

ДРУГИЕ ВОПРОСЫ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-4-386-181-190
UDC 623.822

С.Ф. Егошин

ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского», Жуковский, Россия

МНОГОЦЕЛЕВОЙ АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПАЛУБНОГО БАЗИРОВАНИЯ

Объект и цель научной работы. Повышение многофункциональности летательных аппаратов в условиях непрекращающегося роста стоимости разработки и эксплуатации авиационной техники приобретает все большее значение в XXI веке. В статье рассматривается один из возможных способов создания универсального авиационного комплекса.

Материалы и методы. Благодаря развитию систем электродистанционного управления и компьютерной техники, появилась возможность создавать самолеты по модульному принципу. Наиболее востребованным направлением применения таких самолетов представляется создание модульного палубного самолета. Приведены оценочные расчеты ключевых характеристик модульного самолета на основе базовых понятий теории прочности и теории авиации (формула Бреге).

Основные результаты. Предложена одна из возможных эффективных схем устройства авиационного комплекса морского базирования. Основным недостатком модульного самолета является избыточная масса конструкции планера по сравнению с обычным самолетом. Для модульного самолета полетной массой порядка 30 т эта избыточная масса оценивается в 880 кг, что приводит к снижению некоторых летно-технических характеристик, например, максимальной дальности (на 10 %). Вместе с тем повышенная многофункциональность модульного самолета открывает новый уровень возможностей модернизации и эксплуатации авиационной техники.

Заключение. Оснащение подразделений морской авиации авиационным комплексом на базе модульного самолета позволит снизить технологические риски разработки в России многоцелевых авианосцев (отказ от катапульты, улучшение габаритно-массовых характеристик кораблей) при одновременном повышении возможностей их применения.

Ключевые слова: модульный самолет, многоцелевой авиационный комплекс, авианосец.

Автор заявляет об отсутствии возможных конфликтов интересов.

MISCELLANEOUS

DOI: 10.24937/2542-2324-2018-4-386-181-190
UDC 623.822

S. Yegoshin

Central Aerohydrodynamic Institute, town of Zhukovsky, Russia

MULTI-ROLE CARRIER-BASED AIRPLANE

Object and purpose of research. In the XXIst century, aircraft becomes more and more expensive to develop and operate, so the task of making it capable of performing a wide spectrum of functions is becoming more and more relevant. This paper discusses one of possible ways to develop a multi-role airplane.

Materials and methods. The progress in computers and electric remote control technologies made it possible to make aircraft modular. Modular airplanes are sure to be the most welcome in carrier-based aviation. This paper gives tentative calculations of key parameters for a modular airplane, based on fundamental provisions of strength theory and aviation theory (Breguet formula).

Для цитирования: Егошин С.Ф. Многоцелевой авиационный комплекс палубного базирования. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; 386(4): 181–190.

For citations: Yegoshin S. Multi-role carrier-based airplane. Transactions of the Krylov State Research Centre. 2018; 386(4): 181–190 (in Russian).

Main results. This paper suggests one of possible efficient configurations of a carrier-based airplane. The main drawback of modular aircraft is that their airframes are too heavy, as compared to conventional one. For a modular airplane with takeoff weight of ~30 t this excessive weight would be approximately 880 kg, resulting in somewhat lower performance parameters, e.g. maximum range 10% shorter. On the other hand, enhanced flexibility offered by modular airplanes paves way to a whole new level in aircraft upgrade and operation capabilities.

Conclusion. Availability of modular carrier-based aircraft will significantly reduce technological risks in development of Russian multi-role aircraft carriers, making it possible to do without a catapult, as well as to improve size and weight of ships, simultaneously widening the spectrum of their possible applications.

Keywords: modular airplane, multi-role aircraft, carrier.

Author declares lack of the possible conflicts of interests.

Введение

Introduction

С момента зарождения авиации и по настоящее время сформировалось представление о самолете как о едином, «цельном» объекте. Связано это не только с особенностями человеческого мышления, предпочитающего оперировать строго очерченными понятиями, но и с необходимостью обеспечить весовое совершенство силовой конструкции и целостность бортовых систем.

С другой стороны, принцип модульности в авиации используется давно: это и подвесные топливные баки или вооружение, сменные блоки с оборудованием или сменные контейнеры с целевой нагрузкой (по принципу вертолета Ка-26). Технология модульности продолжает всесторонне развиваться: в частности, британская компания DartJet в ноябре 2016 г. опубликовала свою концепцию модульного учебно-тренировочного самолета, состоящего из единого фюзеляжа с центропланом и сменных двигателей, консолей крыла, блоков с оборудованием [1]. Такое устройство модульного ЛА дает возможность, по мнению создателей, полностью обучать летчиков пилотажному мастерству на самолете одного типа.

Благодаря развитию двух ключевых технологий в области авиационного оборудования – электродистанционной системы управления (ЭДСУ) и бортовых компьютеров – стало возможным предпринять новую попытку разработки многоцелевого военного летательного аппарата (ЛА). При этом одним из наиболее перспективных направлений развития представляется «авиационный комплекс палубного базирования на основе модульного летательного аппарата». Разработка новых технологий, способствующих росту эффективности авианосцев, ведется и в России [2]. Предлагаемая же концепция модульного самолета может качественно повысить возможности палубной авиации.

