

УДК 621.452.3.

Куц Д.О.¹, Єфанов В.С.², Лаптева Г.М.³

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² д-р PhD, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У АВІАБУДУВАННІ

Однією з найактуальніших проблем в авіаційній промисловості є трудомісткість виробництва, модернізація існуючих процесів та створення нових технологічних процесів. Застосування адитивних технологій має велике значення у розвитку технологічного процесу виготовлення складних технічних систем в авіабудуванні [1]. Суть таких технологій полягає у створенні комп'ютерної моделі деталі та її виготовленні за допомогою пошарового додавання металу на спеціальному обладнанні з використанням різних методів, таких як метод селективного лазерного спікання (SLS).

На прикладі виготовлення завихрювача камери згоряння за методом SLS показано можливість різкого зниження часу відпрацювання конструкції та її геометричних параметрів з метою отримання необхідних витратних характеристик виробу без додаткової підготовки виробництва. Розглянемо застосування даного методу на прикладі виготовлення монолітного завихрювача камери згоряння, який в базовому варіанті складається з трьох деталей, виготовлених методом лиття за моделями, що виплавляються. Для досягнення цього результату, ми змінили конструкцію, поєднавши вхідні деталі в одне ціле, виключивши зварні та паяні шви. Це дозволило нам скоротити номенклатуру деталей та зменшити вартість одного завихрювача більше ніж удвічі, а також суттєво зменшити час виробництва та звести до мінімуму брак. Після створення конструкторської документації, яка включає 3-D моделі (що враховують специфіку наявності матеріалу «підтримки», умов спікання і т.д.), ми підбираємо матеріал, що задовольняє як міцнісні, так і температурні характеристики. Після друку, деталі та зразки проходять гаряче ізостатичне пресування (ГП) з метою збільшення щільності матеріалу, а потім піддаються термообробці. Щільність залежить від розвитку пір у процесі друку, а також наявності неметалевих (зокрема газових) включень. Вища щільність і гомогенність заготовок після ГП покращує механічні властивості з відповідним підвищенням міцності на розтягування та плинності, ковкості та опору руйнуванню. Розглянемо експеримент з проведенням процесу гарячого ізостатичного пресування (ГП), що сприяє зниженню розкиду характеристик по перерізу та довжині заготовки. Згідно з результатами випробувань механічних властивостей компактних зразків з порошкових матеріалів фракції 20-45 мкм на основі

моно-алюмінію-нікелю, проведення циклу ГПП забезпечило наступний рекордний рівень властивостей: межа міцності на стиск порядку 3200 МПа, межа текучості 100, відносне стискання лише на рівні 17%. Після проведення ГПП та термообробки, деталі проходять неруйнівний контроль та перевіряються за геометрією для відповідності кресленням. Наступним кроком є перевірка витрат повітря по контурах. Результати продування обох контурів показали різницю витрат повітря менше 5%, що відрізняється від результатів продування завихрителів, виготовлених за діючою технологією (методом лиття за моделями, що виплавляються), де різниця складала 12% [2]. Використання технології SLS при виготовленні завихрювача забезпечило високу стабільність витрат повітря по контурах завихрювача та скоротило етап підготовки виробництва при серійному виготовленні таких деталей.

Отже, метод SLS має значні переваги, зокрема, скорочує кількість необхідних пост-обробних етапів, забезпечує контроль просторового розподілу складу та мікроструктури за допомогою друку з оптимізованими параметрами та дизайном складних конструкцій у поєднанні з комп'ютерною системою. Це підвищує надійність і знижує трудомісткість. З усього вищевикладеного випливає, що застосування адитивних технологій має переважно позитивний вплив на технологічні аспекти виготовлення деталей, а застосування цієї технології в авіабудуванні буде зростати з кожним роком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шарова Н.А., Живушкін А.А., Тихомирова Є.А., Кузьмін О.В., Малигін С.М., Соловійова А.В. Актуальні питання застосування нових технологій для двигунів ближньої перспективи. // Світ техніки та технологій. 2021. №1. С.132-134.
2. Левашов Є. А., Капланський Ю. Ю., Курбаткіна С. С., Пацера Є. І., Самохін А. С., Фадєєв А. А., Мартинов Д. А., Гурських А. С., Чупєєва А. Н. Нове покоління жароміцних нікелевих сплавів з ієрархічною структурою та їх застосування в адитивних технологіях // Матеріали 13-ї міжнародної науково-технічної конференції. Мінськ, 2018. С. 62-65.