

ІНСТРУМЕНТАЛЬНА ОСНАСТКА ДЛЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ

Високошвидкісна обробка (ВШО) – являється прогресивною технологією обробки матеріалів. Вона застосовується в автомобільній, авіаційній та інших галузях машинобудування. Основним принципом ВШО є: малий перетин зрізу матеріалу, що знімається з високою швидкістю різання. Швидкість різання і подача в 5–10 разів вище, ніж при звичайній обробці. Рекомендована глибина різання не повинна перевищувати 10% від діаметра фрези. Перевагами даного виду обробки є висока швидкість різання шпинделя 12–40 тис. хв⁻¹, скорочення часу виробничого циклу на 50 % і більше в порівнянні з звичайною технологією; а також максимальна продуктивність; висока якість оброблюваної поверхні, що прирівнюється до шліфування; обробка деталей малих розмірів включаючи нанотехнології.

Умовою забезпечення успіху ВШО є правильний вибір усіх складових факторів задіяних у цьому процесі – верстат з високоякісним мотор - шпинделем, система ЧПУ з відповідним програмним забезпеченням, різальний інструмент, допоміжний інструмент з системою закріплення різального інструмента, кваліфікація технолога програміста і оператора.

Сучасне верстатобудування забезпечує ВШО за рахунок виготовлення верстатів з особливими характеристиками: висока геометрична точність, висока статична жорсткість, висока динамічна жорсткість, температурна стабільність, гасіння вібрацій, забезпечення вільного сходу стружки. Виконавчі органи верстатів повинні вільно переміщатись без люфтів та скачкоподібних рухів. Верстати оснащують високошвидкісними інструментальними шпинделями, частота обертання яких знаходиться в межах 12 - 40 тис. хв⁻¹. Також шпинделі оснащують різними датчиками для відстеження його положення, температури та вібрацій.

Особливі вимоги також накладаються і на систему ЧПУ, вона повинна забезпечувати високу швидкість перегляду кадрів вперед (100-200 Кадрів / с), для того, щоб встигати зробити розрахунок для гальмування інструмента на підході до точки зміни напрямку руху і розбігу після повороту.

Вплив на ВШО при фрезеруванні здійснює інструментальне оснащення. До інструментального оснащення відносяться різальний інструмент та допоміжний інструмент – інструментальні патрони для закріплення різального інструменту. Виробники різального інструменту випускають для ВШО твердосплавні різальні інструменти, які працюють переважно на великих швидкостях. Для створення подібного інструменту використовуються малодисперсійні тверді сплави та кермети. В якості твердих матеріалів використовують карбід вольфраму (WC як основний компонент), карбід титану (TiC), карбід танталу (TaC), карбід ніобію (NbC), а зв'язуючим елементом служить кобальт (Co). На ряду з твердими сплавами з'явився новий тип сплавів – кермети. Вони мають таку ж структуру, як і тверді сплави. Надмічні компоненти складаються не з WC і (Ti, Ta, W), а з карбонітридів титану з різним вмістом Ta, W і при необхідності Mo і тому дані сплави мають ряд переваг по відношенню до твердих сплавів. Великого значення набувають покриття на різальній частині інструмента. Покриття можуть бути одношаровими і багатошаровими. Застосовуються три технології нанесення покриттів: фізичне осадження з газової фази (PVD); хімічне осадження з газової фази (CVD); хімічне осадження з газової фази плазмовим опроміненням (PACVD). Багатошарові покриття мають низьку ступінь окислення, високу зносостійкість і низький коефіцієнт тертя. Такі структури складаються з комбінації звичайних твердих матеріалів, таких як TiN, Ti(C, N) і Al₂O₃. Подібні покриття можуть бути іноді з 10 і більше шарів, причому окремі шари можуть бути тонше 0,2 мкм. При високій швидкості різання і високих температурах вони мають високу зносостійкість. Використання високих обертів (40 тис. хв⁻¹) передбачає застосування інструментів невеликого діаметра 15-20 мм. Часто для ВШО використовують хвостові фрези (суцільні та з механічним кріпленням пластин), інструменти оснащені кубічним нітридом бору (КНБ), а також інструмент з полікристалічним алмазом.

Застосування даних інструментів на малих швидкостях різання викликає швидке зношення інструменту, але при підвищенні швидкості різання – стійкість інструмента підвищується в рази. Все це заключається в особливому режимі ВШО, коли опір матеріала різанню різко знижується. Через великий об'єм матеріалу, який зрізається при ВШО на великих подачах, потрібно використовувати двозубі фрези для того, щоб стружка могла вільно поміститись в канавці. Також необхідно використовувати спеціальні фрези та різальні пластини з великими значеннями переднього кута. У зв'язку зі зниженням сил різання в процесі ВШО на перший план виходять інші фактори – величина биття фрези, вібрації, інерційні навантаження і сили, стійкість інструмента. Тому необхідно звернути особливу увагу на системи допоміжного інструмента, які забезпечують кріплення фрез. В більшості випадків стійкість інструмента являється напряму пов'язана з величиною биття різальних кромок відносно осі обертання фрези. Биття, яке вимірюється навіть сотими долями міліметра суттєво впливає на стійкість інструмента. При чистових операціях із застосуванням твердосплавних фрез вплив биття особливо великий (на кожні 0,01 мм зменшується стійкість інструмента в 2 рази). Ось чому рівень точності допоміжного інструмента важливий не лише по відношенню до якості обробки, але й до стійкості фрез та продуктивності обробки. Для забезпечення високих вимог ВШО використовуються спеціальні затискні патрони з термозатиском (термопатрон), гідропластовий патрон (Hidro Grip) та гідромеханічний патрон (Gogo Grip).