Различие между модульной конструкцией и модульным проектированием (конструированием)

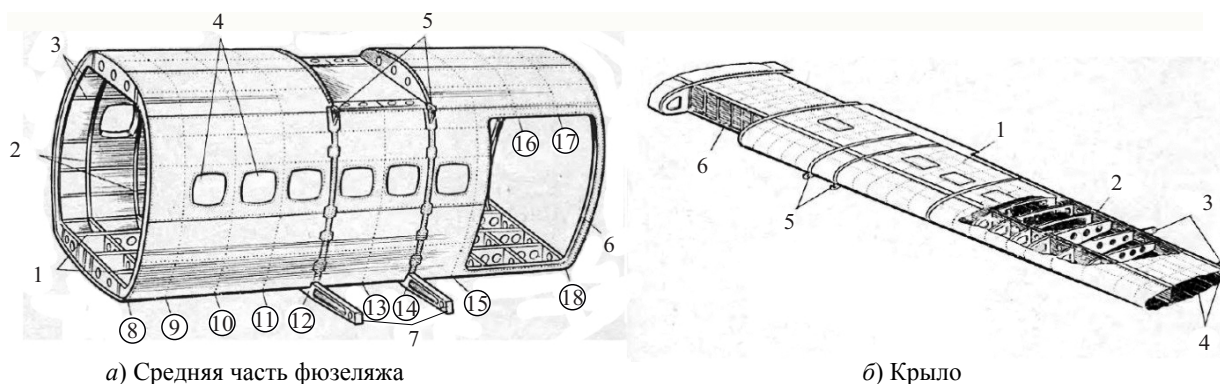
Difference between modular design and modular engineering

Модульная конструкция ЛА принципиально отличается от известного принципа модульного проектирования модификации.

Согласно [3], «метод модульного проектирования заключается в одновременной разработке семейства самолетов с одинаковыми значениями многих из основных размеров и на основе применения проекторочных решений в общности аэродинамики и компоновки, систем оборудования и управления, конструкции и технологии». При этом будут «едиными для всего семейства модификаций следующие устройства: кабины экипажа, бортовые системы оборудования и силовой установки, системы управления самолетом и его агрегатами... Эффект достигается благодаря общности большей части чертежей, определенной части расчетов и результатов проверок, статических, повторных и летных испытаний».

Таким образом, модульное проектирование – это общая идея, руководствуясь которой можно комплексно снизить затраты на создание, производство и эксплуатацию ЛА. Примером модульного проектирования может быть семейство самолетов Boeing 737, включающее пассажирские версии от Boeing 737-100 до Boeing 737-800, а также допускающее создание военных версий базового патрубного Boeing 737MMA (P-8 Poseidon) и самолета дальнего радиолокационного обнаружения (ДРЛО) и управления Boeing 737AEW. Каждый из этих самолетов одноразово собирается на авиазаводе и далее эксплуатируется в соответствии со своим предназначением.

Модульная же конструкция отличается именно тем, что в условиях эксплуатирующего подразделения или организации собирается нужная



1 – лонжероны; 2 – шпангоуты; 3 – стрингеры;
4 – иллюминаторы; 5 – узлы навески крыла; 6 – рама
входной двери; 7 – узлы навески основных опор
шасси; 8–18 – номера шпангоутов

1 – обшивка; 2 – задний лонжерон; 3 – узлы навески
элерона; 4 – стрингеры; 5 – узлы навески двигателя;
6 – передний лонжерон

Рис. 1. Конструкция фюзеляжа и крыла самолета L-410 [4]

Fig. 1. Fuselage and wing design of L-410 airplane [4]

конфигурация ЛА в зависимости от полетного задания.

Обоснование возможности создания модульного самолета

Feasibility study of modular aircraft development

Возможность предлагаемого построения самолета по модульному принципу основывается на двух факторах. Во-первых, нагрузки на ЛА воспринимаются в полете по большей части теми силовыми частями планера, на которые эти нагрузки действуют. Например, подъемная сила, создаваемая крылом ЛА, воспринимается в поперечной плоскости лонжеронами крыла, а подъемная сила фюзеляжа в интегральной компоновке – лонжеронами фюзеляжа. Благодаря этому становится возможным конструктивное разделение ЛА на отдельные независимые по нагрузкам части, а целостность планера обеспечивается через их надежное соединение в сборке. Примером такой сборки может быть устройство силовой конструкции фюзеляжа и крыла самолета L-410 (рис. 1).

Пример взят из области гражданской авиации, где требования к надежности ЛА являются первоочередными. У данного самолета фюзеляж и крыло выполнены конструктивно независимыми, а передача нагрузки от крыла на фюзеляж происходит от переднего лонжерона 6 (рис. 1б) и заднего лонжерона (не показан) через четыре узла навески крыла 5 (рис. 1а). Поскольку данное техническое решение оправдывает себя в гражданской авиации, мож-

но полагать, что оно будет эффективным и в военной сфере.

