

## **Перспективи застосування композитного листового матеріалу при виконанні ремонту стабілізатора вертольотів типу Мі-8**

*Розглянуто можливість виготовлення та становлення обшивки з композитних матеріалів на стабілізатор вертольота типу Мі-8.*

Полімерні композиційні матеріали (ПКМ) знаходять дедалі більше застосування для деталей відповідального призначення літальних апаратів. В авіаційній техніці особливо значним є зростання обсягу застосування високомодульних ПКМ – вуглепластиків, склопластиків, органікопластиків, вуглець-вуглецевих матеріалів, а також у яких шари волокнистого матеріалу чергуються із шарами фольги та різних гібридних ПКМ.

В даний час відсіки фюзеляжу, кесона та панелі крила, деталі механізації крила, носки кіля та стабілізатора, панелі стабілізатора та кіля, деталі конструкції вертольотів, лопатки компресорів, вентиляторів, гвинтів, підсилювальні накладки корпусу та обшивки і багато інших деталей авіаційної техніки виконуються з ПКМ, що формується з клейових препрегів, одержуваних за допомогою термоактивних технологій [1].

Значне покращення фізико-механічних характеристик матеріалів при зменшенні їх густини викликано підвищенням рівня вимог до сучасної автомобільної, військової та аерокосмічної техніки. Застосування полімерних шаруватих композиційних матеріалів (ПШКМ) стає одним з основних методів вирішення цього питання. ПШКМ, які сьогодні використовуються при виготовленні різної продукції мають високу питому міцність, високу питому жорсткість та інші унікальні фізико-механічні властивості.

Приблизно 65% композитних матеріалів, які займають в загальному обсязі виробляємих композитів, становлять ПКМ на основі скловолокна. Деталі, вироблені з композитних матеріалів, значно стійкіші до руйнування під напругою від деталей, вироблених з металу. Незначна тріщина у деталі, виготовленій з металу, дуже швидко може розвинути у катастрофічну з дуже серйозними наслідками, на відміну від композитних деталей. Композитні матеріали дуже добре розподіляють напругу всередині деталі та ефективно блокують розростання невеликих тріщин завдяки волокнистій структурі матеріалу. Навантаження в будь-якому композиті буде розподілятися в напрямку його волокон, саме волокна несуть все навантаження, тому їх кількість, тип, орієнтація та лінійність визначають їхню ефективність.

Метою роботи є дослідження можливості виготовлення та становлення обшивки з композитних матеріалів на стабілізатор вертольота типу Мі-8.

Мі-8 багатоцільовий вертоліт, який є наймасовішим дводвигуновим вертольотом у світі, а також входить до списку наймасовіших гелікоптерів в історії авіації. Широко використовується в багатьох країнах світу для

виконання великої кількості цивільних і військових завдань. Мі-8МСБ – власна українська модифікація з двигунами ТВЗ-117ВМА-СБМ1В 4Е серії, спеціального призначення для ВПС (прийнятий на озброєння в квітні 2014) і на експорт [2]. Українська армія станом на 24.02.2022 року мала до 70 одиниць Мі-8 різних модифікацій – переважно, Мі-8МСБ/Мі-8МСБ-В. До основних тактико-технічних характеристик вертольота Мі-8МСБ можна віднести: екіпаж: 3 людини; пасажиромісткість: до 24 осіб; вантажопідйомність: до 4 тонн, до 3 тонн на зовнішній підвісі; максимальна швидкість: 250-280 км/год; крейсерська швидкість: 205 км/год; дальність польоту: від 550 до 1210 км; максимальна висота польоту: 2,4-7,3 км; озброєння (при необхідності): 12,7-мм кулемет, блоки некерованих ракет С-5 або С-8 (хб4), можливе встановлення додаткового озброєння у вигляді станкових гранатометів, гарматно-кулеметних контейнерів, зенітних або протитанкових ракет; бронювання: захищає від вогню стрілецької зброї з землі та уламків [3].

Стабілізатор 8АТ.3100.00 має симетричний профіль НАСА-0012, та складається з двох консолей симетрично розташованих відносно хвостової балки. Обидві консолі стабілізатора аналогічні, кожна половина клепаної конструкції. Стабілізатор лонжеронної конструкції, тобто весь згинаючий момент сприймається лонжероном. Обшивка стабілізатора виконана з полотняного матеріалу АМ-100. Стикування консолей стабілізатора відбувається за допомогою стикувальних фітінгів та стикувального фланця. Стабілізатор забезпечує повздовжню стійкість вертольоту в польоті. Кут атаки стабілізатора змінюється при технічному обслуговуванні на землі [4].

Особливістю експлуатації стабілізатора з полотняною обшивкою є гарантійний строк експлуатаційної стійкості полотняної обшивки, який складає 3-роки, після якого, обшивка втрачає свої властивості. Враховуючи статистику в більшості випадків під час міжремонтного строку служби (який складає 8 років) необхідно однозначно виконувати місцевий ремонт полотняної обшивки, рідше її повну заміну. Ремонт або заміна обшивки під час експлуатації вертольоту несе за собою допоміжні фінансові витрати та тимчасову неможливість (на момент заміни обшивки) експлуатації вертольоту.

