

УДК 623.74.746-519

БОГОСЛАВЕЦЬ С.О., начальник науково-дослідного відділу, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

ЛАДИК М.О., помічник начальника інституту з правової роботи

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТИВ У КОНСТРУКЦІЯХ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Розглянуто результати аналізу використання композитних матеріалів у конструкції перспективної безпілотної авіаційної техніки

Ключові слова: композитний матеріал, матриця, наповнювач, безпілотної літальний апарат, дальність польоту, стартова маса

Композитні матеріали являють собою металеві і неметалеві матриці із заданим розподілом у них наповнювачів (волокон, дисперсних часток та ін.) та дозволяють ефективно використовувати індивідуальні властивості складових композицій. При цьому, здійснюючи комбінування об'ємного вмісту компонентів, можна отримувати матеріали із заданими показниками міцності, абразивної стійкості, жарової міцності, модуля пружності, корозійної стійкості [1].

Композитні матеріали у конструкціях вузлів літальних апаратів активно використовуються протягом останніх десятиліть. До середини 80-х років виробники авіаційної техніки використовували композитні матеріали у вторинних структурах планера (окрайки крил і кермових поверхонь тощо), але з часом з композитів почали виготовлятися частини літальних апаратів, наприклад, хвостові оперення літаків Airbus A320 (1988 р.) та Boeing 777 (1995 р.), а Boeing 787 (2011 р.) є першим авіалайнером, у якому композитні матеріали складають частку близько 50% від ваги літака (без урахування двигунів) [2].

Досягнення в розробці і створенні композитних матеріалів відкривають шляхи створення і стрімкого розвитку принципово нових видів авіаційної техніки і озброєння. Завдяки своїм властивостям, таким, наприклад, як підвищена міцність, корозійна стійкість та легкість, композитні матеріали набули широкого застосування при побудові безпілотної літальних апаратів (БпЛА). Так, на розробленому ще у радянські часи тактичному БпЛА типу Ту-143, зі складу безпілотної авіаційного комплексу ВР-3 "Рейс", композитні матеріали на основі склотекстоліту стільникової структури використовувались лише для виготовлення носового відсіку Ф-1 фюзеляжу та обтічників радіоантен [3], а у конструкції сучасних БпЛА, таких як А1-СМ "Фурія", виробництва вітчизняного ТОВ "НВП "Атлон Авіа", частка композитних матеріалів складає 98% від маси планера цього літака.

Приклади використання композитних матеріалів у конструкціях існуючих і перспективних БПЛА іноземної та вітчизняної розробки наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Приклади використання композитних матеріалів в існуючих БПЛА

Тип БПЛА	Виробник (розробник)	Елементи конструкції
1	2	3
Ту-143 (ВР-3 "Рейс")	КБ "Туполев", СРСР	Носовий радіопрозорий конус корпусу, обтічник хвостової частини корпусу, обтічник радіоантен
Ту-123 (ВР-2 "Стриж")		
Ту-223 (ВР "Рейс-Д")		
Darkstar	"Локхид", "Боинг", США	Фюзеляж, крило, оперення, кермові поверхні, обшивка, шасі, обтічники, корпус оптико-електронної станції
Sperwer	"SAGEM", Франція	Силкові елементи корпусу (за виключенням силових балок кріплення двигуна і цільового спорядження), крило, оперення, кермові поверхні, обшивка, шасі
Стрепет-М	ДП "ЧАРЗ", НТУ "ХАІ", Україна	Силкові елементи корпусу, крило, оперення, кермові поверхні, обшивка, стійки шасі, елементи катапульт
Стрепет-П		
Стрепет-ЛК		
Стрепет-С, Стрепет-Л (ЛЛ)		
Bird Eye 400	ІАІ, Держава Ізраїль	Корпус, крило, оперення, обшивка
P-100, P-400, P-600	КБ "ЮАвіа", Україна	Корпус (окрім моторної рами), крило, оперення, обшивка
Моноліт-1, Моноліт-2	"Укравіаремонт", Україна	Обтічник двигуна, корпус кільцевого обтічника гвинтового рушія
ZALA 421-08, ZALA 421-04M, ZALA 421-16	ZALA AERO, Росія	Корпус типу "літаюче крило", кінцівки крила
ZALA 421-02		Корпус БПЛА, корпус оптико-електронної станції, несучий гвинт
Аіст, Бекас, Фазан, Сапсан, Поіск-2, Беркут, ЧиЖ-Л, Воробей, Сова-Л	НТУ "ХАІ", НДІ ПФМ ХАІ, Україна	Корпус (окрім балок кріплення хвостового оперення і моторної рами), оперення, обшивка, шасі (опори), знімні люки і капоти, корпус оптико-електронної системи
LUNA	ЕМТ, Німеччина	Корпус, крило, оперення, обшивка, літаковий гвинт
Ремез-3, Альбатрос-4К, Ястреб, БПЛА "10"	НПС "Зліт", Україна	Корпус, крило, оперення, обшивка, опори шасі, обтічник гвинта кільцевого рушія, елементи катапульт
Надія	НАУ, ДНДІА, Україна	Корпус схеми "літаюче крило", обтічник гвинта кільцевого рушія

