

А.Г. Яковлев, кандидат технических наук,

главный специалист отдела «Научно-методическое сопровождение работ по специальным программам»

Д.Е. Баранов, кандидат технических наук,

заместитель начальника Управления «Научно-методическое сопровождение работ по специальным программам»

М.Д. Шишкин, ведущий инженер отдела «Научно-методическое сопровождение работ по специальным программам»

Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов, Москва (Россия)

Ключевые слова: комплекс с беспилотным летательным аппаратом; беспилотный летательный аппарат; конструкционный материал; полимерный композиционный материал; связующие; стратегические направления.

Аннотация: Развитие нового поколения отечественных комплексов с БЛА возможно при условии применения новых качественных материалов и их технологий. Российские материаловедческие организации имеют научно-технический задел в создании авиационных материалов и готовы в дальнейшем наращивать потенциал в этой области. Основным стимулом развития является практическое внедрение материалов, которое сдерживается по причине отсутствия комплексного подхода в понимании вопроса развития отечественной беспилотной техники.

С появлением робототехнических систем, и в частности комплексов с беспилотными летательными аппаратами (далее – БЛА*), постоянно растет интерес и потребность в создании новых материалов и их технологий получения для внедрения в создаваемые образцы БЛА [1]. Развитие направления создания отечественных комплексов с БЛА является одним из ключевых приоритетов технической модернизации российской армии. Внедрение новых материалов и технологий их производства, для разработки новых образцов БЛА позволит также создать возможности технической модернизации производств с целью перехода на новый технический уровень.

Разработчики перспективных БЛА понимают, что для создания нового поколения комплексов с БЛА необходимо формирование и проведение комплекса мероприятий, в которых вопрос изучения состояния, тенденций и определение основных направлений по разработке и применению новых конструкционных материалов для комплексов с БЛА становится актуальным.

На сегодня основная часть деталей планеров беспилотных летательных аппаратов изготавливается из полимерных композиционных материалов (далее – ПКМ). Однако в ходе разработки БЛА для решения возникающих проблем зарубежными производителями рассматриваются, предлагаются и задействуются самые современные технологии создания:

– трансгенных биополимеров, применяющихся при разработке ультралегких, сверхпрочных, эластичных материалов с повышенными характеристиками малозаметности для корпусов БЛА [2];

– углеродных нанотрубок, используемых в электронных системах БЛА. Кроме того, углеродные нанотрубки используются в композитах для ослабления электромагнитного излучения [3];

– микроэлектромеханических систем, объединяющих в себе микроэлектронные и микромеханические элементы [4];

– водородных двигателей, позволяющих снизить шумность [5];

– интеллектуальных материалов, изменяющих свою форму (или выполняющих определенную функцию) под влиянием внешних воздействий [6];

– интеллектуальных композитов, особым образом структурированные системы, состоящие из подсистем считывания сигнала (воздействия), его обработки, функционального отклика, механизмов обратной связи, самодиагностирования и самовосстановления (в случае обратимости);

– самовосстанавливающихся материалов: полимеры, керамика, металлы и материалы структуры на основе графена [7];

– магнитных наночастиц, способных обеспечить скачок в разработке устройств хранения информации, существенно расширив «мозги» роботизированных и беспилотных систем, потенциал технологии, достигаемый за счет использования специальных наночастиц размером от 10 до 20 нанометров – 400 Гбит/см².

В ближайшее время новые виды волокна со специальным покрытием могут быть созданы и применены в конструкциях американских БЛА. Волокно с нанесенным на него тонкопленочным покрытием, в которое интегрированы солнечные элементы, будет в дальнейшем применяться для изготовления конструкционной ткани, способной генерировать электроэнергию для БЛА и его полезной нагрузки. При успешном завершении работы разработчики БЛА получают новый конструкционный материал, позволяющий создавать легкие малоразмерные БЛА с большой продолжительностью полета [8].

Отечественные военные образцы БЛА – это два комплекса тактического класса: «Строй-ПД» и «Типчак», а также два малоразмерных комплекса с БЛА – «Стрекоза» и «Элерон». Эти наиболее современные отечественные образцы, принятые на вооружение, не в полной мере соответствуют требованиям по уровню шума и качеству передаваемого изображения.

В последние годы российское военное ведомство начало финансирование программы по созданию отечественных комплексов с БЛА, однако ни один из представленных образцов испытаний не прошел. В результате были закуплены комплексы с БЛА:

*В соответствии с проектом ОТТ 4.1.2.1-XX. Система ОТТ к видам вооружения и военной техники. Вооружение и военная техника ВВС. Летательные аппараты. Общие тактико-технические требования.

«Bird Eye-400», «I-View Mk150» и «Searcher II» (производства Израиль) [9].