Во-вторых, если работа всех бортовых систем обеспечивается в рамках концепции «полностью электрический самолет» (т.е. все они работают за счет передачи электрической энергии), тогда целостность каждой из этих систем может быть легко обеспечена с помощью стыковочных соединений типа «штекер – вилка». Исключением является разве что топливная система, но и для нее существуют достаточно давно разработанные надежные стыковочные соединения.

Поиск оптимальной модульной конструкции представляет собой отдельную задачу со многими параметрами, в значительной мере не формализуемыми. В настоящей работе описывается один из возможных эффективных способов устройства модульного ЛА.

Конструкция и особенности модульного самолета

Design and peculiarities of modular airplane

В соответствии с предлагаемой ниже схемой, модульный самолет собирается из трех основных модулей (рис. 2).

Модуль № 1 – системообразующий силовой модуль, «на его основе» собирается летательный аппарат. Этот модуль является технически наиболее сложной частью модульного самолета, поэтому существует в единственном варианте (хотя при необходимости могут быть подварианты созданы).

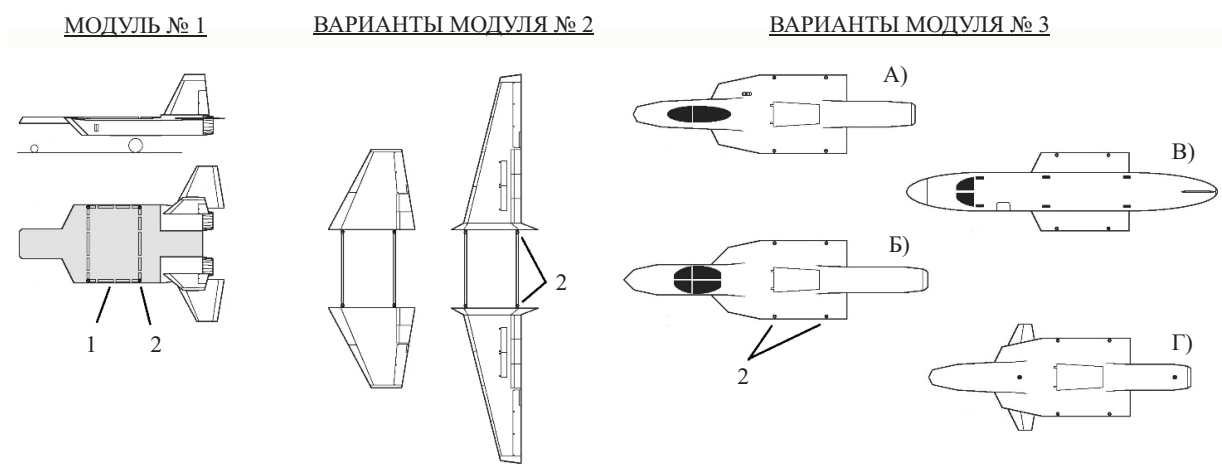


Рис. 2. Варианты модулей модульного самолета

Fig. 2. Variants of modules for modular aircraft

Его прочность и прочность ЛА в целом задаются лонжеронной коробкой 1, в состав которой включены узлы соединения модулей 2. В этом модуле сосредоточены основные системы и агрегаты, излишней сборки и разборки которых следует избегать: силовая установка, шасси, хвостовое оперение, бортовой компьютер системы управления, а также возможные отсеки с топливными баками, вооружением и некоторым иным оборудованием.

Модуль крыла № 2 состоит из консолей крыла с органами управления и электроприводами этих органов, а также из соединительных лонжеронов, в конструкции которых также имеются узлы соединения модулей 2. В целях повышения аэродинамических характеристик и упрощения сборки ЛА консоли крыла созданы на основе профилей с небольшой относительной толщиной, поэтому в них нет топливных баков (хотя это не обязательное условие).

Модуль крыла существует в двух вариантах:

- боевое крыло малого удлинения, прочность которого рассчитана на большие перегрузки, с возможностью крепления пилонов вооружения, а электрические агрегаты органов управления имеют соответствующие характеристики по быстрдействию, удельным нагрузкам и т.д.;
- вспомогательное крыло большого удлинения, рассчитанное на перегрузки до $3\div 4g$, оснащенное другими агрегатами с соответствующими характеристиками, и не обязательно рассчитанное на подвеску пилонов.

Модуль № 3 – это модуль фюзеляжа, включающий в себя, помимо силовой конструкции с узлами соединения модулей 2, кабину экипажа с систе-

мой жизнеобеспечения, топливные баки и/или отсеки целевого оборудования. При необходимости этот модуль может быть оснащен дополнительными органами управления ЛА. Модуль № 3 имеет несколько вариантов исполнения, их количество определяется диапазоном задач, которые должен выполнять модульный самолет:

- А) одноместный;
- Б) двухместный;
- В) многоместный с отсеками увеличенного внутреннего объема;
- Г) сверхманевренный беспилотный.