1	2	3
Кажан	НТК "Експерт", Україна	Корпус, крило, оперення, транспортно-пусковий тубус
Neuron	Euro	Корпус, крило, оперення, стійки шасі
X-45A, X-47A	Boing, Northrop Grumman, США	Корпус типу "літаюче крило"
Griffon Aerospace	Сполучені Штати Америки	Корпус, крило, оперення, обшивка, літаковий гвинт
MQM-170A Outlaw		
RQ-4A Global Hawk		
Небо-1, Небо-2	НВО "Небо України"	Корпус БПЛА, корпус двигуна, крило, опори шасі, обшивка
ABIA-1E	КБ ABIA", Україна	Корпус, крило, оперення
Кажан, Кажан-2	ТОВ НВП "Укртехно-Атом", Україна, Росія	Корпус (окрім моторної рами), крило, оперення, обшивка
SKUA	DENEL AERO, ЮАР	Весь планер, окрім вузлів кріплення реактивного двигуна
RQ-3A "Darkstar"	Lokheed Martin, США	Корпус, крило, оперення, обшивка шасі
HERTI, Taranis	BAE Systems, Англія	Корпус, крило, оперення, шасі
Рубеж	"Аэрон", Росія	Корпус, крило, оперення, обшивка шасі
A1-СМ "Фурія"	ТОВ "Атлон Авіа", Україна	Весь планер, окрім нервюр

Аналіз даних з табл. 1 свідчить, що вагова частка композитних матеріалів у конструкціях планерів (корпус, крило, оперення, рульові поверхні, шасі, а також повітряний або несучий гвинт) різних зразків БПЛА може становити величину приблизно від 10% до 98% від маси планера, що зменшує вагу літальних апаратів, а також зменшує радіолокаційну помітність у польоті під час виконання бойових завдань. При цьому економія маси, що отримується при використанні композитних матеріалів, дозволяє збільшити максимальну дальність і тривалість польоту БПЛА, або збільшити цільову навантагу, тим самим розширивши його бойові можливості.

З метою оцінювання впливу використання композитних матеріалів у конструкції БПЛА на дальність його польоту проведемо порівняння дальності польоту гіпотетичного БПЛА, виконаного у двох варіантах: з повністю металевим планером та з композитними матеріалами.

Аеродинамічна схема гіпотетичного БПЛА – "безхвістка" з трапецієподібним у плані крилом, внутрішніми відсіками для цільового спорядження/озброєння та двома зовнішніми точками підвішування авіаційних керованих ракет (рис. 1).

Основні тактико-технічні характеристики гіпотетичного БПЛА:

розрахункова горизонтальна дальність польоту, км	55;
розрахункова висота застосування, м	2500;
швидкість польоту БПЛА, км/год	900;
сумарна маса бортової радіоелектронної апаратури, кг	40;
маса цільового спорядження/бойова навантагу, кг	70.

Для проведення оцінювання впливу використання композитних матеріалів на дальність польоту БПЛА обрано розповсюджені матеріали з відомими характеристиками [4]:

відсіки конструкції корпусу БПЛА виготовлені з алюмінієвого сплаву АМГ-6;
однорежимний реактивний двигун виконано зі сталі 30ХГСА;

композитний матеріал – карбоволокніт з епоксидною матрицею й наповнювачем у вигляді вуглецевих волокон з щільністю 1460 кг/м³.

