

Таким образом, комплексная обработка алюминиевых сплавов, включающая, кроме лазерной закалки, старение и финишное полирование, весьма перспективным для вторичных алюминиевых сплавов и обеспечивает возможность использования таких материалов для изготовления деталей, работающих в условиях циклических колебаний, а также интенсивного изнашивания.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Байкин, А. И. Литейные силумины с повышенным содержанием железа / А. И. Байкин, К. П. Лебедев, Ю. М. Степанов, Г. Ф. Шеметев – Л. : Знание, 1983. – 28 с.
2. Блохин, А. В. Исследование характеристик усталости вторичных литейных алюминиевых сплавов / А. В. Блохин, С. Е. Бельский, Ф. Ф. Царук // Труды БГТУ. Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 278–282.
3. Блохин, А. В. Влияние состава и технологии выплавки на усталостные характеристики вторичных литейных алюминиевых сплавов / А. В. Блохин, Ф. Ф. Царук, С. Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 310–313.
4. Блохин, А. В. Повышение усталостных характеристик литейных алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья методом термоциклической обработки / А. В. Блохин // Литье и металлургия. – 2009. – № 4. – С. 72–75.
5. Бельский, С. Е. Влияние термической обработки на повышение усталостных характеристик вторичных алюминиевых сплавов / С. Е. Бельский, А. В. Блохин // Проблеми і задачі освіти і науки : збірник наукових праць ЗНТУ. – 2009. – Вип. I. – С. 36–39.
6. Блохин, А. В. Использование термоциклической обработки для повышения усталостных характеристик деталей машин лесопромышленного комплекса, изготовленных из литейных алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья / А. В. Блохин // Труды БГТУ. – Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2010. – Вып. XVIII. – С. 332–336
7. Блохин, А. В. Расширение области применения вторичных литейных алюминиевых сплавов для изготовления деталей мобильных машин / А. В. Блохин, А. М. Лось, Ф. Ф. Царук // Труды БГТУ. № 2 : Лесная и деревообаб. пром-сть. – Минск, 2013. – С. 230–231.
8. Блохин А. В. Влияние технологических факторов на характеристики усталости литейных алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья / А. В. Блохин // Прогрессивные технологии и процессы: сборник научных статей 2-й Международной молодежной научно-практической конференции, Курск, 24–25 сентября 2015 г. / Отв. редактор А. А. Горохов. – Курск, 2015. – С. 146–149.
9. Митяев, А. А. Повышение кавитационной стойкости вторичных силуминов / А. А. Митяев, С. Б. Беликов, В. Н. Повзло // Металлургия и литейное производство. – 2007. – С. 252–254.
10. Волчок, И. П. Поверхностное упрочнение алюминиевых сплавов / И. П. Волчок, В. В. Гиржон, Н. В. Широкобокова, И. В. Танцюра // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. – 2007. – № 2. – С. 87–90.
11. Гиржон, В. В. Влияние лазерной обработки на структуру и свойства поверхностных слоев силуминов / В. В. Гиржон, И. В. Танцюра, И. П. Волчок, Н. В. Широкобокова // Физика и химия обработки материалов. – 2008. – № 1. – С. 50–54.
12. Царук, Ф. Ф. Влияние содержания железа и лазерной обработки на высокочастотные усталостные свойства сплава АК8МЗ / С. Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVIII. – С. 10–213.
13. Блохин, А. В. Комплекс оборудования для усталостных испытаний элементов технологического оборудования / А. В. Блохин, Ф. Ф. Царук, Н. А. Гайдук // Труды БГТУ. Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2002. – Вып. X. – С. 213–215.
14. Belssky, S. E. Equipment complex for ensuring the research of the characteristics of multi-cycle fatigue using high loading frequencies / Proceeding of BSTU, Forestry. Nature Management. Processing of renewable resources. – No.2 (216). – 2019. – P. 201–206.
15. Бельский, С. Е. Пороговые напряжения - важная характеристика сопротивления усталости конструкционных материалов / С. Е. Бельский, Ф. Ф. Царук, А. В. Блохин // Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления: сб. тр. 1-й Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 11–13 дек. 2002 г.: в 3 т. / Белорус. нац. техн. ун-т; под общ. ред. П. А. Витязя. – Минск, 2002 г. – Т. 2. – С. 380–382.
16. Блохин, А. В. Электросопротивление как структурно-чувствительная характеристика при усталостных испытаниях металлических конструкционных материалов / А. В. Блохин, С. Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II : Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2006. – Вып. XIV. – С. 248–250.

