

ЛЕКЦІЯ 11

ОБРОБКА РІЗАННЯМ ІНСТРУМЕНТОМ З НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ

Однією з основних передумов підвищення якості деталей і точності обробки важкооброблюваних конструкційних матеріалів є створення й ефективне застосування нових надтвердих матеріалів на основі щільних модифікацій нітриду бору. При цьому розширюються технологічні можливості металообробки, повніше використовується верстатний парк, підвищується віддача наукомістких технологій, з'являються основи для високопрецизійних робочих процесів.

Надтверді матеріали на основі щільних модифікацій нітриду бору, дещо поступаючись алмазу за твердістю, характеризуються високою термостійкістю, що досягає 1500 °С, високим опором термічним ударам та циклічним навантаженням, а також слабкою хімічною взаємодією з залізом.

Як підтверджує широка практика, найбільш ефективно застосування лезового інструмента з нітриду бору при обробці загартованих сталей, чавунів різноманітної твердості, наплавлених матеріалів, важкооброблюваних високолегованих сталей та сплавів. Тут переваги надтвердих нітридборних матеріалів реалізуються найбільш повно.

Процес різання лезовим інструментом на основі надтвердих модифікацій нітриду бору істотно відрізняється від процесу різання алмазним інструментом, що визначається його особливими фізико-механічними властивостями.

Особливостями формування обробленої поверхні при лезовій обробці інструментами із нітриду бору є не тільки вплив геометричних параметрів інструмента, але й значною мірою короткочасна ударна дія високої температури та силового фактора. Короткочасність і локальність дії цих факторів впливає на найтонші прошарки поверхні 10–30 мкм. Звідси великі градієнти температур, напружень і можливості фазово-структурних змін в обробленій поверхні.

Експлуатаційні властивості деталей машин, які оброблені

лезовим інструментом з надтвердих матеріалів (НТМ), залежать від шорсткості, твердості й залишкових напруг у поверхневих шарах оброблених деталей. Значення шорсткості, що досягають, поверхні при основних способах обробки лезовим інструментом наведені нижче, мкм:

- точіння чистове 5,0-2,5;
- точіння тонке 1,25-0,32;
- точіння тонке незагартованих сталей 0,5-0,15;
- точіння тонке загартованих сталей 0,25-0,125;
- точіння чистове чавунів сірих 2-0,5;
- точіння тонке високоміцних чавунів 1-0,25;
- фрезерування чистове 2,5-0,63;
- фрезерування тонке 1,25-0,63;
- стругання тонке широкими різцями 2,5-0,63;
- розгортання чистове 1,25-0,63;
- розгортання тонке 0,63-0,32;
- розгортання алмазне чавунів 0,5-0,16.

Мінімальні шорсткості при точінні й фрезеруванні досягаються при використанні інструментів з надтвердих матеріалів на основі нітриду бору.

НТМ виготовляються у вигляді полікристалів діаметром 4-8 і висотою 3,5-8 мм. Найпоширенішими НТМ є ельбор-р, гексаніт-р, белбор, ісмит-1 і ісмит-2. З них виготовляються різного призначення й розмірів збірні токарні різці й торцеві фрези діаметром 80-250 мм. Найбільше поширення одержали збірні конструкції інструментів, в основу яких покладені різцеві вставки.

При лезовій обробці загартованих сталей різцями з ПНТМ у поверхневому прошарку формуються стискуючі залишкові напруги, що підвищують зносостійкість деталей машин. Виявлено однаковий характер залежностей залишкових напружень і мікротвердості від режимів різання при точінні і розточуванні. Розходження лише кількісні: більший вплив глибини різання, підвищений рівень стискуючих напружень і менша глибина їх залягання при розточуванні.

Встановлено, що при розточуванні різцями на основі нітриду бору загартованої сталі максимальні стискуючі напруги вищі і локалізуються ближче до поверхні деталі через силові та

температурні особливості обробки. Вирішальний вплив на залишкові напруги при розточуванні робить силовий чинник, що формує їхній стискуючий характер. Висока температура, що виникає при різанні, діє короткочасно і, проникаючи на незначну глибину, не викликає істотних фазових перетворень у поверхневому прошарку.

Величина і знак залишкових напружень залежать від швидкості різання, подачі, геометрії різця та інших умов, вплив яких виявляється в зміні ролі силового і температурного факторів. Превалююча дія першого призводить до виникнення в поверхневих прошарках стискуючих залишкових напружень, другого – розтягуючих.

Завдяки високій якості процес лезової обробки нітридоборним інструментом є конкурентоспроможним абразивній обробці. На формування мікронерівностей обробленої поверхні найбільше впливають режими різання і знос інструмента, а також твердість оброблюваного металу.

Аналіз параметрів якості поверхневого прошарку і шорсткості поверхні, обробленої розточуванням, дозволив зробити висновок про можливість, а у ряді випадків – доцільність заміни операції внутрішнього шліфування розточуванням отворів у загартованих сталях різцями з Ельбору-Р і Гексаніту-Р.

