

ОБЗОР АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ С ЭЛЕМЕНТАМИ КОНСТРУКЦИИ, ВОСПРИНИМАЮЩИМИ ОТРЫВНЫЕ НАГРУЗКИ

Военная авиационная техника в условиях «шаткого» мира по завершению Второй мировой войны прибегла к массивному мозговому штурму в целях создания универсальных, многоцелевых боевых машин. Инженерные мысли ведущих авиационных стран воплощались одна за другой в штурмовики, разведчики, бомбардировщики, истребители и перехватчики.

Естественно, гонка заключалась не только в численном превосходстве военной техники, но и боеспособности, дальности действия и маневренности этой техники. Незаменимым помощником в достижении максимальной эффективности военной техники являются композиционные материалы (КМ) и технологии получения конструкций из них. Уже в 50–60 гг. XX в. начинается массовое внедрение КМ в серийное производство авиационной техники. Благодаря своим универсальным свойствам КМ активно вытесняют алюминиевые и титановые сплавы, применяемые в панельных и слабонагруженных конструктивных элементах летательных аппаратов (ЛА). Снижение взлетной массы из-за низкой плотности КМ позволяет увеличить боевую часть, снизить затраты топлива, увеличить дальность полета.

Так, уже в конце 80-х гг. XX в. специалисты компании «McDonnell Douglas» спроектировали полностью композитное крыло [1]. Увеличенная площадь и размах крыла позволили разместить на нем от 2 до 5 пар узлов подвески, которые служат для установки пусковых установок управляемых ракет, для подвешивания топливных баков, бомб различного назначения и пусковых установок неуправляемых авиационных ракет. На фюзеляже помимо положения кабины пилота и двигателя размещают также подфюзеляжные держатели на силовых шпангоутах для дополнительной боевой части или топливных баков (рис. 1).

Для боевых машин многие конструктивно-технологические решения (КТР) соединений, узлов креплений и навесов грузов, даже не самые удачные, остаются секретной и стратегической информацией для стран разработчиков. Такие ЛА как Harrier GR-xx, Т-xx и F-xx, МиГ-xx, Ил-xx и Су-xx различных модификаций [1-2, 5-11], успешно используются ВВС Великобритании, Соединенных Штатов Америки и России.

Рассмотрев один из классических примеров боевых тактических машин, находящихся на вооружении ВВС Великобритании уже более 50 лет, можно полностью проследить тенденцию развития боевой техники, темпов наращивания вооружения и доли КМ в конструкции ЛА [1, 5].

