультрафиолетового и видимого света подвергаются химическим изменениям, сопровождающимся изменением физико-химических свойств. Для использования полимеров в качестве изолирующих материалов их важными характеристиками являются диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь, термическая и радиационная стойкость.*

---

<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

*Создание оптимального материала требует усиления или подавления каких-либо свойств в уже имеющемся материале и невозможно без привлечения современных экспериментальных и теоретических подходов.*

**Ключевые слова:** функциональные материалы, лакокрасочные покрытия, клеи, термопластичные полимеры, шумоподавление, атмосферостойчивость, экологическая безопасность.

*B.Ph. Pavlyuk*

### **The main directions in the field of development of polymeric functional materials**

*Functional materials are wide class of substances which are used in the most various areas of modern life and possess certain physical and chemical properties. Extralight heat-protective and encapsulating materials, electric insulating and antifriction materials, noise-absorbing and self-adhesive coatings and laying, anaerobic compositions and others find broad application in mechanical engineering, railway transport, shipbuilding and aircraft, in electronics and radio engineering.*

*The basic functional purpose of polymers are their mechanical properties – durability, rigidity, elasticity, cracks resistance, this circumstance defines science development about polymers for many years. Strength properties play important role when manufacturing products intended for operation at action of considerable mechanical loadings in different conditions – high humidity, action of aggressive substances, environment temperature. Importance of polymeric materials is defined by variety of their properties – mechanical, electric, optical, ability to cooperate with radiations of different energy. On electrical properties modern polymeric materials overcover all range from dielectrics to semiconductors. Some polymers (photosensitive) under the influence of ultra-violet and visible light are exposed to the chemical changes, being accompanied by change of physicochemical behavior. For use of polymers as isolating materials their important characteristics are dielectric permittivity and dielectric loss tangent, thermal and radiation resistance.*

*Development of optimum material requires strengthening or suppression of any properties in already available material and it is impossible without attraction of modern experimental and theoretical approaches.*

*Keywords: functional materials, paint coatings, glues, thermoplastic polymers, noise reduction, weathering resistance, ecological safety.*

Важным направлением в области современного материаловедения является разработка полимерных композиционных материалов (ПКМ) нового поколения с различными функциональными свойствами. Следует отметить, что их производство является одним из самых быстро развивающихся направлений в мире.

В настоящее время при разработке конкурентоспособных функциональных полимерных материалов авиационного назначения недостаточно обеспечивать выполнение ими основных функций. Необходимо создавать

материалы с учетом обеспечения многочисленных требований – в том числе по старению, климатической стойкости, экологической безопасности и др. [1–3].

Придание функциональных свойств ПКМ конструкционного назначения позволяет повысить весовую эффективность их использования в конструкции летательных аппаратов, увеличить надежность деталей конструкции и межремонтный срок службы [4, 5].

Современные функциональные системы лакокрасочных покрытий (ЛКП) дают возможность эксплуатации авиационной техники в различных условиях, придают высокую атмосферостойкость (до 20 лет), стойкость к маслам, топливам, агрессивным жидкостям, грибоустойчивость. Лакокрасочные материалы применяют для окраски специальных объектов и изделий авиационной техники с целью снижения оптической контрастности в широком диапазоне длин волн. При этом они могут быть радиопрозрачными в определенном диапазоне частот, электропроводящими или, наоборот, обеспечивать непроводящий защитный слой [6].

Вопросы герметизации до сих пор являются актуальными. Обеспечение непроницаемости клепаных, сварных и болтовых соединений элементов конструкций, в том числе в агрессивных средах, достигается путем использования различных герметизирующих материалов, основным компонентом которых являются высокомолекулярные соединения. Варьирование химического состава и структуры полимера позволяет получать материал с заранее заданными свойствами [7, 8].

Другим важным направлением является придание новых свойств резинотехническим изделиям – снижение горючести и расширение температурного диапазона их использования. Разработка материалов с работоспособностью от  $-70$  до  $+350^{\circ}\text{C}$  делает их незаменимыми при модернизации существующей и проектировании новой техники для освоения Арктики.

В настоящее время необходимы резины различной химической природы для решения целого ряда вопросов эксплуатационного и ремонтного характера, поэтому отечественной промышленностью востребованы клеи резинотехнического назначения. Помимо основной функции склеивания, к клеям предъявляются повышенные требования по работоспособности в интервале температур от  $-60$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ , влаго- и тропикостойкости, устойчивости к воздействию микологической среды и климатических факторов, самозатухаемости.

