

УДК 621.77:621.762

Павленко Д.В.¹, Торба Ю.І.², Федоров І.А.³

¹ проф. НУ «Запорізька політехніка»

² доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ асп. НУ «Запорізька політехніка»

АДАПТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ЛОПАТОК КОМПРЕСОРА ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНІВ З ПОРОШКІВ

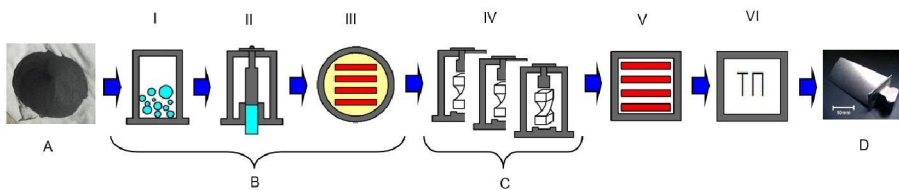
Сучасне виробництво лопаток компресора для газотурбінних двигунів (ГТД) стикається з викликами, пов'язаними з необхідністю швидкої зміни об'єктів виробництва та виробництва малих серій із різних титанових сплавів. Це дослідження пропонує інноваційну адаптивну технологію, яка ґрунтується на використанні порошкової металургії, інтенсивної пластичної деформації та формоутворенні високошвидкісним фрезеруванням. Ця технологія виявляється особливо важливою для дослідного, ремонтного та дрібносерійного виробництва в авіаційній галузі, де потреби у деталях з різних сплавів та конфігурацій можуть швидко змінюватися.

Застосування традиційних методів виробництва, які включають багато-стадійний вакуумний переплав та деформаційну обробку, значно обмежує гнучкість виробництва та підвищує вартість виробництва. Нова технологія пропонує альтернативний підхід, який дозволяє отримувати лопатки компресора ГТД із компактних високоміцних напівфабрикатів без необхідності залучення переплавлення титанової губки та виготовлення штампового оснащення, знижуючи таким чином загальні виробничі витрати.

В основу технології покладено синтез напівфабрикатів із порошків сплавів титанових сплавів, таких як ВТ3-1, ВТ6, ВТ8, методами порошкової металургії [1]. Подальше усунення залишкової пористості та підвищення міцності сплавів досягається за рахунок і ущільнення та зміцнення комплексною технологією інтенсивного пластичного деформування (рис.1).

Основні переваги технології інтенсивного ущільнення порошків полягають у зниженні енерговитрат та виробничих витрат порівняно з традиційними методами виготовлення, а також у можливості отримання компактних

напівфабрикатів зі складнолегованих титанових сплавів, що важко піддаються обробці. Технологія дозволяє мінімізувати кількість відходів матеріалу та сприяє підвищенню екологічності виробництва.



I – шихтування; II – пресування; III – вакуумне спікання; IV – ІПД;
V – термічна обробка; VI – механічна, оздоблювально-зміцнювальна обробка.
A – вихідна сировина (титановий порошок); B – некомпактна, спечена заготовка; C – компактна заготовка з СМК структурою; D – лопатка ГТД.

Рисунок 1 – Структура адаптивної технології виробництва лопаток компресорів ГТД [1].

Окрема увага у дослідженні приділяється аспектам формоутворення основних аеродинамічних поверхонь лопаток. Формоутворення виконується за технологією високошвидкісного фрезерування на обробляючих центрах за програмою [2]. Цей метод демонструє значні переваги у термінах гнучкості та швидкості адаптації до змін конструкції лопаток, дозволяючи зменшити витрати на оснащення та скоротити час підготовки виробництва. Важливим є те, що запропонована технологія дає можливість виконувати швидку зміну об'єкта виробництва, що є критично важливим для дослідних і ремонтних виробництв, де потреби у виробництві малих серій з різноманітними характеристиками є звичним явищем. Вона дозволяє отримувати як мали партії напівфабрикатів різного хімічного складу так і різні за профілем лопатки ГТД.

Таким чином, розроблена технологія представляє собою ефективний інструмент для виробництва лопаток компресора ГТД, що задовольняє сучасні вимоги до якості, вартості виробництва та екологічності. Можливість швидкої адаптації до змінних потреб виробництва робить цю технологію особливо цінною для секторів, де потреба у високій гнучкості та оптимізації виробничих процесів є вирішальною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павленко, Д.В. Розвиток наукових основ і удосконалення процесів виготовлення деталей з порошкових матеріалів для газотурбінних двигунів із застосуванням інтенсивної пластичної деформації : дис. доктора техн. наук: 05.03.05 / Павленко Дмитро Вікторович. – Запоріжжя, 2021. – 375 с.

2. Сахнюк, Н.В. Технологічне забезпечення якості лопаток компресорів в дослідному виробництві [Текст]: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: 05.02.08 / Сахнюк Наталія Василівна. – Харків, 2008. – 21 с.