Для виготовлення обшивки стабілізатора можна порівняти композитні листові матеріали та металеві матеріали, які використовуються під час заміни обшивки стабілізатора згідно бюлетеня № Т2900-БУ-Г та бюлетеня № 171-3798-БУ/БЕ.

Виконано порівняння можливих варіантів заміни обшивки на металеву з листа Д16АТ товщиною 0,8мм, так як, саме такий матеріал використовується на стабілізаторах 8АТ-3100-000-05 та з листа СТЕФ-1 товщиною 1.0 мм, так як, такий матеріал використовується на стабілізаторах 242-3100-00-01/02 вертольотів Мі-35 (табл. 1).

При використанні композитних матеріалів в оборонній та авіаційній промисловості найголовніше з усіх переваг композитних матеріалів - їх міцність і жорсткість, поєднані з малою питомою вагою.

Склотекстоліт листовий – екологічно безпечний шаруватий пластик, який широко застосовується. Його виготовляють шляхом гарячого пресування склотканин, просочених термоактивною сполучною речовиною. По суті, є

текстолітом на основі склотканини. Переваги, якими володіє склотекстоліт листовий, досить численні. Матеріал здатний прослужити не менше 20 років без зміни своїх початкових властивостей. Він нетоксичний, стійкий до зовнішніх впливів і інертний по відношенню до хімічно агресивних реагентів. Міцність і висока електрична стабільність дозволяють застосовувати склотекстоліт листовий у якості діелектрика практично повсюдно. Сьогодні він незамінний при виготовленні різних деталей – шестерень, підшипників, втулок і т. д.

Д16АТ – один із найміцніших алюмінієвих сплавів, застосовується для виготовлення силових конструкцій.

Таблиця 1.

Фізико-механічні характеристики склотекстоліту СТЕФ-1 та алюмінієвого сплаву Д-16АТ

Найменування показника	Марка	
	СТЕФ-1	Д-16АТ
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	1600-1900	2780
Руйнівна напруга при згині, не менше, МПа	300	470
Руйнівна напруга при розтягуванні, не менше, МПа	220	425
Ударна в'язкість по Шарпі на зразках з надрізом, не менше, кДж/м <sup>2</sup>	30	250
Тривало допустима робоча температура, °С	-65.. ..+155	-230...+250
Відносне подовження, %	30	10

На підставі аналізу конструкції, навантажень, масово-центрувальних характеристик стабілізатора з полотняною обшивкою і стабілізатора з металевою або композитною обшивкою, заперечень та обмежень щодо ремонту стабілізатора методом заміни полотняної обшивки з матеріалу АМ-100 ГОСТ 14619-69 на обшивку з композитного матеріалу СТЕФ-1 ГОСТ 12652-74 з товщиною листа 1 мм не виявлено (рис. 1).

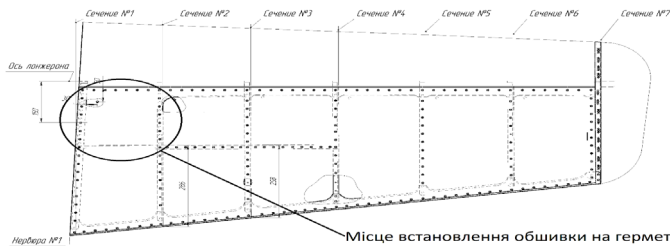


Рис. 1. Місце встановлення обшивки з композитного матеріалу на герметик.

До переваг застосування обшивки з композитного матеріалу СТЕФ-1 слід віднести технологічний процес ремонту та подальшу експлуатацію

вертольота типу Мі-8 без внесення будь яких змін масово-центрувальних характеристик.

### Список літератури

1. Механіка руйнування і міцність матеріалів [Текст]: дов. посібник /за заг. ред. В.В. Панасюка. – Т. 9. Міцність і довговічність авіаційних ма-теріалів та елементів конструкцій / О.П. Осташ, В.М. Федірко, В.М. Учанін, С.А. Бичков та ін.; за ред. О.П. Осташ, В.М. Федірко. – Л.:Сколом, 2007. – 1068 с.

2. Державне авіаційне підприємство «Україна». – Електронний ресурс. – Режим доступу: [https://saeukraine.org.ua/?page\\_id=41](https://saeukraine.org.ua/?page_id=41)

3. Корж А. Мі-2, Мі-8, Мі-17, Мі-24: основні бойові вертольоти української армії // Слово і Діло. – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.slovoidilo.ua/2023/03/30/stattja/bezpeka/mi-2-mi-8-mi-17-mi-24-osnovni-bojovi-vertoloty-ukrayinskoyi-armiyi>

4. Перелік даних додаткового сертифіката типу № ДТВ-0003 – Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2019/02/DTV-0003.pdf>