Патрон з термозатиском. Принцип роботи термопатрона оснований на тепловому розширенні втулки. При затиску інструмента в термопатроні нагрівання та охолодження патрона є визначальними факторами для надійної

фіксації різального інструменту. При нагріванні термпатрон розширюється так, що інструмент можна встановлювати і виймати. При охолодженні він стискається і затискає встановлений інструмент з максимальним зусиллям. Нагрівання термпатрона виконується в спеціальній установці індукційного нагріву. Цей спосіб кріплення є один із самих надійних, як по точності закріплення, так і по зусиллю, що передається. Перевагами даних патронів є максимальна сила затиску; жорсткість закріплення; швидка і легка зміна інструмента; низьке радіальне биття інструмента, яке не перевищує 0,003 мм. Однак дані патрони мають і ряд недоліків: для нагрівання патрона необхідно застосовувати додаткове обладнання; затиск надійний тільки для закріплення твердосплавного інструменту; для використання інструментів із швидкорізальної сталі, коефіцієнт теплового розширення яких відповідає коефіцієнту теплового розширення патрона, нагрів патрона необхідно проводити за спеціальною програмою, а це в свою чергу значно збільшує вартість нагрівальної камери; для закріплення інструментів з різними посадочними розмірами необхідна ціла лінійка патронів; кількість циклів закріплення інструмента обмежена.

Гідропластовий патрон (Hidro Grip). Найбільш ефективним патроном для високошвидкісної обробки фрезеруванням являється гідропластовий патрон (Hidro Grip). Закріплення фрези відбувається за рахунок стиснення гідропласта. Сам гідропласт стискається під дією гідравлічного тиску рідини, яка нагнітається в патрон при закріпленні інструмента поворотом ключа. Патрон Hidro Grip гарантує надійне закріплення інструмента і забезпечує биття різальних кромок в межах декількох мікрометрів. Завдяки балансуванню, надійному закріпленню інструмента і високому зусиллю, що передається дані патрони рекомендуються для використання на частоті до 25 тис. хв⁻¹. Перевагами гідропластових патронів є точне кріплення інструменту з максимальним биттям до 0,003 мм; передача високих крутних моментів за допомогою оптимізованої конструкції гідропластової втулки (високе зусилля затиску); можливе застосування на високих швидкостях різання; відсутність відцентрових сил через відсутність кріпильних елементів; мінімальне биття, що забезпечує низьку шорсткість обробленої поверхні і стабільність розміру; швидка зміна інструменту за допомогою кріпильного гвинта, який легко приводиться в дію; оптимальна стійкість інструмента; гасіння вібрації завдяки гідропластовому середовищі.

Гідромеханічний патрон (Gogo Grip). Характеризується великими зусиллями затиску, передачею високих крутних моментів і високою точністю, що обумовлені особливістю пристрою затиску. Gogo Grip на даний час є найбільш надійною системою кріплення різального інструмента. Високі сили затиску даного патрона створюються зовнішнім гідравлічним насосом, який забезпечує тиск 800 бар. В робочому стані всередині патрона відсутній надлишковий тиск (як в гідропластових патронах). Тиск масла лише переміщає самогальмуючий механізм закріплення. Під впливом високого тиску відбувається переміщення втулок всередині патрона, що надає вплив на тонкостінну внутрішню стінку патрона і в залежності від положення цієї втулки відбувається затискання та розтискання інструмента. Переміщення втулки відбувається по масляному клину, що значно збільшує ресурс патронів. Патрони Gogo Grip виготовляються з високою точністю, завдяки чому радіальне биття, виміряний на відстані трьох діаметрів від торця патрона, становить від 0,002 мкм до 0,006 мкм. Порівняльні характеристики інструментальних патронів по крутному моменту, що передається наведені в таблиця 1.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики патронів по крутному моменту

Крутний момент, Нм	Термопатрон				Hidro Grip				Goro Grip			
	Діаметр хвостовика, мм											
	12	20	25	32	12	20	25	32	12	20	25	32
	50	181	181	651	72	243	243	980	93	440	804	1512

Отже, якщо приділити належну увагу інструментальній оснастці, у багатьох випадках можна підвищити якість обробки, збільшити продуктивність і скоротити при цьому інструментальні витрати на механічну обробку за рахунок збільшення стійкості різальних кромок. Особливо важливо це стає при покупці нового обладнання та при роботі на високих швидкостях.