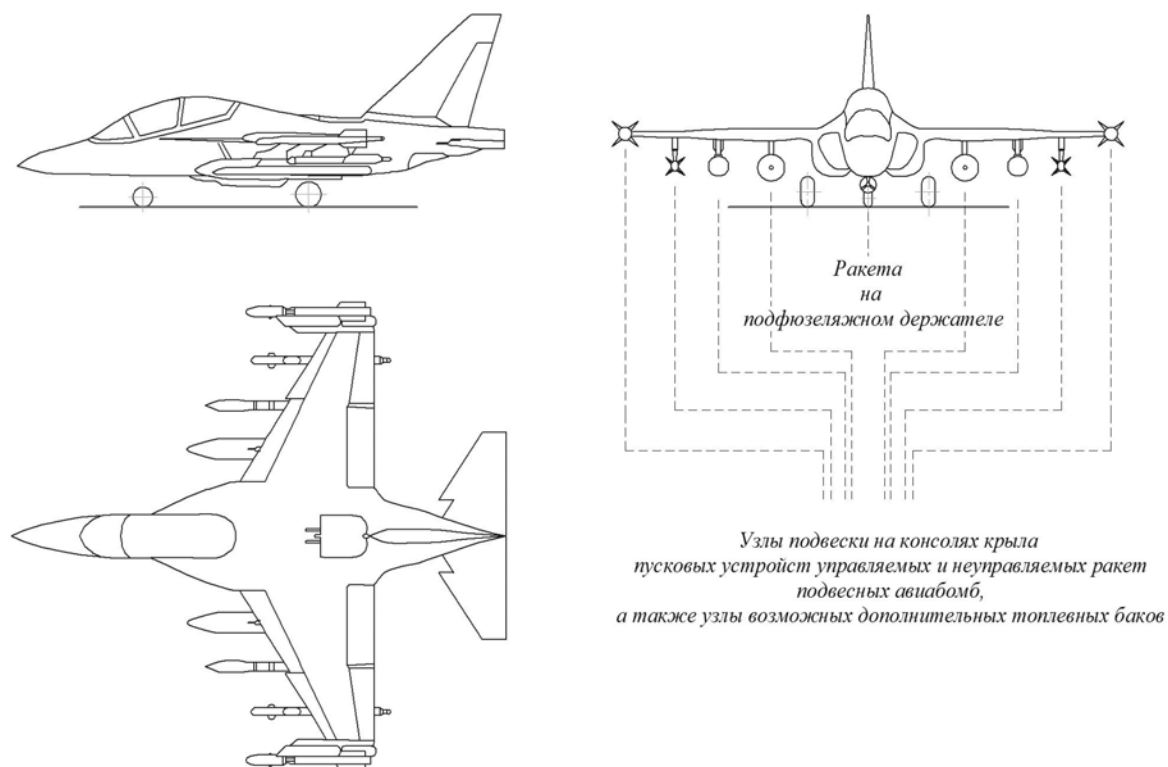


Рисунок 1 – Схема тактического размещения вооружения на консолях ЛА

Таким примером является многоцелевой штурмовик-разведчик Harrier GR-1 с вертикальным взлетом/посадкой (рис. 2), который имеет пять модификаций.



Harrier GR-1
многоцелевой штурмовик-разведчик.
Принят на вооружение в 1960 г.



Harrier GR-3
многоцелевой истребитель.
Принят на вооружение в 1967 г.



Harrier GR-5
тактический истребитель.
Принят на вооружение в 1970 г.



Harrier GR-7
тактический ударный истребитель.
Принят на вооружение в 1987 г.



Harrier GR-9
тактический ударный истребитель.
Принят на вооружение в 2003 г.

Рисунок 2 – Модификации тактического ударного истребителя Harrier GR с вертикальным взлетом/посадкой

Каждая модификация истребителя вносила коррективы в конструкцию ЛА и его силовую установку [1]. Уже в третьей модификации все крыло, элементы центроплана и механизации были заменены на композитные, следовательно, КТР подвесов на крыле ЛА должны были учитывать особенности присоединения к силовым элементам из КМ. Все модификации вели к положительной тенденции: увеличению полезной нагрузки от 2270 до 4900 кг (рис. 3, а) благодаря значительному снижению массы ЛА из-за повышения доли КМ в конструкции от 12 до 40% (рис. 3, б) [1].

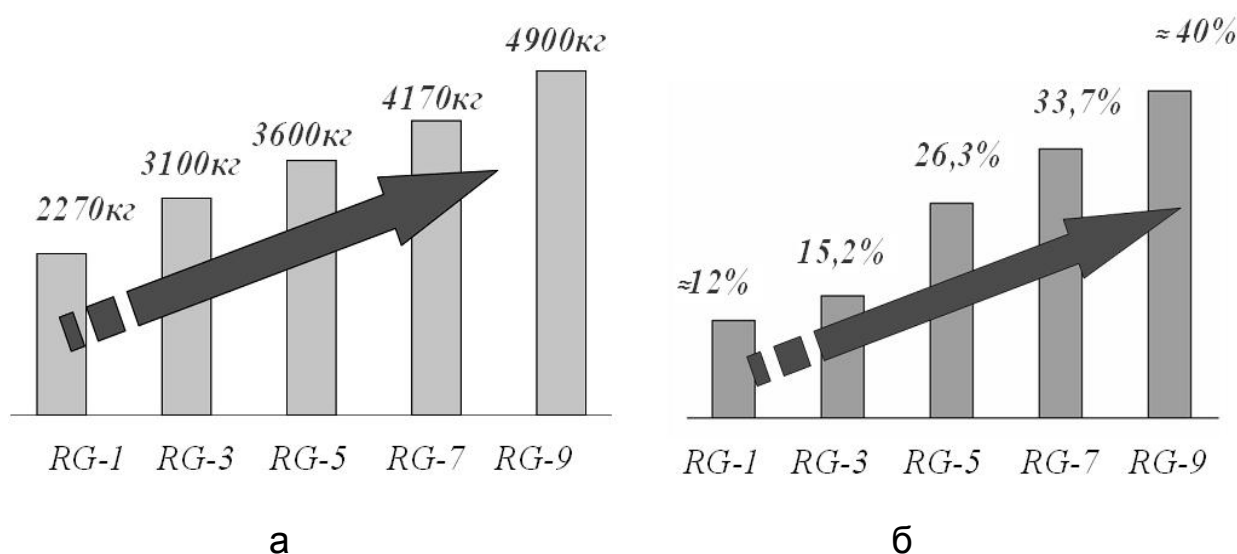


Рисунок 3 – Тенденция изменения основных параметров для всех модификаций Harrier GR