Одним из критериев повышения конкурентоспособности отечественных самолетов гражданского назначения является снижение производимого ими шума на местности, а также в салоне аэроплана, что достигается использованием в конструкции функциональных полимерсодержащих звукопоглощающих материалов-конструкций, теплозвукоизоляционных и вибропоглощающих материалов [9, 10].

Совершенствование научно-технологического подхода позволило создать отечественный атмосферостойкий оптически прозрачный поликарбонат, который может быть использован при создании ударостойких элементов остекления (в том числе двойной кривизны) авиационной техники и средств защиты летчика.

Кроме того, ведутся исследования и разработки в области получения слоистого полимерного остекления нового поколения для авиационной техники – абразивостойкого и с интегрированным электрообогреваемым элементом криволинейной формы.

Широкое применение в авиационной промышленности нашли термопластичные полимеры, способные обратимо переходить при нагревании в высокоэластическое или вязкотекучее состояние. Их популярность обусловлена высокими прочностными и деформационными характеристиками, низкой плотностью, ударостойкостью, устойчивостью к различным видам химического воздействия и диэлектрическими свойствами. Тем не менее увеличение скорости полета современных самолетов, а также дальности преодолеваемых ими расстояний привело к ужесточению требований к данным материалам и к необходимости создания термопластов нового поколения – с повышенной температурой эксплуатации, стойкостью к микологическому воздействию, самозатуханием и высокими антистатическими свойствами [11].

Таким образом, создание современных и перспективных функциональных материалов требует комплексного и программного подхода, основанного на результатах фундаментальных и фундаментально-ориентированных исследований.

Кроме того, необходима тесная кооперация ведущих российских научно-исследовательских институтов, организаций-разработчиков и промышленных предприятий, базирующаяся на постулате: неразрывность материалов, технологий и конструкций.

С самого начала разработки (с использованием современных методов математического моделирования) следует просчитывать полный жизненный цикл материала, включающий этапы его создания, эксплуатации в конструкции, диагностики, ремонта, продления ресурса и утилизации. Помимо этого, заранее необходимо предусматривать использование «зеленых» технологий при создании материалов и комплексных систем защиты – для снижения или полного исключения негативного влияния на окружающую среду.

Данный подход был заложен и в настоящее время реализуется в рамках «Стратегических направлений развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», которые являются ключевой составляющей для создания перспективных изделий и формирования необходимого научно-технического задела [12].

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Билибин А.Ю. Функциональные свойства полимеров. СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1998. 136 с.
3. Кербер М.Л. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. СПб.: Профессия, 2008. 560 с.
4. Матренин С.В., Овечкин Б.Б. Композиционные материалы и покрытия на полимерной основе. Томск, 2008. 197 с.
5. Кондрашов С.В., Шашкеев К.А., Попков О.В., Соловьянич Л.В. Перспективные технологии получения функциональных материалов конструкционного назначения на основе нанокompозитов с УНТ (обзор) // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2016. №3. Ст. 07. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 23.03.2017). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-3-7-7.
6. Крутько Э.Т., Прокопчук Н.Р. Химия и технология лакокрасочных материалов и покрытий. Минск: БГТУ, 2004. 314 с.
7. Лукина Н.Ф., Дементьева Л.А., Петрова А.П., Аниховская Л.И. Клеящие материалы в конструкции лопастей вертолетов // Труды ВИАМ: электрон. науч.-технич. журн. 2016. №7. Ст. 07. URL: <http://www.viam-works.ru> (дата обращения: 23.03.2017). DOI: 10.18577/2307-6046-2016-0-7-7-7.
8. Дементьева Л.А., Куцевич К.Е., Лукина Н.Ф., Рубцова Е.В., Петрова А.П. Свойства эпоксидных конструкционных пленочных клеев, модифицированных полисульфонами // Клеи. Герметики. Технологии. 2016. №11. С. 14.
9. Каблов Е.Н., Семенова Л.В., Петрова Г.Н., Ларионов С.А., Перфилова Д.Н. Полимерные композиционные материалы на термопластичной матрице // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. 2016. Т. 59. №10. С. 61–71.
10. Краев И.Д., Шулдешов Е.М., Платонов М.М., Юрков Г.Ю. Обзор композиционных материалов, сочетающих звукозащитные и радиозащитные свойства // Авиационные материалы и технологии. 2016. №4 (45). С. 60–67. DOI: 10.18577/2071-9140-2016-0-4-60-67.
11. Мельников Б.П. Перспективы создания малозумных самолетов гражданской авиации // Безопасность в техносфере. 2010. №2. С. 32.
12. 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.