

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ ЛОПАТОК КОМПРЕСОРІВ ГТД ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНІЙ ОБРОБЦІ

Застосування в авіадвигунобудуванні високошвидкісних багатоцільових верстатів призводить до можливості значного скорочення циклу обробки деталей за рахунок об'єднання операцій технологічних процесів, скорочення машинного часу обробки при застосуванні принципів і стратегій високошвидкісного різання, тощо. Основними особливостями деталей, що застосовуються у авіадвигунобудуванні є складна вихідна геометрія, високі вимоги до точності і шорсткості оброблених поверхонь.

Особливістю багатокоординатних фрезерних верстатів, які застосовуються для обробки складних фасонних поверхонь, є автоматизація формотворчих рухів за трьома взаємно перпендикулярним напрямом, крім цього, здійснюється поворот інструменту навколо двох взаємно перпендикулярних осей, що дозволяє вісь інструменту встановлювати в оптимальне становище для конкретного випадку обробки.

Формоутворення складнопрофільних поверхонь лопаток, є однією з найскладніших проблем сучасного двигунобудування. Цю проблему можна вирішити методом спірального високошвидкісного фрезерування, відповідно до якого профіль лопатки утворюють шляхом багатопрохідного огинання фрезою з постійним переміщенням по її висоті. При цьому в процесі фрезерування здійснюється точковий контакт інструменту і оброблюваної поверхні лопатки.

Метою досліджень було визначення закону руху заготовки та інструменту для керування процесом формоутворення поверхонь лопаток компресора високошвидкісним фрезеруванням на 5-ти координатному обробному центрі фірми Startag моделі SX-051B/C.

При визначенні закону руху заготовки та інструменту при обробці заданої фасонної поверхні – пера лопатки компресора, вибирається форма і розмір вихідної інструментальної поверхні – різальний інструмент. Вибираємо відносно просту вихідну інструментальну поверхню, наприклад у формі сфери. Визначення закону руху заготовки та інструменту ґрунтується на тому, що в процесі обробки вихідна інструментальна поверхня повинна торкатися поверхні пера лопатки. У точках контакту нормалі і дотичні площини до поверхні лопатки і вихідної інструментальної поверхні повинні бути загальними.

Вважаємо, що обробка ведеться фрезою зі сферичною ріжучою частиною. Фреза обертається навколо своєї осі і своїми ріжучими крайками описує вихідну інструментальну поверхню у формі кулі. Це рух кінематично не пов'язаний з іншими рухами і призводить до тертя вихідної інструментальної поверхні "самої по собі".

Поверхню лопатки описуємо як сплайн NURBS поверхню. Використовуючи функції NURBS поверхні, можемо визначити в будь-якій точці дотичні в U і V нормаль. З деталлю пов'язуємо прямокутну систему координат $X_d Y_d Z_d$, і приймаємо, що F – вісь інструменту; B – точка контакту інструменту з деталлю; A – точка перетину осі інструменту зі сферою інструменту – розрахункова точка для формування траєкторії руху інструменту.

Положення фрези задаємо нахилами в U і V напрямках. Методом векторного перетворення знаходимо положення осі інструменту у вигляді проєкцій одиничного вектора в системі координат деталі. Далі знаходимо координати центру інструменту O і координати розрахункової точки інструменту A . В результаті першого етапу розрахунків отримуємо координати розрахункової точки A на інструменті в системі координат деталі X_a, Y_a, Z_a .

Наступним кроком необхідно перетворити проєкції вектора – осі інструменту в кути поворотних столів верстата, координати розрахункової точки A з системи координат деталі в систему координат верстата з компенсацією збільшень координат, що виникли при поворотах столів. В результаті отримуємо значення кутів поворотних осей і координати розрахункової точки інструменту A .

За цими формулами розраховуються переміщення S_1, S_2 столів A і B , а також переміщення S_3, S_4, S_5 інструменту щодо заготовки, які забезпечують обробку поверхонь пера лопатки.

Параметрами управління законом руху заготовки та інструменту при 5-ти координатному високошвидкісному фрезеруванні можуть бути: геометричні параметри інструменту; кути нахилу інструменту; відстані між точками в напрямку руху; відстань між рядками [1].

Отримані аналітичні залежності для управління процесом формоутворення поверхонь лопаток високошвидкісним фрезеруванням дозволяють розраховувати переміщення робочих столів і інструменту щодо заготовки для забезпечення необхідної точності обробки та розробляти керуючу програму.

Література:

1. Сахнюк Н.В., Грачев Ю.В., Качан А.Я. Определение траектории перемещения заготовки и инструмента для пятикоординатной высокоскоростной обработки поверхностей лопатки компрессора// Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. Запоріжжя. – №2. – 2007. – с. 139-141