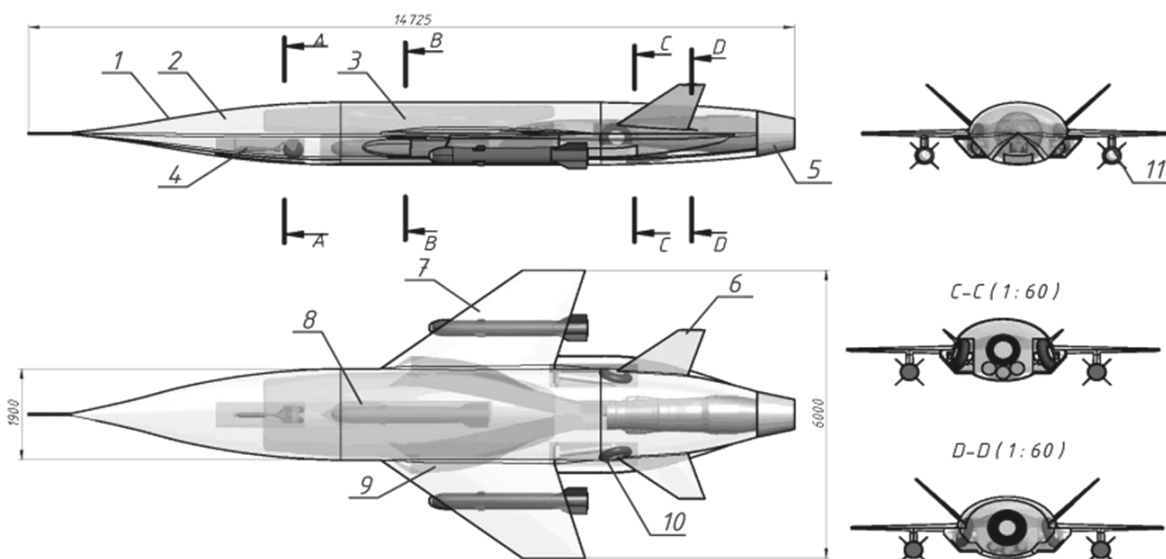


Рис. 1. Схема базового варіанта гіпотетичного БПЛА

(1 – носовий обтічник; 2 – відсік бортового обладнання; 3 – паливний бак; 4 – відсік цільового спорядження; 5 – хвостовий обтічник; 6 – оперення; 7 – крило; 8 – відсік озброєння; 9 – повітрозбірник двигуна; 10 – шасі; 11 – озброєння на зовнішніх вузлах підвішування)

Результати порівняння масових показників варіантів БПЛА з різними матеріалами конструкції наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Масові характеристики БПЛА з різними варіантами конструкції

Елемент літального апарату	Маса, кг (у варіантах конструкції з різних матеріалів)		Різниця мас, кг <i>Δm</i>
	метал	композит	
Планер літального апарату	44,363	27,001	17,364
Авіаційний двигун	61,405	26,334	35,071
БПЛА у стартовій конфігурації	290,900	238,829	52,071

Отже, при застосуванні композитних матеріалів у конструкції планера та двигуна злітна маса літального апарату зменшується з 290,9 кг до 238,8 кг, що відповідає 17,9% від стартової маси початкового варіанту.

Визначення зміни дальності польоту БпЛА виконано згідно з відомими методиками [5, 6], а результати надано на рис. 2 у вигляді графіку залежності максимальної дальності польоту БпЛА від його злітної маси.

Аналіз графіка залежності на рис. 2 показує, що при зменшенні стартової маси БпЛА $\Delta m = 52,1$ кг за рахунок використання композитних матеріалів відбувається збільшення максимальної дальності польоту величину $\Delta D = 13,6$ км до значення $D_{max} = 68,6$ км.

За рахунок застосування композитних матеріалів в конструкції БпЛА є можливість розширення переліку цільового спорядження, яке встановлюється на борту літального апарату при збереженні базової дальності польоту. Так, на розвідувальному БпЛА при зменшенні маси планера і двигуна на $\Delta m = 52,1$ кг можна окрім оптико-електронної станції додатково використовувати на літальному апараті таке обладнання, як засоби радіо і радіотехнічної розвідки, ретранслятори тактичного радіозв'язку, прилади радіаційної, хімічної і бактеріологічної розвідки тощо.

