

ПОРІВНЯННЯ РІЗНОВИДІВ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ЛОПАТОК КОМПРЕСОРУ АВІАЦІЙНИХ ДВИГУНІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ

З розвитком передових технологій виготовлення авіаційних двигунів у напрямку високого співвідношення тяги до ваги та мінімізації маси з'явилася низка специфічних авіаційних матеріалів з низькою щільністю, таких як титанові сплави, а також жароміцні сплави на основі нікелю та композитні матеріали на основі кераміки, які широко використовуються для ключових компонентів в аерокосмічній галузі, а також стали основними виробничими матеріалами для лопаток авіаційних двигунів. Однак через чутливість карбіду до концентрації напружень, анізотропію та крихкість композитних матеріалів поступово висвітлюється проблема втомного руйнування. Існуючі дослідження показують, що характеристики опору втомі лопаток авіаційних двигунів мають важливий взаємозв'язок з процесом їх обробки і остаточною якістю, що, в свою чергу, впливає на експлуатаційні характеристики і термін служби [1].

Фінішна обробка, як завершуючий процес доводки пера лопаток авіадвигунів, безпосередньо визначає кінцеву цілісність поверхні і опір втомі лопаток при отриманні точних профілів високошвидкісним фрезеруванням і наступною оздоблювальною обробкою. Для оцінки різниці характеристик поверхні пера лопаток при їх виготовленні було запропоновано порівняти декілька видів фінішної обробки після високошвидкісного фрезерування (ВШФ), а саме ручне полірування, комплексна обробка – ручне плюс віброполірування і тільки віброабразивна обробка.

Після обробки ВШФ фреза залишає на поверхнях пера лопатки видимі, так звані «строчки», форма і розміри яких варіюються в залежності від режимів, в основному від подачі фрези, яка визначає продуктивність фрезерування. Для видалення крупних «строчок» використовують ручне полірування, яке виконується на полірувальних бабках послідовно полірувальними кругами різної зернистості. Під ручне полірування залишали значний припуск. Через важкість, відповідальність, напруженість і монотонність ручної праці, було вирішено остаточне тонке полірування, яке заполіровувало ризики, що залишались після ручного полірування, виконувати за допомогою віброабразивної обробки, тобто це є комплексна фінішна обробка – ручне і віброполірування. Як варіант також було запропоновано використовувати віброабра-

зивну обробку відразу після ВШФ, і в цьому випадку, по-перше, не передбачали додаткового припуску, а, по-друге, в залежності від розміру «строчок» вибирали ступеневу послідовну обробку наповнювачами різної форми, матеріалу та зернистості.

В результаті попередні дослідження показали, що третій варіант при забезпеченні такої ж точності і якості дає найвищу продуктивність за рахунок обробки одразу всього набору лопаток (40-100 штук і більше) в залежності від габаритів лопаток. До того ж сучасне обладнання, на якому проводили віброабразивне полірування – установки «Rösler» [2] – дають можливість швидкого автоматичного сепарування деталей від наповнювача, зміни наповнювача, заміни режимів тощо задля значного скорочення допоміжного часу операції. В результаті є можливість скоротити час фінішної обробки загалом в 2–5 разів, що через свою актуальність визиває необхідність проведення подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Huang Yun Research progress of aero-engine blade materials and anti-fatigue grinding technology [J] / Huang Yun, Li Shaochuan, Xiao Guijian, Chen Benqiang, Zhang Youdong, He Yi, Song Kangkang // Journal of Aeronautical Materials. – 2021. – 41 (4). – P. 17–35.

2. Електронний пєсyпс: <https://de.rosler.com/de-de/en/>