Материал поступил в редакцию 08.10.2019

BELSKY S. E., BLAKHIN A. V., ADEL ABDEL BASSET RASHID, MOURTADA SROUR Improvement of mechanical characteristics of cast aluminum alloys by surface hardening produced by pulse heat treatment

The paper proposes to use pulsed heat treatment of cast aluminum alloys produced with recycled materials.

The proposed technology of surface hardening allows to improve the mechanical characteristics of secondary cast aluminum alloys.

It was found that laser hardening followed by aging and polishing increases both the surface hardness and fatigue characteristics.

Analysis of the results showed that the iron content of more than 1% leads to a decrease in the studied mechanical characteristics of the aluminum alloy.

УДК 613.693

Остриков О. М., Рюмцев А. А.

НОВЫЙ МЕТОД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ МОДУЛЬНОСТИ В КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Введение. Современная авиация не возможна без беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в виду их непревзойденной маневренности и возможности совершения полетов в сложных условиях полета, когда работа, осуществляемая посредством летательного аппарата, представляет повышенную угрозу жизни пилота, а также ввиду низкой стоимости аппарата в сравнении с пилотируемым самолетом и вертолетом (рисунок 1).

Однако в настоящее время невозможно выделить явного лидера в области производства БЛА. Анализ данного рынка показал, что вложения в развитие отрасли с 2014 по 2018 года будут составлять порядка 28, 6 млрд у. е., что говорит об огромном интересе к БЛА, поиске новых конструкций и материалов, позволяющих сделать качественный скачок в данном направлении [1]. Диаграмма вложения средств в развитие БЛА в 2014-2018 годах представлена на рисунке 2.

Остриков Олег Михайлович, к. физ.-мат. н., доцент, доцент кафедры «Механика» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого; e-mail : omostrikov@mail.ru.

Рюмцев Александр Александрович, магистр технических наук, ассистент кафедры «Механика» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого.

Беларусь, ГГТУ им. П. О. Сухого, 246746, г. Гомель, пр-т Октября, 48.

Машиностроение



Рисунок 1 – Беспилотный летательный аппарат (пример конструкции)

Многообразие типов БЛА, принципиальное различие в их конструкции говорит о том, что сферы их использования обширны. БЛА активно используются службами государственной автоинспекции для выявления нарушителей и контроля дорожной обстановки, где альтернативные способы контроля, как то камеры или дорожные посты не могут охватить всю дорожную карту; в гражданской авиации – для аэрофотосъемки, в спасательных службах – для мониторинга лесных пожаров и т. д. Следует отметить также сравнительно низкую стоимость аппарата и его обслуживания, относительно аппаратов, пилотируемых летчиком. Однако ряд особенностей современных БЛА пока не позволяет говорить о широкой универсальности данных средств. Как правило, БЛА создаются сразу под определенную задачу, которую они должны решать, без возможности их переоснащения под иные цели.



Рисунок 2 – Диаграмма вложения средств в развитие БЛА в 2014-2018 годах (млрд у. е.) [1]

Для роста возможностей различных спецслужб в настоящее время требуется расширение парка беспилотных летательных аппаратов, что зачастую не представляется возможным по финансовой причине.

Следует отметить, что зачастую задачи, решаемые БЛА, требуют длительного активного и непрерывного использования аппарата,

время работы которого ограничивается малым запасом энергии летательного средства. По этой причине ведется постоянная борьба за увеличение дальности полета БЛА. Больших успехов в этой сфере добились разработчики компании IAI Malat UAV Division. Ими был создан БЛА Hermes 900 [2], представленный на рисунке 3.

Одним из наиболее универсальных БЛА в настоящее время можно назвать БЛА компании Silver Arrow Heron (рисунок 3) [2]. Начало выпуска данного всепогодного БЛА было произведено в 2010 году. Благодаря модульной конструкции данный аппарат способен нести аппаратуру различного назначения: как оптико-электронные системы наблюдения, так и инфракрасные датчики и т. д. Однако несъемное оборудование не позволяет производить быструю переналадку аппарата и рекомбинацию его оборудования. Также при поломке оборудования аппарат на длительное время выводится из строя по причине сложности ремонта оборудования.