Порядок сборки модулей: на основной модуль № 1 сверху устанавливается один из модулей № 2, а затем на них, также сверху – модуль № 3. После установки всех трех модулей по принципу «один на другой» производится скрепление модулей в узлах соединения 2. Параллельно сборке могут производиться заправка топливом, загрузка боеприпасов и прочие операции.

Сборка/разборка ЛА производится с помощью автоматизированной системы, которая монтируется во внутренних помещениях авианосца (внутренний ангар или надстройка, рис. 3).

В состав стационарного оборудования входят прилегающие места хранения модулей; устройство подачи модулей крыла и фюзеляжа (выполненное по принципу крана-балки); устройство установки основного модуля на сборочный стол (выполненное как горизонтальная площадка со встроенной рельсовой тележкой для передвижения основного модуля); автоматизированная система управления комплексом.

Для проведения операций сборки и разборки может быть достаточно одного человека – оператора-такелажника, а общее время разборки/сборки любой из конфигураций ЛА оценивается в 0,5 ч.

После завершения сборки этот оператор включает бортовой компьютер системы управления ЛА, выполненный по принципу открытой архитектуры. Компьютер определяет конфигурацию собранного ЛА и выбирает соответствующие алгоритмы управления ЛА. Дополнительно в память компьютера могут загружаться (в том числе извне) типовые алгоритмы выполнения полетных задач и сопутствующие данные.

Возможные конфигурации модульного самолета

Possible configurations of modular airplane

Количество конфигураций модульного самолета, которые можно теоретически собрать из описанных модулей № 1–3, исчисляется как количество возможных комбинаций одного силового модуля, двух подвидов модуля крыла и нескольких подвидов модуля фюзеляжа.

В действительности, поскольку основными проектными переменными при создании самолета являются тяговооруженность P/mg и нагрузка на крыло mg/S , некоторые комбинации модулей должны быть исключены из рассмотрения (примером тому может быть гипотетическая комбинация боевого крыла и «сверхтяжелого» фюзеляжа самолета-заправщика). В частности, целесообразно собирать следующие типовые конфигурации (рис. 4):

- А) маневренный самолет завоевания превосходства в воздухе или ударный;
- Б) маневренный ударный или учебно-боевой самолет;
- В) ограниченно-маневренный ударный дальнего действия, или поисково-патрульный, или учебно-боевой самолет;
- Г) тяжелый маневренный беспилотный летательный аппарат (БПЛА) многоцелевого назначения;
- Д) неманевренный самолет специального назначения.

Отдельно следует уточнить особенности конфигурации Д. В этом случае количество специализаций самолета соответствует количеству подвариантов фюзеляжного модуля. Эти варианты имеют одинаковую силовую конструкцию модуля и разное оборудование, соответствующее назначению варианта: разведчик, противолодочный, самолет радиоэлектронной борьбы, самолет ДРЛО и управления,

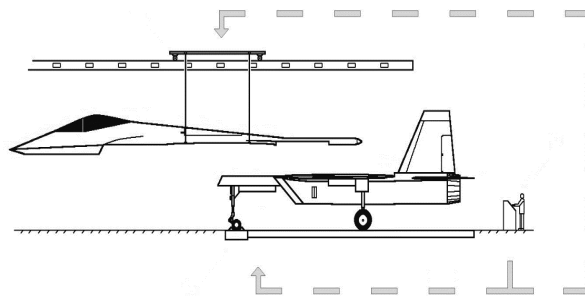


Рис. 3. Автоматизированная сборка/разборка модульного самолета

Fig. 3. Automated assembling / dismantling of a modular airplane

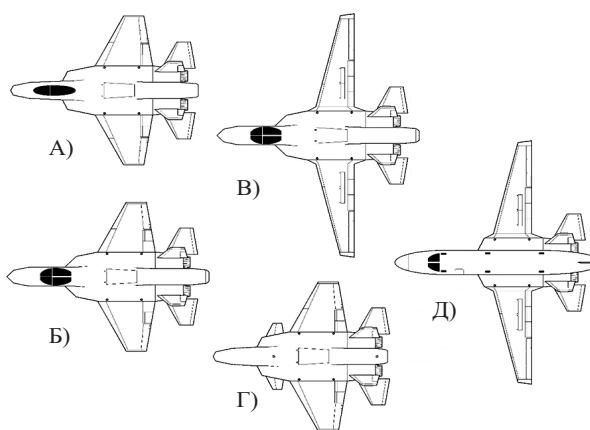


Рис. 4. Возможные конфигурации модульного самолета в сборке: А) маневренный завоевания превосходства в воздухе или ударный; Б) маневренный ударный или учебно-боевой; В) ограниченно-маневренный ударный дальнего действия, или поисково-патрульный, или учебно-боевой; Г) тяжелый маневренный беспилотный летательный аппарат многоцелевого назначения; Д) неманевренный самолет специального назначения

Fig. 4. Possible configurations of modular airplanes: A) highly maneuverable, for strike or air superiority missions; B) maneuverable, for strike or training applications; V) limited-maneuvrability variant, for long-range strikes, search & patrol missions or training applications; G) heavy, maneuverable multi-role unmanned aircraft; D) zero-maneuvrability airplane for special applications

военно-транспортный, заправщик и т.д. Каждый из подвариантов модуля может иметь свои характерные особенности, в силу чего некоторые варианты будет невозможно модернизировать из одного в другой даже в заводских условиях.