Разработке нового поколения отечественных комплексов с БЛА, опережающих по техническому уровню образцы основных зарубежных конкурентов, должен предшествовать значительный объем фундаментально-ориентированных и прикладных научно-исследовательских работ, направленных на формирование опережающего научно-технического задела. При этом создание новых образцов БЛА не представляется возможным без применения новых качественных материалов и их технологий. Поэтому, к числу важнейших задач создания научно-технического задела по развитию отечественных комплексов с БЛА следует отнести развитие направления, обеспечивающего создание нового поколения материалов с уникальными технико-эксплуатационными характеристиками, превышающими по соответствующим показателям зарубежные аналоги.

Определяющую роль при этом должны играть стратегические направления 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 [10]. При разработке стратегических направлений развития материалов и технологий учтены стратегии развития государственных корпораций и интегрированных структур (ГК «Ростехнологии», ГК «Росатом», ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация», ОАО «Вертолеты России», Федеральное космическое агентство, ОАО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение», ОАО «Объединенная двигателестроительная корпорация» и др.).

В рамках указанных стратегических направлений для создания отечественных комплексов с БЛА должны быть разработаны материалы для планера и двигателя, а также технологии снижения заметности и решены вопросы, связанные с разработкой полимерных композиционных материалов на основе углеродных и стеклянных наполнителей, обладающих уникальным комплексом свойств: высокие упруго-прочностные характеристики (прочность до 2500 МПа, модуль упругости до 160 ГПа), низкая стоимость производства изделий, обеспечение высоких характеристик радиопрозрачности, низкое влагопоглощение и высокая стойкость к ударным нагрузкам (прочность углепластика при сжатии после удара не менее 200 МПа).

Так, например, при проектировании облика БЛА часто применяют аэродинамическую схему «летающее крыло», в которой исключено вертикальное и горизонтальное хвостовое оперение, воздухозаборник двигателя прикрыт от излучения радаров носовой частью аппарата, а сам двигатель оснащен плоским соплом, что облегчает применение радиопоглощающих материалов и конструкций. В свою очередь, в конструкции планера БЛА широко применяются радиопоглощающие, радиорассеивающие и адаптивные материалы и покрытия, комплексное применение которых позволяет существенно снизить заметность БЛА в радиолокационном, тепловом и оптическом диапазонах длин волн.

Таким образом, формирование в Российской Федерации планов развития отечественных комплексов с БЛА невозможно без реализации передовых достижений науки в области конструирования и материалове-

дения для внедрения передовых решений в конструкциях БЛА.

Следует особо отметить, что разработка и производство современного комплекса с БЛА не является задачей авиастроения в его традиционном понимании – производство летательного аппарата. Отличительной особенностью БЛА является его ориентированность на выполняемую задачу. Летательный аппарат здесь выполняет важную, но одну из многих функций – средство транспортировки. Ключевым же является слово «комплекс».

При производстве отечественных комплексов с БЛА нового поколения необходимо провести следующие мероприятия, направленные на повышение качества компонентов и конструктивного совершенства:

- разработку и производство современных конструкционных материалов, прежде всего композиционных, в том числе с применением нанопокровов, а также свариваемых, коррозионностойких алюминий-литиевых сплавов пониженной плотности, технологий сварки в твердой фазе;

- физическое комплексирование и интеграция в корпусе БЛА бортового оборудования и различных систем;

- совершенствование современных компьютерных технологий, включая многопроцессорные системы сбора, обработки и хранения данных;

- создание систем автоматического управления, сопряженных с системами передачи информации, шифрования, сжатия данных;

- разработку технологий высокоустойчивых и помехозащищенных средств связи, включая космические;

- совершенствование технологии дистанционного зондирования Земли (радиолокация, оптикоэлектронные системы, многоспектральные датчики);

- разработку и применение энергетических технологий, использования альтернативных источников энергии: сверхъёмкие аккумуляторы, солнечная энергия, высокоёмкие топливные элементы;

- внедрение средств и систем спутниковой навигации GPS, ГЛОНАСС и геоинформационных систем для обеспечения точного позиционирования БЛА;

- совершенствование технологии обработки изображений, распознавания образов;

- совершенствование технологии человеко-машинного интерфейса и систем искусственного интеллекта;

- разработку технологии быстродействующих систем управления для обеспечения курсовой устойчивости и управляемости БЛА с целью исключения негативного воздействия аэродинамических сил и стохастических нагрузок в полете;

- создание двигательной установки с высоким КПД для удовлетворения требований по энергетической емкости и удельной мощности, при обеспечении максимальной продолжительности и скрытности полета, что требует применения новых материалов и технологий;

- разработку технологии снижения заметности – реализация особой формы конструкции БЛА и широкое применение радиопоглощающих, радио рассеивающих и адаптивных материалов и покрытий в конструкции БЛА.