Рисунок 3 – БПЛА Hermes 900 [2]



Рисунок 4 – БПЛА Heron – дальний разведчик [2]

В целом к недостаткам всех современных беспилотных летательных аппаратов можно отнести ограниченный несъемным оборудованием диапазон решаемых задач, что приводит к необходимости установки сразу нескольких устройств разного функционального назначения. Также при решении задач, требующих постоянного мониторинга и оперативной обработки информации, важна быстрая зарядка илиправка летательного аппарата, что также не реализовано в БЛА современных конструкций. Еще одним минусом конструкций БЛА является низкая ремонтпригодность в полевых условиях.

Таким образом, определены векторы дальнейшего развития конструкции БЛА: расширение функциональных возможностей БЛА, увеличение времени полета, снижение стоимости аппарата, увеличение степени ремонтпригодности БЛА в полевых условиях, быстрая переналадка аппарата на решение различных задач.

Цель работы. Целью данной работы явилась разработка такой конструкции БЛА, которая позволила бы производить быструю замену поврежденных элементов аппарата; выполнять замену энергоносителя для сокращения нерабочего времени вместо длительной зарядки или зарядки батареи, компоновать из однотипных модулей, содержащих необходимое оборудование, аппараты конкретного функционального назначения с возможностью замены модулей с оборудованием для переналадки БЛА на решение иных задач.

Модульный БЛА. Следует отметить, что попытки создания БЛА из модулей предпринимались и ранее, однако речь шла о модулях-деталях, которые выполняют определенную конкретную функцию (крыло, шасси, корпус). Как правило, подобные схемы конструкции БЛА предусматривают только возможность компактной транспортировки аппарата, позволяя производить его разборку. Замена таких модулей возможна только на подобные модули, что не может повысить универсальность аппарата. Примером такой конструкции БЛА может служить аппарат, представленный на рисунке 4 [3].

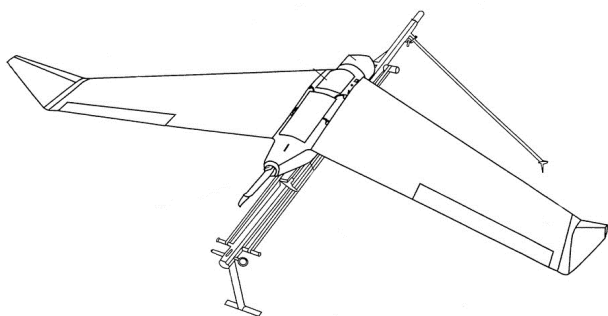


Рисунок 5 – Беспилотный летательный аппарат [3]

В 2012 году Минпромторгом РФ объявил о принятии решения о разработке в России нового типа БЛА, которые должны стать модульными [4]. Однако сведений о моделях, подобных БЛА, крайне мало, что говорит о ранних стадиях разработки конструкции. В частности не раскрывается конструкция модулей, принцип самой модульной конструкции.

В данной работе предлагается конструкция модульного беспилотного летательного аппарата (МБЛА), позволяющая собирать его из однотипных модулей, несущих различное по функционалу оборудование, что позволит расширить сферу его применения и обеспечить принцип универсальности МБЛА.

Фюзеляж МБЛА является собранным из однотипных элементов-модулей: корпус с креплениями для крыльев, хвостовое оперение и шасси.

Предлагается два типа модулей: центральный (рисунок 5) и носовой (рисунок 6). Центральный модуль имеет внешнюю форму цилиндра с ответвлением посередине его оси, также цилиндрической формы того же диаметра, что и основной цилиндр, и несколько выступает за его радиальный габаритный размер. Ось ответвления пересекает ось основного цилиндра и перпендикулярна ей. На всех трех торцах модуля предусмотрены крепления для замковых соединений модулей. Сам модуль полый и имеет в своей полости крепления для установки в него различного по функционалу оборудования.