Аналогичная эволюция произошла с другими видами авиационной техники. Следует отметить недавних фигурантов на мировой авиационной арене: Индию и Китай. Сейчас эти страны серьезно заявили о себе, в том числе и в области военных авиаразработок. Полувековой конфликт с Пакистаном заставил Индию вести локальную гонку вооружения. Хотя сейчас уровень авиапроизводства Индии значительно уступает многим развитым странам, но те темпы, которые заданы индийскими авиаконструкторами, могут вывести национальное производство на уровень мировых лидеров авиаконструирования. Многие разработчики утверждают, что Китай лишь копирует российские и американские самолеты, но все же следует отметить, что данный плагиат успешно реализован и используется. Палубный истребитель J-15 имеет максимальный взлетный вес 33 тонны, способен развивать скорость до 2,7 тыс. км/ч и совершать полеты на расстояние до 3,5 тыс. км. Истребитель оснащен 12 точками подвески для вооружения общей массой до 6 тонн (рис. 4, а). Индийский легкий малозаметный палубный истребитель Tejas хотя и находится в разработке с 1984 г., является перспективной разработкой и

претендует на значительный прорыв в ближайшем будущем. Истребитель классифицируется как легкий ЛА и на шести пилонх способен нести до 4 тонн боевого оснащения (рис. 4, б). В отличие от стран, которые открывали и зарождали авиацию, «авиановички» не модифицируют, а проектируют ЛА с максимальным внедрением новых материалов и технологий [12,13].



а

б

Рисунок 4 – Новые разработки Китая и Индии

Попытки вписать новые конструктивные элементы в конструкцию модифицируемого ЛА вызывает ряд сложностей, таких как сочленение новых элементов из КМ со старыми и как это соединение отображается на одном и другом элементе конструкции в целом. Параллельно при проектировании конструкций из КМ разрабатываются КТР соединений этих конструкций и деталей более органичным способом, таким, что не ограничивает потенциал КМ, а только повышает эффективность их использования в ответственных и сильнонагруженных элементах конструкций ЛА [14].

Но КМ наряду с самолетами также активно наполняют боевые вертолеты с консолями дополнительного вооружения, беспилотные летательные аппараты (БПЛА) различного назначения: фотосъемка, разведка, бомбардировка, дозаправка топлива и др. Российский многоцелевой ударный боевой вертолет Ка-52 «Аллигатор» представляет собой дальнейшее развитие модели Ка-50 «Чёрная акула», имеет 4 или 6 точек подвески для общей боевой нагрузки 2 тонны (рис. 5, а). Разведывательно-ударный БПЛА MQ-1 Predator может совершать полет на протяжении 24 часов и принимать свыше 200 кг полезных грузов при собственном весе в 512 кг (рис. 5, б) [15-21].

Пилоны для установки части этих грузов вынесены из основного корпуса ЛА, расположены снаружи и работают на отрыв. Следовательно, эти элементы конструкции ЛА должны соединяться с композитными силовыми наборами и каркасам.



а

б

Рисунок 5 – Виды боевой ударной авиационной техники

Ужесточение экологических норм, интенсивность технического прогресса, постоянное ускорение человечества влечет за собой модернизацию парка транспортных самолетов. Выбросы вредных веществ от сгорания топлива ухудшают экологию, но человечество уже не способно отказаться от блага скоростного перемещения по планете, в связи с чем КМ отводится роль снижения массы конструкции ЛА, затрат топлива и, как следствие, уменьшение вредных выбросов в атмосферу. Так, в последних сериях самолетов компаний Airbus и Boeing композиты составляют около 50% от всей массы конструкции ЛА [22]. Эти самолеты являются мирными и используются исключительно для перевозки пассажиров и грузов внутри корпуса ЛА, в них нет необходимости размещения тяжелого вооружения, но силовые установки, расположенные на консолях крыла самолета, воспринимают подобные отрывные нагрузки. Силовую установку, имеющую значительный сосредоточенный вес, можно размещать по одной, как на Boeing 787-8 (рис. 6, а), или по две на каждой консоли, как на А380-MSN1 (рис. 6, б).



а

б

Рисунок 6 – Транспортные самолеты ведущих авиакомпаний

При конструировании полностью композитного крыла стоит учитывать КТР соединений не только для соединения элементов конструкции, работающих на отрыв, таких, как узлов подвески полезных грузов, крепления обшивок к силовому каркасу, подвески двигателя и различных внутренних кронштейнов для тяг и проводки, но и для соединения, воспринимающего изгибающие моменты: узлы крепления элементов силового каркаса и соединения консолей крыла с центропланом. Конечно, до выявления негативного влияния механической обработки и использования механического крепежа [3] эти КТР не претерпевали существенных изменений, но при исследовании физико-механических характеристик материалов и конструкций изменения все же произошли [4]. Параллельно с внедрением КМ в конструкции ЛА целесообразной является разработка КТР соединений композитных деталей.

