

УДК 621

Клименко Ю.О.¹, Пухальська Г.В.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОПАТІ КЕРМОВОГО ГВИНТА З ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Аналіз технологій показав, що оптимальна технологія виготовлення лопаті кермового гвинта вертольота з полімерних композиційних матеріалів передбачає застосування оправки з силіконової гуми замість еластичної діафрагми (прес-камери). Технологія виготовлення пера лопаті полягає у формуванні пакетів препрега у прес-формі, що забезпечує аеродинамічний контур лопаті (рис.1).

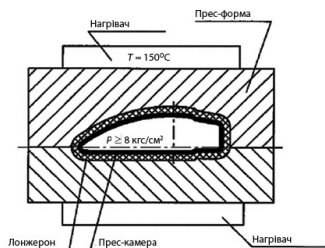


Рисунок 1 – Формування пакетів препрега у прес-формі.

До стінок прес-форми шари склопластику необхідно притиснути з зусиллям 8 кгс/см^2 . Одним із складних процесів виготовлення лопаті є створення необхідного тиску пресування препрега в прес-формі. Це обумовлено геометричною формою аеродинамічного профілю лопаті в місцях сполучення нижнього і верхнього обводів у вигляді поверхонь подвійної кривизни змінного радіусу. Прес-камера повинна витримувати необхідний тиск і температуру 150°C протягом 4 годин [2]. Температура задається в автоматичному режимі вбудованим в прес-форму нагрівальним елементом, тиск - нагнітанням стисненого газу (азот). Готовий виріб повинен легко витягуватися з внутрішньої порожнини прес-форми.

Для виготовлення препрега використовується склотканина. Всі роботи, пов'язані з просоченням склотканини, проводяться в захищеному приміщенні за температури повітря 18...25°C та відносної вологості не вище 75%. Склотканину, призначену для просочення, необхідно попередньо просушувати в термошафі за температури 80°C протягом 6 год. Час між операцією сушки та початком просочення не повинен перевищувати 4 г. Отримані після просочення напівфабрикати (препреги) служать вихідним матеріалом для подальшої роботи зі створення елементів конструкцій лопатей. Основні вимоги на цьому етапі, що визначають якість лопатей, що виготовляються-точність дозування компонентів і витримок заданих технологічних режимів змішування, дотримання параметрів просочення (температури в сушильній шахті просочувальної машини, швидкості просочення та ступеня просочення склотканин зв'язуючим).

Другий етап складається з таких операцій як розкрій препрегів, клейових плівок та гум на заготівлі і їх розмітка; комплектація пакетів і заготовок (конструкція оболонки складається з п'яти пакетів); викладка пакетів на оправки; вакуумування пакетів і їх попереднє підпресування в автоклаві; зберігання препрегів та зібраних пакетів.

Третій етап - укладання отриманих заготовок на технологічні оправки для попереднього опресування пошарово. Викладка проводиться по осям, нанесеним на оправку, з контролем напрямку основи тканин по лініям укладки основи, без складок та наявності гофр. Попереднє опресування проводиться в автоклаві за температури 60°C та вакуумі в 0,6 ... 0,8 бар. Підготовані пакети укладають у прес-форму на оправці-вкладиші з силіконової гуми марки пентаеласт-750. Цей матеріал працює при температурі від -50 до + 220°C. Остаточне формування оболонки лопаті відбувається при ступінчастому підвищенні температури зі швидкістю 1...2 градуса в хвилину до 65°C, з витримкою при цій температурі 30 хвилин і послідовним виходом на режим 150°C з витримкою 4 години. Після охолодження прес-форми до температури навколишнього середовища відбувається виймання деталі і видалення вклади з внутрішнього каналу лопаті. Готову оболонку укладають у спеціальне пристосування. Заповнювач з пінополіуретану виготовляється заливкою за вільного вспінування за допомогою заливальної машини за температури 35 ... 40°C.

На наступному етапі оболонка лопаті поступає на ділянку механічної обробки. На стрічково-пилному верстаті проводиться обрізка технологічних припусків, з яких в подальшому виготовляють зразки для підтвердження хіміко-фізичних властивостей отриманого композиту вимогам конструкторської документації. Переваги оправки із силіконової гуми: спрощується конструкція прес-форми; значно скорочується брак при формуванні і втрати дорогокоштуючих матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Habali S. M. Local design, testing and manufacturing of small mixed airfoil wind turbine blades of glass fiber reinforced plastics. Part I: Design of the blade and root / S. M. Habali, I. A. Saleh // *Energy Conversion and Management*. – 1999. – Vol. 41, No. 3. – P. 249–280. DOI: 10.1016/S0196-8904(99)00103-X.
2. Agarwal B. D. Analysis and performance of fiber composites / B. D. Agarwal, L. J. Broutman, K. Chandrashekhara. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006. – Chapter 2. – P. 25–45.