В области материаловедческих решений, с точки зрения высокой весовой эффективности, в качестве

основных материалов БЛА следует рассматривать широкомасштабное внедрение полимерных композиционных материалов отечественного производства и высокопрочных алюминий-литиевых сплавов, которые по удельным характеристикам на сегодняшний день являются самыми перспективными из конструкционных алюминиевых сплавов.

В настоящее время российские материаловедческие организации (например, ФГУП «ВИАМ») имеют научно-технический задел в области полимерных композиционных материалов и технологий их переработки. Большая часть разработанных материалов в институте создана на основе исходных компонентов, выпускаемых на российских предприятиях. Разработана новая серия полимерных связующих и ПКМ на их основе, не имеющих аналогов в России и конкурентоспособных на мировом рынке [11, 12]. Для изготовления конструкций БЛА могут быть предложены разработки института – новые высокодеформативные связующие ВСЭ-20, ВСЭ-21, ВСЭ-22, перерабатываемые по экономически эффективным безавтоклавным технологиям [13]. Постепенно решается проблема по высокопрочным углеродным волокнам и армирующим наполнителям на их основе. В Калужской области открыт завод по производству углеродных тканей компании Porcher Ind. Подписано соглашение о сотрудничестве между ФГУП «ВИАМ» и ведущими мировыми производителями углеродных наполнителей Teijin (ТохоТенах), Toray Ind. о поставке углеродных наполнителей в интересах разработки изделий военной техники.

Кроме полимерных композиционных материалов в институте разработаны составы и технологии изготовления широкой номенклатуры полуфабрикатов из алюминий-литиевых сплавов [14–16]. Эти сплавы, ввиду повышенной прочности, жесткости и высокой коррозионной стойкости, позволяют рассматривать их в качестве основного конструкционного материала силового набора и обшивки БЛА различного класса и назначения. На разработанные материалы имеется вся необходимая научно-техническая документация на выпуск и поставку в условиях металлургического производства, разработаны технологии сварки, включая сварку в твердой фазе [17].

Этот задел позволит обеспечить создание беспилотных летательных аппаратов и выполнить комплекс опытно-технологических и опытно-конструкторских работ для реализации проектов по созданию отечественных БЛА.

Следует признать, что в настоящее время работы в области беспилотной авиационной техники ведутся в нашей стране в основном в инициативном порядке, без должного государственного финансирования. При этом заинтересованные производители БЛА сталкиваются с рядом проблем, одной из которых является отсутствие отечественных материалов, компонентов и комплектующих.

Так, например, российская промышленность не в состоянии выпускать приемлемые по массе и габаритам образцы радиоэлектронного и иного специализированного оборудования, которые могли бы быть использованы в качестве высокоэффективной целевой нагрузки на борту БЛА. Результат – необходимость применения материалов, компонентов и аппаратуры

зарубежного производства, что чревато возникновением дефицита материалов и зависимости российских потребителей от иностранных поставщиков, и окончательным отставанием соответствующих отраслей российской промышленности.

Данное обстоятельство еще раз наглядно подтверждает, что реализация проектов по созданию и развитию российских комплексов с БЛА возможно только при комплексном развитии в России технологий в области создания материалов нового поколения и реализации принципов глубокой переработки сырья.

Основными факторами, определяющими современные тенденции развития БЛА военного назначения, являются:

- функциональные факторы – потребности заказчика, к примеру, военное руководство заинтересовано в том, чтобы иметь БЛА, которые отвечают их сегодняшним и завтрашним практическим потребностям;
- технологические факторы – развитие новых и совершенствование существующих технологий разработки, создания и производства БЛА различного назначения, в том числе и вариантов их боевой и другой полезной нагрузки;
- материально-финансовые факторы – разумная стоимость разработки, производства и эксплуатации, серийных образцов БЛА и материалов для них.

Под воздействием вышеуказанных факторов формируются тенденции технического развития современных комплексов с БЛА. Исходя из анализа опыта передовых в создании БЛА государств, можно говорить о формировании двух разнонаправленных тенденций:

- наращивание функционала комплексов с БЛА, в том числе: увеличение дальности полета, полезной боевой нагрузки и времени нахождения в воздухе;
- оптимизация формы и снижение массогабаритных характеристик БЛА, снижение его заметности в широком диапазоне длин волн электромагнитного излучения.