Рисунок 6 – Пример центрального модуля с замковыми соединениями

На противоположной части основного цилиндра модуля, симметрично его оси, выполняются крепления для приставки-переходника, формой представляющего собой отдельно описанное выше ответвление, плотно прилегающее к основному цилиндру. Служит данный мо-

дуль для присоединения к модулю дополнительного четвертого модуля. На свободном торце данного модуля также выполнены крепления для установки замкового соединения модулей.

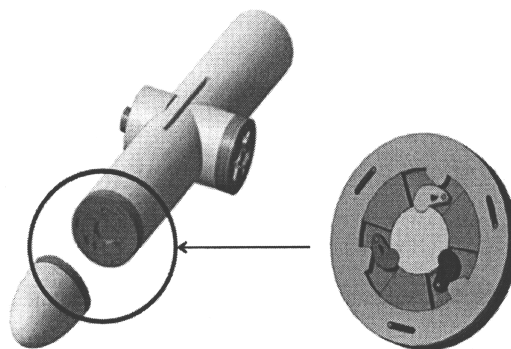


Рисунок 7 – Пример носового модуля с замковым соединением

Носовой модуль также полый, с креплениями для различного по функционалу оборудования в его полости, и представляет собой аэродинамический обтекаемый скругленный конус.

На современном этапе развития техники и металлургии появилась возможность создания легких и прочных соединений, при помощи которых возможна сборка беспилотных летательных аппаратов (БЛА) из модулей различного функционального назначения. В данной статье предлагается соединение модулей между собой и с другими элементами аппарата при помощи замка, также представленного на рисунке 6.

Модуль представляет собой полый корпус, с креплениями для установки в нем различного оборудования. Также в модуле по торцам закреплены замковые соединения, позволяющие соединять модули между собой. В соприкасаемых плоскостях замковых соединений двух смежных модулей выведены скользящие контакты для связи оборудования, установленного в модуле, с вычислительным центром аппарата и элементом электропитания. Модуль полый с креплениями для установки оборудования. На всех торцах установлены замковые соединения. Носовой модуль имеет конусообразную форму и одно замковое соединение. Так же как и корпусный, носовой модуль полый и имеет внутри себя крепления для установки в него необходимого оборудования. Соединение модулей между собой может быть соосным и перпендикулярным относительно основной оси корпусного модуля и оси носового модуля. Данное решение дает возможность менять габариты и конфигурацию МБЛА.

Важной особенностью БЛА данной конструкции является особое устройство замковых соединений модулей, которые обеспечивают возможность быстрого закрепления/открепления модулей, стойки к вибрациям и механическим ударам.

Таким образом, предложенный подход к конструированию МБЛА позволит применять различное навесное оборудование; позволит при поломке и выводе из строя модуля быстро его заменить; без расширения авиапарка БЛА увеличить область применения имеющихся в наличии БЛА за счет приобретения дополнительных модулей с оборудованием необходимого назначения.

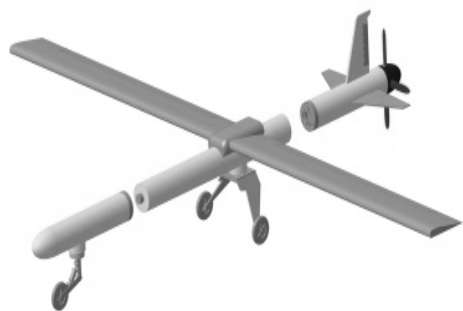
Следует отметить и экономические преимущества производства корпуса БЛА модульной конструкции. Так, производство однотипных модулей предполагает использование одной литейной формы для любого функционального оборудования, что в отличие от современных БЛА не требует переналадки производства и использования множества литейных форм для производства корпусов БЛА разного типа и габаритов, а следовательно, исключается необходимость и в разработке технической и технологической документации на них, производство дорогостоящих литейных форм, штампов и прочего технологического оборудования.

Это позволит повысить экономичность производства и модернизации аппарата при выпуске однотипных модулей, в которых будет устанавливаться различное оборудование.

Пример элементарной компоновки МБЛА представлен на рисунке 7. В данном примере использованы два однотипных модуля с замковыми соединениями: к первому модулю присоединены крылья и шасси, ко второму – хвост, хвост, лопасти. Также второй модуль несет в себе двигатель. Носовая часть МБЛА в данной схеме представляет собой уникальный модуль с возможностью соединения со стандартными модулями за счет унифицированного с ними замкового соединения.