Спектр задач, выполнение которых должен обеспечить модульный авиационный комплекс, определяет габаритно-массовые характеристики модульного самолета. При малых полетных массах (менее 20 т)

невозможно создать эффективный современный самолет в конфигурациях Д). С другой стороны, при массе 50 и более тонн крайне сложно и нецелесообразно разрабатывать самолет конфигурации А): до настоящего времени наиболее крупным самолетом, эксплуатировавшимся на авианосцах, остается Douglas A-3B Skywarrior с максимальной взлетной массой 37,2 т. Таким образом, наиболее оптимальным выбором полетной массы модульного самолета следует считать диапазон 30÷40 т.

Недостатки модульного самолета

Drawbacks of modular airplane

Основным недостатком модульного самолета, в сравнении с аналогичным по полетному весу немодульным, является избыточная тяжесть конструкции планера.

Решающий вклад в дополнительную массу конструкции Δm будут вносить масса узлов соединения модулей m_{Σ} и масса дополнительных лонжеронов m_L :

$$\Delta m = m_{\Sigma} + m_L. \quad (1)$$

Дальнейшие расчеты Δm будут произведены на основании открытых данных [5] для самолета Су-27, который имеет максимальную взлетную массу 30 т, близкую к указанному оптимальному диапазону полетного веса.

Оценка массы соединительных узлов m_{Σ} может быть произведена следующим образом. Рассмотрим вертикальный соединительный стальной стержень квадратного сечения. Максимальные нагрузки, действующие на ЛА в полете, связаны с нормальной перегрузкой, действующей в поперечном направлении вдоль подъемной силы, и могут достигать значения $n = 10g$. Поэтому будем считать, что прочность стержня рассчитывается на растягивающую силу F [кГ]. Площадь поперечного сечения S этого стержня

$$S = \frac{F}{\sigma_0} = \frac{m n}{\sigma_0}, \quad (2)$$

где m – масса летательного аппарата; σ_0 – предел выносливости при количестве нагружений 10^7 .

Для легированных сталей можно считать $\sigma_0 \sim 30$ кГ/мм² [6]. Отсюда для летательного аппарата полетной массой $m = 30$ т площадь поперечного сечения стержня, выдерживающего перегрузку $10g$, составит $S \sim 10000$ мм², что эквивалентно сечению $0,1 \times 0,1$ м. Если полагать, что длина нагруженной части стержня составляет порядка $h \sim 0,2$ м, тогда вес этого стержня m_0

$$m_0 = \rho S h, \quad (3)$$

где $\rho = 7850$ кг/м³ – плотность легированной стали.

После подстановки соответствующих значений вычисленная масса соединительного стержня m_0 составит около 15 кг.

Необходимо также учитывать, что нагрузка будет восприниматься не только самим стержнем, но и всеми прилегающими частями конструкции. Тогда и каждый из трех модулей условно будет утяжелен в месте размещения узла на 15 кг. Узел в сборке будет иметь массу 60 кг, но с учетом возможных конструктивных усложнений будем полагать, что верхняя оценка массы узла должна быть увеличена вдвое, до 120 кг.

Приведенная оценка сделана в предположении, что вся полетная нагрузка приходится на один узел соединения модулей, в то время как в конструкции ЛА их четыре. Но поскольку в полете на самолет могут действовать несимметричные нагрузки, также с запасом будем считать, что каждое из четырех соединений должно выдерживать всю полетную нагрузку. Следовательно, суммарная избыточная масса всех соединительных узлов m_{Σ} не будет превышать

$$m_{\Sigma} \leq 480 \text{ кг}. \quad (4)$$

Что касается дополнительных лонжеронов, следует принимать во внимание, что силовые конструкции различных модулей рассчитываются по отдельности и взаимодействуют только через узлы крепления, как показано на примере рис. 1. Тогда в предложенной модульной схеме единственным источником утяжеления станут соединительные лонжероны модуля № 2 (рис 2). Их масса равна

$$m_L = n_L L \mu, \quad (5)$$

где $n_L = 2$ – количество лонжеронов; L – длина лонжеронов; μ – погонная масса лонжерона.

Расстояние между консолями крыла самолета Су-27 в местах их стыковки с мотогондолами составляет $L \sim 4$ м (при размахе крыла 14,7 м [5]). Можно показать, что погонная масса стальной двутавровой балки как эквивалента лонжерона составит не более 50 кг/м.п. [6]. Тогда масса дополнительных соединительных лонжеронов m_L ориентировочно не будет превышать

$$m_L \leq 400 \text{ кг}. \quad (6)$$

Таким образом, на основании (1), (4) и (6) можно полагать, что суммарная дополнительная масса Δm конструкции модульного самолета полетной массой 30 т не будет превышать 880 кг. Поскольку масса пустого Су-27 – 16 300 кг, а максимальный

запас топлива – 9400 кг [5], то суммарное утяжеление составит 5 % от массы пустого самолета, или 9 % от максимального запаса топлива. Массой дополнительных стыковочных элементов системы управления и топливопроводов можно пренебречь, т.к. оценка Δm сделана с запасом.

