

УДК 621.924 : 62-253.51

¹ Гончар Н.В., канд. техн. наук, доцент

² Гребенніков М.О., інженер

¹ Криворученко В.Л., аспірант

¹ Слободян А.Г., студентка

¹ Національний університет «Запорізька політехніка», gonchar@zp.edu.ua

² ЗМКБ «Івченко-Прогрес», GrebennikovMA@ivchenko-progress.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОПАТОК В УМОВАХ ОДИНИЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ГТД

В умовах одиничного, експериментального або пілотного виробництва авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) на початку їх життєвого циклу, в технологічному етапі фінішної доводки лопаток довгий час було задіяно ручне полірування, навіть після того, як стали інтенсивно відходити від використання ручної праці з поворотом промисловості на євроінтеграцію. Як тільки стало можливим придбання сучасних багатокоординатних верстатів з ЧПК, продуктивність фрезерування лопаток навіть в одиничному виробництві значно виросла, завдяки високошвидкісному принципу обробки. Але фінішний етап залишився практично без змін, ручне полірування пера виконували декількома кругами різної зернистості, тим паче, що після високошвидкісного фрезерування залишались «строчки» – сліди інструменту, які мали періодичний малюнок, висота і крок яких залежали в основному від подачі інструменту. Під полірування відводили значний припуск на дефектний шар і висоту строчок. Додаткове заключне полірування фетровим кругом видаляло ризики, яке наводило попереднє ручне полірування. В цілому фінішна обробка суттєво зменшувала продуктивність технологічного процесу виготовлення лопаток (30-120 лопаток в наборі), час полірування практично зрівнювався з тривалістю формуючого фрезерування. Також для цієї операції потребувались слюсарі високої кваліфікації через складну конфігурацію деталей – різні розміри по кожному з чисельних перерізів, і високі вимоги до точності і якості оброблених поверхонь. Тому назріло актуальне питання – механізація або автоматизація цього етапу для повної відмови від ручного полірування.

Поступово проводили пошук, аналізували та перебирали різні методи фінішно-оздоблювальної та фінішно-зміцнювальної обробки. Враховували матеріал лопаток, особливості їх геометрії, габарити; продуктивність методу, його екологічність, ресурсоощадливість. Лопатки є високовідповідальними деталями, тому ретельно вивчали зміну властивостей поверхні і поверхневого шару, особливо пера, через його тонкостінність і тонкі крайки. Шукали оптимальний варіант технології фінішного оброблення.

Вібробразивна обробка або віброполірування – один з методів, який забезпечує виконання більшості вимог, і до того ж дає змогу обробляти одночасно увесь набір лопаток певного ступеня компресора, що наводить однакові властивості лопаток одного набору.

Використання цього методу для завершального тонкого полірування дрібногабаритних лопаток показали гарні результати і дало поштовх до подальших досліджень. Більш ретельно досліджували глибину знятого шару в залежності від режимів і наповнювача, можливості зменшення припуску під полірування, якість і швидкість видалення «строчок», точність, шорсткість, та інші властивості.

З'ясували, що для забезпечення заявленої якості обробки і оптимізації технологічного процесу необхідно досліджувати комплексно – режими чистового етапу високошвидкісного фрезерування і режими вібробразивного полірування лопаток. Установлено, що результати досліджень обробки лопаток з різних матеріалів суттєво відрізняються, і для розробки технології необхідним є прискорене дослідження на натурних деталях. Також отримано незначний зміцнювальний ефект від цього методу обробки, підтверджено заявлену для досліджених лопаток межу витривалості і підвищення продуктивності в 2,5...3 рази.