Опираясь на представленный обзор авиационных конструкций из КМ, а также их КТР соединений, работающих на отрыв, можно сделать вывод о том, что рассмотренные элементы ЛА и КТР для их соединения находят широкое применение в различных областях техники. Но существующие КТР соединений не полностью отвечают требованиям эффективности и надежности для новых ЛА из КМ. Таким образом, разработка новых КТР соединений является актуальной задачей для дальнейшего внедрения КМ в конструкцию ЛА.

Список использованных источников

1. Эволюция истребителя HAWKER SIDDELY Harrier [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fun-space.ru/aviacziya/10849-evoluciia-istrebitelia-hawker-siddely-harrier>. – 23.03.2013 г.
2. Морозов, В. П. Энциклопедия современной военной авиации [Текст] / В. П. Морозов, В. А. Обухович, С. И. Сидоренко. – М.: Харвест, 2001. – 720 с.
3. Карпов, Я. С. Соединение деталей и агрегатов из композиционных материалов [Текст] / Я. С. Карпов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2006. – 359 с.
4. Карпов, Я. С. Проектирование деталей и агрегатов из композитов [Текст]: учеб. / Я. С. Карпов. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т “Харьк. авиац. ин-т”, 2010. – 768 с.
5. Spick, M. BAe/McDD Harrier [Text] / M. Spick. – New York : Smithmark Publishers, 1991. – 46 pp.
6. Aboulafia, R. High-end trainers: Growth through T-X? [Text] / R. Aboulafia // Aerospace America. – 2013. – Vol. 51, № 4. – PP. 16–19.
7. Finnegan, P. Protecting profits as defense markets decline [Text] / P. Finnegan // Aerospace America. – 2011. – Vol. 49, № 10. – PP. 18–20.

8. Wilson, J. R. F-35 A time of trial [Text] / J. R. Wilson // Aerospace America. – 2011. – Vol. 49, № 6. – PP. 35–39.
9. Dorr, F. R. Feeling the pinch and fighting back [Text] / F. R. Dorr // Aerospace America. – 2010. – Vol. 48, № 5. – PP. 8–10.
10. Никольский, М. Небесные гусары [Текст] / М. Никольский // Авиация и космонавтика. – 2008. – № 1. – С. 1–5.
11. Марковский, В. Истребитель-бомбардировщик СУ-7 [Текст] / В. Марковский // Авиация и космонавтика. – 2007. – № 3. – С. 25–29.
12. Westlake, M India joins the race [Text] / M. Westlake // Aerospace America. – 2010. – Vol. 48, № 4. – PP. 8–10.
13. Dorr, F. R. Looking to new leaders [Text] / F. R. Dorr // Aerospace America. – 2009. – Vol. 47, № 8. – PP. 11–14.
14. Карпов, Я. С. Соединения высоконагруженных деталей из композиционных материалов. Сообщение 1. Конструктивно-технологические решения и оценка их работоспособности [Текст] / Я. С. Карпов // Проблемы прочности. – 2006. – № 3. – С. 23–33.
15. Finnegan, P. UAV sector faces sweeping changes [Text] / P. Finnegan // Aerospace America. – 2012. – Vol. 50, № 4. – PP. 20–22.
16. Rockwell, D. L. Reduced budgets change the game, and U-2 rises [Text] / D. L. Rockwell // Aerospace America. – 2012. – Vol. 50, № 6. – PP. 20–22.
17. Canan, J. W. JSR in today's war: A closer look [Text] / J. W. Canan // Aerospace America. – 2010. – Vol. 48, № 3. – PP. 30–36.
18. Rockwell, D. New environments drive UAV radar growth [Text] / D. Rockwell // Aerospace America. – 2011. – Vol. 49, № 4. – PP. 18–21.
19. Aboulafia, R. Military rotorcraft: Strongest aero market [Text] / R. Aboulafia // Aerospace America. – 2011. – Vol. 49, № 9. – PP. 18–20.
20. Wilson, J. R. New helicopter designs [Text] / J. R. Wilson // Aerospace America. – 2011. – Vol. 49, № 4. – PP. 22–32.
21. Ильин, В. «Аллигатор» из Ухтомки [Текст] / В. Ильин // Авиация и космонавтика. – 1997. – № 1. – С. 1–5.
22. Келли, А. Инженерный триумф углеволокон [Текст] / А. Келли // Композиты и наноструктуры. – 2009. – № 1. – С. 38–49.

Поступила в редакцию 17.02.2014.

*Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Г. Гребеников,
Национальный аэрокосмический университет
им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков.*