В силу утяжеления модульный самолет с полетной массой порядка 30 т, в сравнении с аналогичным по классу Су-27, будет иметь несколько худшие летно-технические характеристики (ЛТХ). Например, уменьшение максимальной дальности полета в первом приближении может быть рассчитано с помощью формулы Бреге [7]:

$$L_{\max} = \frac{KV}{gC_R} \ln \frac{1}{1 - \bar{m}_T}, \quad (7)$$

где K – аэродинамическое качество крейсерского полета; V – крейсерская скорость полета; g – ускорение свободного падения; C_R – удельный расход топлива на крейсерском режиме; \bar{m}_T – относительный запас топлива на полет:

$$\bar{m}_T = \frac{m_T}{m}, \quad (8)$$

где m_T – масса топлива.

Будем предполагать, что модульность самолета была достигнута путем модернизации (утяжеления) существующей конструкции планера Су-27 с одновременным уменьшением запаса топлива, а полетная масса при этом не изменилась. Тогда для сравниваемых исходного и модульного самолетов параметры в правой части (7) будут иметь одинаковые значения, за исключением \bar{m}_T . Отношение максимальной дальности полета $L_{\max 0}$ и $L_{\max M}$ исходного и модульного самолетов, соответственно, будет

$$\frac{L_{\max}}{L_{\max M}} = \frac{\ln \frac{1}{1 - \bar{m}_{T0}}}{\ln \frac{1}{1 - \bar{m}_{TM}}}. \quad (9)$$

Для исходного самолета $\bar{m}_{T0} = 9400/30000 = 0,313$, а для модульного (с учетом полученного значения Δm) $\bar{m}_{T0} = (9400 - 880)/30000 = 0,283$. Подстановка этих значений в (9) показывает, что уменьшение запаса топлива модульного самолета приведет к уменьшению максимальной дальности полета на ~10 %.

Отмечая другие недостатки модульного самолета в сравнении с обычным, следует указать на следующие факторы. Бортовой компьютер модульного самолета будет иметь повышенную слож-

ность. Все соединения, включая соединения электрокабелей и топливопроводов, должны иметь высокую надежность и износостойкость. В состав служб эксплуатации добавятся как стационарная инфраструктура комплекса сборки/разборки, так и отдельные специалисты по ее обслуживанию. Сама сборка/разборка ЛА требует точного соблюдения порядка операций и должной аккуратности, даже несмотря на максимальную автоматизацию процессов. При отсутствии тщательного ухода за техникой возможные поломки могут привести к фатальной потере ЛА еще на стадии подготовки его к вылету. Также потребуются разработка новых регламентов эксплуатации авиационной техники, поскольку существующие нормативы не допускают систематического вмешательства обслуживающего персонала в устройство конструкции ЛА.

В целом же все указанные осложнения модульного самолета не являются критическими, а представляются преодолимыми без особых технических рисков.

Преимущества авиационного комплекса

Advantages of modular airplane

Основным полезным преимуществом авиационного комплекса на основе модульного ЛА является его многофункциональность. Например, авиаполк на основе однотипного модульного комплекса сможет самостоятельно направить на выполнение боевой задачи следующую группировку (25 ЛА), характерную при выполнении современных боевых задач: 1 самолет ДРЛО и управления, 8 ударных самолетов (из которых 6 – беспилотные), 2 самолета радиоэлектронной борьбы, 6 истребителей (4 беспилотных), 8 самолетов-заправщиков. При этом, поскольку выполнение боевой задачи поручается одному тактическому подразделению, повышается эффективность выполнения задачи за счет самостоятельного планирования этим подразделением маршрута следования и оптимального состава авиатруппы, слетанности экипажей, участия в управлении малого количества лиц.

Многофункциональность особенно актуальна для авиационных подразделений палубного базирования. Пример интеграции модульного авиационного комплекса и авианесущего корабля показан на рис. 5.