В качестве вывода можно отметить, что создание отечественных авиационных комплексов и в частности комплексов с БЛА невозможно без реализации следующих важных научных направлений развития материалов и материаловедческих технологий:

- полимерные композиционные материалы;
- «умные» конструкции;
- интеллектуальные, адаптивные материалы и покрытия;
- слоистые металлополимерные, биметаллические и гибридные материалы;
- металломатричные и полиматричные композиционные материалы;
- интерметаллидные материалы;
- наноструктурированные, аморфные материалы и покрытия;
- монокристаллические, высокожаропрочные суперсплавы, естественные композиты;
- компьютерные методы моделирования структуры и свойств материалов при их создании и работе в конструкции [10, 18].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буренок, В.М. Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация

- [Текст] / В.М.Буренок, А.А. Ивлев, В.Ю. Корчак. – Тверь: ООО «Купол», 2009. – 624 с.
2. Кондратьев А.Е. Боевые роботы США – под водой, в небесах и на суше // Электр. период. изд. «Независимое военное обозрение». 2010 (<http://www.nvo.ru>).
 3. Мурадян В.Е., Соколов Е.А., Бабенко С.Д., Моравский А.П. Диэлектрические свойства композитов, модифицированных углеродными наноструктурами, в микроволновом диапазоне // Журнал технической физики. 2010. Т. 80 (№ 2). С. 83–87.
 4. США задумались о новой системе инерциальной навигации на базе микроядерного магнитного резонанса. (<http://www.compulenta.ru>).
 5. Лоскутников А.А. Оценка возможности применения в силовых установках беспилотных летательных аппаратов источников электричества на основе топливных элементов // «Молодой ученый». 2011. № 6. Т. 1. С. 99–101.
 6. Бобович Б.Б. Неметаллические конструкционные материалы: Учебное пособие. М.: МГИУ. 2009. 384 с.
 7. Интеллектуальные авиаконструкционные материалы и микросистемная техника / В сборнике материалов конференции «Будущее индустрии». М.: МФТИ, 2012. 32 с.
 8. Сайт «Армейский вестник» (<http://www.armstass.su>).
 9. Коваленко Д. Удар в автоматическом режиме // Электронное периодическое издание «Взгляд» (<http://www.vzglyad.ru>).
 10. 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.
 11. Бейдер Э.Я., Петрова Г.Н., Изотова Т.Ф., Гуреева Е.В. Композиционные материалы термопластичные материалы и пенополиимиды // Труды ВИАМ. 2013. № 11. Ст. 01 (viam-works.ru)
 12. Григорьев М.М., Коган Д.М., Твердая О.Н., Панина Н.Н. Особенности изготовления ПКМ методом RFI // Труды ВИАМ. 2013. № 4. Ст.03 (viam-works.ru).
 13. Мухаметов Р.Р., Ахмадиев К.Р., Чурсова Л.В., Коган Д.И. Новые полимерные связующие для перспективных методов изготовления конструкционных волоконистых ПКМ // Авиационные материалы и технологии. 2011. № 2. С. 38–42.
 14. Антипов В.В., Клобнев Н.Н., Хохлатова Л.Б. Развитие алюминийлитиевых сплавов и многоступенчатых режимом термической обработки // Авиационные материалы и технологии. 2012. № 5. С. 3–8.
 15. Каблов Е.Н., Антипов В.В., Сенаторова О.Г., Лукина Н.Ф. Новый класс слоистых алюмокомпозитов на основе алюминий-литиевого сплава 1441 с пониженной плотностью // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2011. № SP2. С. 174–183.
 16. Оглодков М.С., Хохлатова Л.Б. и др. Влияние термомеханической обработки на свойства и структуру сплава системы Al-Cu-Mg-Li-Zn. // Авиационные материалы и технологии. 2010. № 4. С. 7–12.
 17. Тарасов Ю.М., Антипов В.В. Новые материалы ВИАМ – для перспективной авиационной техники производства ОАО «ОАК» // Авиационные материалы и технологии. 2012. № 2. С. 5–6.
 18. Каблов Е.Н. Современные материалы – основа инновационной модернизации России // Металлы Евразии. 2012. № 3. С. 10–15.

ABOUT MODERN CONDITION AND TENDENCY OF APPLYING NEW MATERIALS AND TECHNOLOGY TO STRUCTURE OF UNMANNED AVIATION SYSTEMS

© 2014

A.G. Yakovlev, candidate of technical sciences,
chief specialist of department «Scientific and methodological support of special programs»

D.E. Baranov, candidate of technical sciences,
deputy head of department «Scientific and methodological support of special programs»

M.D. Shishkin, chief engineer of department «Scientific and methodological support of special programs»
All-russian research institute of aviation materials, Moscow (Russia)

Keywords: complex with an unmanned aerial vehicle; unmanned aerial vehicle; the material of construction; polymer composite material; binders; strategic directions.

Annotation: The development of the new generation of Russian unmanned aviation systems is possible only in case of application of new high quality materials and technologies. Russian material science organizations have a technological advance in creation of aviation materials and ready to further increase their potential in this area. The main impetus of progress is the practical implementation of materials, which is constrained due to the lack of an integral approach to understanding of evolution of Russian unmanned vehicles.