

ВИКОРИСТАННЯ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ У ПРЕЦИЗІЙНІЙ ОБРОБЦІ ДЕТАЛЕЙ

Сучасна прецизійна обробка вимагає надзвичайно високої точності, стабільності та чистоти поверхні деталей. Досягнення таких параметрів стало можливим завдяки впровадженню надтвердих матеріалів, які істотно підвищують ефективність процесів різання, шліфування та полірування. Їх використання дозволяє зменшити зношування інструменту, забезпечити стабільність геометричних параметрів деталей і покращити якість обробленої поверхні.

Надтверді матеріали, такі як синтетичний алмаз, кубічний нітрид бору (cBN), карбід бору та надтверді композиції, мають виняткові фізико-механічні властивості: високу твердість, зносостійкість, теплопровідність і хімічну інертність. Завдяки цьому вони застосовуються у виробництві різального та шліфувального інструменту для обробки високолегованих сталей, кераміки, карбідів та інших важкооброблюваних матеріалів.

Застосування надтвердих матеріалів у прецизійній обробці дозволяє реалізувати такі технологічні процеси, як надтонке шліфування, доведення та полірування із досягненням шорсткості поверхні $Ra < 0,05$ мкм. Особливе значення мають алмазні абразиви, що використовуються у вигляді кругів, паст та суспензій для кінцевого доведення поверхонь оптичних, вимірювальних та мікромеханічних деталей [1].

У конструкції різального інструменту з надтвердих матеріалів важливим є питання тепловідведення, мікрогеометрії різальної кромки та адгезії між основою і надтвердим шаром. Для підвищення зносостійкості широко застосовуються комбіновані інструменти, у яких робоча частина виготовляється з надтвердого матеріалу, а корпус – зі сталі або твердого сплаву. Технології нанесення надтвердих покриттів (CVD, PVD) дозволяють отримувати тонкі шари з алмазоподібного вуглецю (DLC), що забезпечують високу твердість і низьке тертя.

Використання комп'ютерного моделювання (CAD/CAE/CAM) у поєднанні з числовим програмним керуванням забезпечує високу точність геометрії інструментів і стабільність параметрів обробки. Завдяки цьому досягається підвищення точності виготовлення деталей до 1-2 мкм, що є критичним для авіаційного, оптичного, медичного та електронного машинобудування. Отже, надтверді матеріали є ключовим чинником розвитку сучасних технологій прецизійної обробки. Їх застосування сприяє зниженню собівартості виробництва, підвищенню ресурсу інструментів та забезпеченню високої якості готових деталей. Нинішні дослідження спрямовані на створення наноструктурованих композиційних надтвердих матеріалів, здатних поєднувати високу твердість з підвищеною ударною в'язкістю. Іншим перспективним напрямом є адитивне нанесення тонких надтвердих покриттів на різальні елементи інструмента, що забезпечує їх довговічність і зменшує схильність до сколювання. Також активно розвиваються технології лазерного модифікування поверхні інструментів, а також системи інтелектуального керування процесами прецизійної обробки, що дозволяють адаптивно регулювати режими різання залежно від умов навантаження та стану інструмента.

Надтверді інструменти дозволяють реалізовувати мікроточіння та наношліфування поверхонь, де глибина різання не перевищує кількох десятків нанометрів. Ці процеси є основою для формування оптичних поверхонь, лінз, дзеркал, елементів мікромеханічних систем.

Алмазне різання використовується при виготовленні деталей із кристалічного кремнію, оптичного скла, сапфіру та тугоплавких металів. Висока стабільність параметрів різального інструмента забезпечує відсутність мікротріщин і хвилястості поверхні, що є вирішальним чинником при виготовленні високоточних вузлів і систем позиціонування. Разом з тим, до важливих властивостей можна віднести високу твердість, низький коефіцієнт тертя, висока термостійкість і хімічна інертність. Структура надтвердих матеріалів визначається щільною кристалічною решіткою, що забезпечує їхню стабільність під екстремальними навантаженнями [2].

Використання надтвердих матеріалів у прецизійній обробці є одним із найефективніших способів забезпечення високої точності та якості оброблених поверхонь. Поєднання унікальних властивостей надтвердих матеріалів із сучасними технологічними підходами відкриває нові можливості для розвитку високоточного машинобудування. Подальші дослідження у цій сфері сприятимуть підвищенню ефективності виробництва, зменшенню енергозатрат і забезпеченню стабільної якості продукції.

Список літератури:

1. Поляков В.П. Надтверді матеріали у машинобудуванні. Київ: Либідь. 2017. 184 с.
2. Косенко І.О. Технології прецизійної обробки. Харків: НТУ «ХПІ». 2020. 198 с.