При подобном подходе решаются несколько проблем, препятствующих разработке в России многоцелевых ударных авианосцев. Во-первых, из

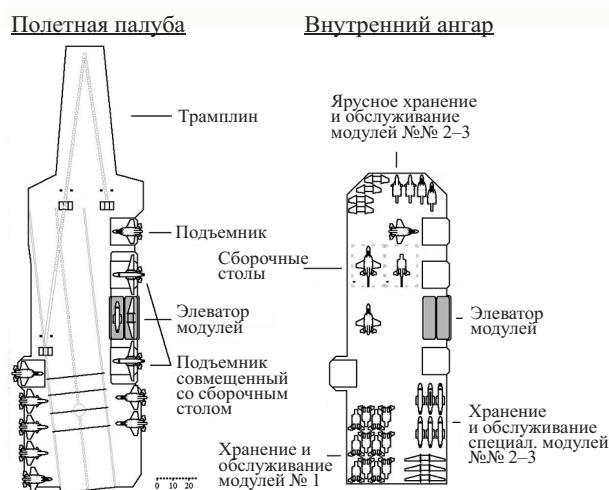


Рис. 5. Интеграция модульного авиационного комплекса в структуру авианосца, при расчетной численности 36 летательных аппаратов (многоцелевой авиаполк)

Fig. 5. Integration of modular aircraft to carrier air wing with estimated strength of 36 (multi-role air wing)

требования многофункциональности палубной авиационной группировки неизбежно вытекает необходимость создания ЛА, подобных самолетам EF-18G Growler, S-3 Viking, E-2 Hawkeye, C-2 Greyhound (без учета разрабатываемых в США палубных БПЛА типа MQ-25 Stingray [8]). Потребность во всех этих самолетах может быть легко перекрыта разработкой и применением одного модульного авиационного комплекса морского базирования.

Во-вторых, создание многофункциональной авиагруппы требует установки на палубе корабля катапульты – технологии, которая в России еще не развита. Модульность палубных самолетов позволит обойтись без использования катапульт: избыточная тяговооруженность, присущая вспомогательным самолетам (рис. 4Д), даст возможность производить взлет с помощью трамплина. Отказ от катапульт сэкономит пространство на корабле, уменьшит его габариты и водоизмещение, упростит внутреннее устройство, уменьшит технические риски, сократит время разработки и стоимость авианосца. Тот же эффект даст и компактность хранения модулей.

Наконец, благодаря модульности как боевых, так и вспомогательных самолетов, на борту авианосца могут быть собраны и применены самолеты в таких конфигурациях, как стратегический разведчик или самолет-носитель крылатых ракет большого радиуса действия, то есть в тех конфигурациях,

которые в настоящее время не существуют даже в авиации ВМС США.

Другим полезным свойством комплекса модульных самолетов является повышенная боеготовность оснащенных им подразделений. Любая поломка обычного самолета переводит его в разряд неисправных, что снижает боеготовность эскадрильи. В то же время в модульном самолете одна поломка выводит из строя один модуль, а не весь ЛА, и из оставшихся исправных или резервных модулей могут быть быстро собраны другие боеготовые ЛА.

Еще одним фактором, благоприятствующим созданию модульных авиационных комплексов, являются экономические причины. Оснащение морского авиационного полка единообразным модульным комплексом может привести к снижению числа типов эксплуатируемых летательных аппаратов, что снизит и затраты на эксплуатацию, причем не в ущерб возможностям. Безусловно, разработка и производство комплекса обойдется дороже, чем разработка и производство одного ЛА, но одновременно комплекс заменит несколько типов ЛА, суммарная разработка и производство которых по стоимости окажутся больше. Потенциал модернизации комплекса будет гораздо выше, чем у обычного ЛА, т.к. перепроектированием и заменой только одного модуля можно или повысить существующие возможности комплекса, или добавить ему новые.

В этом ключе представляется целесообразным введение единого стандарта силовых концентраторов. Стандарт будет включать в себя типовые узлы сборки, их количество и геометрическое взаиморасположение на летательном аппарате с учетом связующего каркаса. Это может придать комплексу качественно новый уровень возможностей в эксплуатации и модернизации авиатехники: все вновь создающиеся модули будут легко стыковаться со старыми, а по мере выработки ресурса будет происходить списание только отдельных модулей, а не ЛА целиком.

Производство модульного комплекса может положительно отразиться на авиастроительной отрасли в целом, т.к. изготовление комплекса может быть разделено между несколькими авиазаводами, каждый из которых будет специализироваться на сборке модуля определенного типа (№ 1, 2 или 3). Это позволит обеспечить равномерную загрузку авиапредприятий, имеющих разные производственные возможности. При этом уменьшение числа смежников отдельно взятого завода, выпускающего модуль определенного типа, позволит значительно ускорить темпы производства, а значит, снизить

себестоимость, облегчить выполнение гособоронзаказа и одновременно повысить качество сборки.

Кроме того, в закупке многоцелевого модульного авиационного комплекса могут быть заинтересованы государства третьего мира, финансовые возможности и политические интересы которых вынуждают их создавать функционально развитую морскую авиацию палубного базирования, например, Индия и Бразилия. Возможной схемой сотрудничества для этих стран может быть экспорт модуля № 1 с одновременным лицензионным производством в этих странах более простых в изготовлении модулей № 2 и 3, что в любом случае будет экономически выгодно и России, и стране-покупателю.

Заключение

Conclusion

Благодаря появлению и развитию таких технологий, как «электродистанционная система управления» и «компьютерное управление», стало возможным создание модульных самолетов многоцелевого назначения.

Планер модульного самолета полетной массой 30 т будет перетяжелен в сравнении с ЛА аналогичного назначения не более чем на 880 кг, или на 3 % от максимальной взлетной массы. Это приведет к снижению некоторых ЛТХ и усложнению разработки и эксплуатации подобного летательного аппарата.