Дослідження і практика застосування інструмента з надтвердих нітридів бору показують, що технологічні процеси, що базуються на його використанні, дозволяють:

- знизити шорсткість обробленої поверхні до $Ra = 0,08$ мкм і досягти точності обробки 5÷6 квалітету;
- виключити структурні зміни в поверхневому прошарку оброблюваних матеріалів;
- змінити традиційний технологічний процес виготовлення деталей із загартованих сталей (побудувати його за схемою: прецизійні заготівельні операції – термообробка – фінішна обробка);
- підвищити продуктивність обробки в 2÷5 разів порівняно із шліфуванням;

- замінити тверді сплави, що містять вольфрам, на операціях чистового та напівчистового точіння.

Особливо перспективним варто вважати застосування інструмента з нітриду бору при лезовій обробці чавунів, причому, і сирих, і важкооброблюваних – загартованих. Високі різальні властивості нітриду бору при обробці чавунів потребують високої швидкості різання, в іншому випадку він не тільки не довикористовується, але й може при низьких швидкостях різання поступатися твердосплавному інструменту.

Необхідно відзначити обробку наплавлених поверхонь. Обсяги застосування таких деталей зростають безупинно, а обробка традиційними методами не завжди задовольняє вимогам.

Таблиця 1

Режими тонкого точіння та фрезерування інструментом з НТМ

Оброблюваний матеріал	Точіння			Фрезерування		
	V, м/с	S, мм/об	t, мм	V, м/с	S _z , мм/зуб	t, мм
Сталі загартовані, HRC 40-70 (конструкційні, леговані, інструментальні)	0,7-4,5	0,02-0,3	0,05-1,2	1,3-5	0,02-0,15	0,1-2,0
Чавуни сірі ковкі, HB 160-270	5-15	0,04-0,2	0,1-2,0	10-30	0,02-0,1	0,1-2,0
Чавуни високоміцні вибілені, HB 300-600	1,5-5	0,02-0,1	0,1-1,5	1,5-4,5		
Тверді сплави ВК, HRA 88-90	0,13-0,36		0,1-0,8			

Ефективність тонкого точіння залежить від точності верстата. Так, при точінні ступінчастого валика зі сталі Р6М5 62...64HRC або зі сталі ХВГ 60...64HRC перехід від роботи на верстатах з нормальною точністю виконання до верстатів високої точності зменшує висоту мікронерівностей

$Ra = 0,60...1,20$ мкм до $Ra = 0,16...0,30$ мкм, тобто в три-чотири рази. Збільшення твердості стали призводить до зниження величини мікронерівностей. Висока розмірна зносостійкість різців з НТМ і невеликі значення радіальної складової сили різання дозволяють на верстатах високої й особливо високої точності обробляти деталі по 5 і 6 квалітетам точності.

Вплив точіння на якість обробленої поверхні аналогічно впливу фрезерування фрезами з НТМ: зі збільшенням твердості сталі значно знижується величина Ra . Швидкість і глибина різання при фрезеруванні гексанітом-р сталевих деталей з $V < 5$ м/с і $t > 1,0$ мм майже не впливають на шорсткість обробки поверхні. Зі зношуванням зубів фрези величина Ra зростає. Найбільший впливає на шорсткість при фрезеруванні сталі подача на зуб: $Ra = 18 S_Z^{1,22}$ мкм. Аналогічно впливають параметри процесу обробки на шорсткість поверхні деталей із чавуну.

При фрезеруванні відсутні припіки й структурні зміни поверхневого шару деталей. Одержання при фрезеруванні чавуну низької шорсткості дозволяє рекомендувати фрезерування інструментом, оснащеним гексанітом Р, як оздоблювальну операцію замість шліфування.

Торцеві фрези з ножами з НТМ застосовуються для чистової обробки, у зв'язку із чим пред'являються високі вимоги до величини торцевого й радіального биття різальних крайок, які після заточення не повинні перевищувати $0,02...0...0,04$ мм. Ця вимога забезпечується заточенням фрез в зборі. Значно впливає на якість обробки перпендикулярність зачисної крайки до осі фрези. Відхилення кута її розташування навіть на 1° призводить до збільшення висоти мікронерівностей на 6 мкм, що при чистовому або тонкому фрезеруванні неприпустимо.

2. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Ефективне застосування нових надтвердих матеріалів на основі щільних модифікацій нітриду бору.

2. Ефективне застосування лезового інструмента з нітриду бору при обробці загартованих сталей, чавунів різноманітної твердості, наплавлених матеріалів, важкооброблюваних

високолегованих сталей та сплавів.

3. Особливості формування обробленої поверхні при лезовій обробці інструментами із нітриду бору.

4. Значення шорсткості оброблених поверхонь при основних способах обробки лезовим інструментом із НТМ.

5. Режими тонкого точіння та фрезерування інструментом із НТМ.

6. Якісні характеристик деталей після обробки інструментами із НТМ.