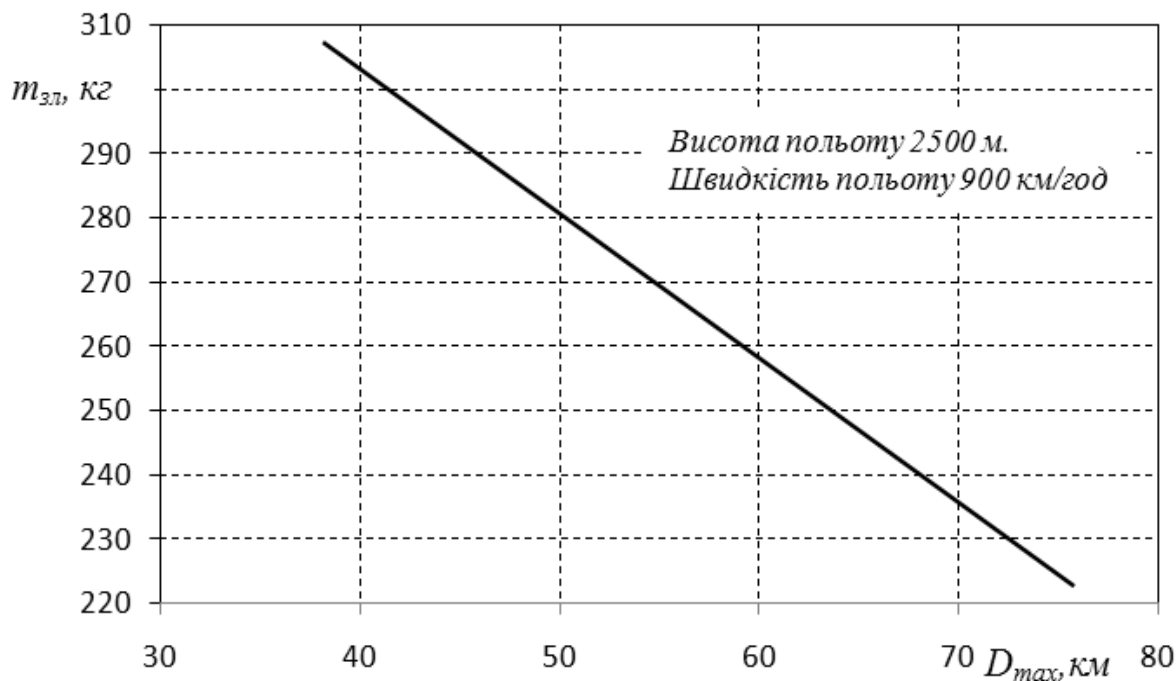


Рис. 2. Графік залежності максимальної дальності польоту БпЛА від його злітної маси

Таким чином, частка композитних матеріалів у конструкціях сучасних і перспективних БПЛА може становити величину близько 100%, що значно зменшує стартову масу літального апарату та, при збереженні габаритних розмірів і запасу палива, дозволяє поліпшити їх льотно-технічні характеристики, зокрема збільшити дальність польоту або перелік цільового спорядження, а завдяки цьому – розширити бойові можливості БПАК будь-яких класів за призначенням (розвідувальних, ударних, ретрансляторів, РЕБ, транспортних та інших).

ЛІТЕРАТУРА

1. Сенюшкин Н.С. Применение композиционных материалов в конструкции БПЛА [Текст] / Н.С. Сенюшкин, Р.Р. Ямалиев, Л.Р. Ялчибаева // Молодой ученый. — 2011. — №4. Т.1. – С. 59-61.
2. Композиты в авиационной – есть проблемы. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://1001crash.com/>. Переклад: <http://vvs5500.ru/publ/4-1-0-100>.
3. Добриденко О.М., Аналіз існуючих композитних матеріалів та оцінка їх застосування у конструкціях планерів літальних апаратів військової авіації України [Текст] / Скляр О.І., Турчин В.М., Белінська Р.Б. // Зб. наук. пр. – К: Держ. наук.-досл. ін.-т авіації, 2012. – В и п . № 8(15). – С. 146–152.
4. Справочник по композиционным материалам, под ред. Любина Д.Г., кн.1, 2. – М.: Машиностроение, 1988, 493с.
5. Силков В.И., Тюрин В.М. Расчет летных характеристик и траектории полета самолета. – К: КВВАИУ, 1987. – 163 с.
6. Бонч-Бруевич Г.Ф. Аэродинамические характеристики сверхзвуковых самолетов и их расчет. – К: КВВАИУ, 1983. – 138 с.

Надійшла до редакції 30.10.16.

Рецензент: ДТН Мавренков О.Є.