Вместе с тем, наиболее востребованным направлением использования модульного самолета представляется развитие палубной авиации. Для авиаподразделений палубного базирования, оснащенных модульным авиационным комплексом, могут быть значительно улучшены такие характеристики, как многофункциональность, боеготовность, эксплуатационные затраты, потенциал модернизации. Потери в ЛТХ будут компенсироваться другими способами (например, снижением радиуса действия – конфигурированием необходимого числа заправщиков). Все это вместе может дать некоторые новые выгоды государству – как финансово-экономические, так и военно-политические.

Разработка авиационных комплексов на основе модульных ЛА – задача, решение которой особенно важно для авиационной промышленности России. При этом современный уровень развития указанных двух ключевых технологий делает технические риски реализации проекта минимальными.

Также предлагаемое модульное устройство ЛА может быть востребовано в других областях, напри-

мер, в наземном комплексе на основе модульного БПЛА военного или гражданского назначения.

Кроме того, отдельной и весьма значимой целью представляется возможность перепроектирования существующих ЛА (например, созданных на базе Су-27 или Су-57) в модульную конструкцию с целью повышения как возможностей их применения, так и экспортного потенциала.

Библиографический список

1. Британские ученые разработали новый учебный самолет модульной конструкции. [Электрон.ресурс] / Сайт Defence.ru. URL:<https://defence.ru/article/britanskie-uchenie-razrabotali-novii-uchebnii-samolet-modulnoi-konstrukcii/> (дата обращения 22.01.2018).
2. *Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н.* К вопросу о создании беспилотного разгонного аппарата для обеспечения взлета самолетов корабельного базирования // Труды Крыловского государственного научного центра. 2018. № 1(383). С. 205–212. DOI: 10.24937/2542-2324-2018-1-S-I-205-212.
3. *Катырев И.Я., Неймарк М.С., Шейнин В.М. и др.* Проектирование гражданских самолетов: теории и методы. М.: Машиностроение, 1991.
4. *Ковалев А.И.* Самолет Л-410 УВП: конструкция и летная эксплуатация. М.: Транспорт, 1988.
5. Су-27 [Электрон. ресурс] / Энциклопедия авиации «Уголок неба». URL: <http://airwar.ru/enc/fighter/su27.html> (дата обращения 12.02.2018).
6. *Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В.* Справочник по сопротивлению материалов. Киев: Наукова думка, 1975.
7. *Лазарев В.В.* Концептуальное проектирование самолета. М.: МАИ, 2012.
8. Boeing MQ-25 Stingray. Технические характеристики. Фото. [Электрон. ресурс] / Сайт «Новости авиации». URL: <http://avia.pro/blog/boeing-mq-25-stingray-tehnicheskie-harakteristiki-foto> (дата обращения 08.02.2018).

References

1. British scientists come up with new modular training airplane. URL:<https://defence.ru/article/britanskie-uchenie-razrabotali-novii-uchebnii-samolet-modulnoi-konstrukcii/> (in Russian).
2. *Boiko Ye., Grigoriev M., Okhochinskiy A.* On development of an unmanned launch system for ship-based aircraft // Transactions of the Krylov State Research Centre. 2018. No. 1 (383). P. 205–212 (in Russian).
3. *Katyrev I., Neimark M., Sheinin V. et al.* Design of civil aircraft: theories and methods. M.: Mashinostroyeniye, 1991 (in Russian).

4. *Kovalev A.* L-410UVP aircraft: design and flight operation. M.: Transport, 1988 (*in Russian*).
5. Sukhoi Su-27 Flanker-B jet fighter. Encyclopedia of aviation *Ugolok neba* (Heaven's Corner). URL: <http://airwar.ru/enc/fighter/su27.html/> (*in Russian*).
6. *Pisarenko G., Yakovlev A., Matveev V.* Resistance of materials. Reference book. Kiev: Naukova dumka, 1975 (*in Russian*).
7. *Lazarev V.* Concept design of airplanes. M.: Moscow Aviation Institute, 2012 (*in Russian*).
8. Boeing MQ-25 Stingray. Technical data. Photo. Website *Novosti aviatsii* (Aviation News). URL: <http://avia.pro/blog/boeing-mq-25-stingray-tehnicheskie-harakteristiki-foto> (*in Russian*).

Сведения об авторе

Егошин Сергей Федорович, инженер ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского». Адрес: 140180, Московская область, Жуковский, ул. Жуковского, 1. Тел. 8 (495) 556-48-66. E-mail: sergey4791@yandex.ru.

About the author

Sergey F. Yegoshin, Engineer, Central Aerohydrodynamic Institute. Address: 1, Zhukovskogo st., town of Zhukovsky, Moskovskaya Oblast, Russia, post code 140180. Tel.: 8 (495) 556-48-66. E-mail: sergey4791@yandex.ru.

Поступила / Received: 04.04.18
Принята в печать / Accepted: 07.11.18
© Егошин С.Ф., 2018