Предлагаемый подход к конструкции МБЛА дает возможность изменения геометрии базовой части самолета: изменение габаритов фюзеляжа, количества и размеров крыльев, количество и мощности двигателей с возможностью установки и крепления их в различных местах корпуса, как это продемонстрировано на рисунке 8.

а)



б)

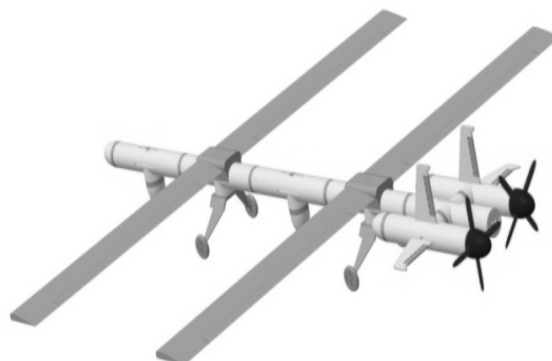


Рисунок 8 – Беспилотный летательный аппарат:
а) модули разъединены, б) собранный МБЛА

Данная конструкция позволяет в полевых условиях производить ремонт аппарата, заменяя в нем поврежденные модули; позволяет оперативно вводить в строй аппарат при разрядке батареи или выработке топлива путем замены модуля с соответствующими элементами; позволяет перенастраивать аппарат на решение различных задач, расширять диапазон функций при покупке модулей с необходимым оборудованием и заменой модуля с неиспользуемым оборудованием или установкой дополнительного модуля с необходимым в данный момент оборудованием.

Заключение. Таким образом, предложена модульная конструкция БЛА, позволяющая производить сборку аппарата любого функционального назначения из однотипных модулей с различным оборудованием. Предложена концепция создания модулей, их формы и способа соединения, позволяющая оперативно производить замену модулей.

а)



б)

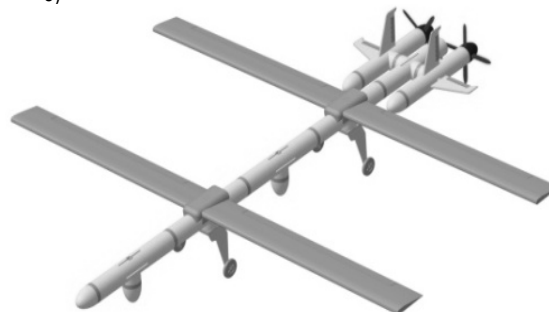


Рисунок 9 – Модульный БЛА в усложненной конфигурации

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мировой рынок беспилотников. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vpk-news.ru/articles/18914> – Дата доступа : 02.11.2015.
2. Израильские беспилотники. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://ilgid.ru/science/bpla.html> – Дата доступа : 10.09.2015.
3. Малогабаритная беспилотная авиационная система. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.freepatent.ru/patents/2473455> – Дата доступа : 10.09.2015.
4. Россия создаст модульные беспилотники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://topwar.ru/18504-rossiya-sozdast-modulnye-besplotniki.html> – Дата доступа : 10.09.2015
5. Агропрактик. Беспилотники. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://agropraktik.ru/blog/469.html> – Дата доступа : 10.09.2015.

Материал поступил в редакцию 08.10.2019

OSTRIKOV O. M., RYUMTSEV A. A. A new method of using the principles of modularity in the design of unmanned aerial vehicles

A modular design of an unmanned aerial vehicle has been proposed, allowing the assembly of any functional apparatus from similar modules with different equipment. The concept of creating modules, their form and method of connection, which allows for prompt replacement of modules, is proposed.

УДК 621.91.002

Медведев О. А.

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ, ФОРМИРУЕМЫХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Состояние вопроса, цель и задачи исследования. Точность большинства изделий машиностроения и приборостроения является важнейшей характеристикой их качества. Точность изготовления машины характеризуется степенью приближения действительных значе-

Медведев Олег Анатольевич, к. т. н., доцент кафедры машиностроения и эксплуатации автомобилей Брестского государственного технического университета.

Беларусь, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.