УДК 621.941.01

О.Д. Євдокимов, аспірант,
В.О. Колесник, к.т.н.,
Сумський державний університет

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НІКЕЛЕВОГО СПЛАВУ INCONEL 718

Inconel 718 - це високоякісний сплав на основі нікелю, що широко використовується у машинобудуванні. Основними його перевагами є висока жаростійкість, твердість, стійкість до корозії. Завдяки своїм властивостям він застосовується у авіаційних та ракетних двигунах, газових турбінах, космічних апаратах, автомобільній промисловості та нафтопереробній промисловості. З ростом попиту зростає і попит на обробку цього типу матеріалу. Підвищити продуктивність обробки сплаву можна за рахунок використання покриттів ріжучих пластин, застосування більш ефективних методів охолодження та охолоджуючих рідин. Актуальним є дослідження фізики процесу обробки (дослідження температури, сил різання, стружкоутворення), завдяки чому можна оптимізувати режими обробки та вдосконалити геометрію ріжучого інструменту під певні потреби. Крім того значний вплив на продуктивність обробки має матеріал ріжучого інструменту. Оскільки до складу сплаву входить нікель це підвищує його жаростійкість в процесі експлуатації але разом з тим суттєво впливає на температуру різання суттєво знижуючи температурну стійкість різального інструменту. Основними вимогами до будь-якого матеріалу ріжучого інструменту, що використовується для токарної обробки сплавів на основі нікелю є хороша зносостійкість, висока твердість та міцність, хімічна стабільність при підвищеній температурі. Для токарної обробки Inconel 718 найчастіше використовують такі матеріали ріжучих пластин: Тверді сплави, CBN (кубічний нітрид бору), PCBN (полікристалічний кубічний нітрид бору) та кераміка.

Твердий сплав (WC-Co) є найпоширенішим матеріалом для виготовлення різальних інструментів у промисловості. Переваги цього типу матеріалу для різання включають відносно низьку вартість, високу міцність та теплопровідність. Завдяки термохімічній стабільності, він досить добре підходить для обробки Inconel 718, але обмежений діапазоном швидкостей різання від 30 м/хв до 70 м/хв. Використання твердого сплаву при швидкостях різання та подачах, що перевищують рекомендовані, скорочує термін служби інструменту, що в свою чергу робить його непридатним для високошвидкісної токарної обробки.

Кубічний нітрид бору (CBN) - один із найтвердіших матеріалів, що зазвичай використовується для чорнової обробки загартованих сплавів та чавуну. Кубічний нітрид бору (CBN) може обробляти нікелеві суперсплави з твердістю понад 35 HRC при швидкостях різання від 200 до 350 м/хв. CBN має високу теплопровідність, стійкість до високих температур та термічну стабільність. Значним недоліком інструменту з кубічного нітриду бору є його вартість, що в приблизно десять раз більша за інструмент з твердого сплаву або кераміки. Це обмежує застосування цього типу матеріалу для промислової обробки Inconel 718.

Полікристалічний кубічний нітрид бору (PCBN) матеріал що створено на основі кубічного нітриду бору в поєднанні з керамікою, такою як TiN або TiCN. Кераміка виступає як зв'язуючий матеріал для кристалів CBN. Ріжучі пластини з PCBN поділяються на два типи - з низьким вмістом кубічного нітриду бору CBN (40-70%) та з високим вмістом CBN (85-90%). Пластини з PCBN можуть витримувати температури різання понад 1000 °C, а ріжучий клин може бути гострішим завдяки покращеній міцності інструментів PCBN. Це робить їх гарним вибором для чистових та фінішних операцій обробки Inconel 718, та дозволяє застосовувати цей тип інструментального матеріалу при вищих швидкостях різання, ніж твердосплавні та керамічні інструменти. Під час обробки інструментом PCBN оброблена поверхня має більш однорідну якість та кращу шорсткість. Суттєвим недоліком цього типу інструментів є їх висока вартість (у порівнянні з твердосплавним інструментом та керамікою), але вона нижча, ніж вартість інструментів CBN.

Кераміка в основному використовується для обробки твердих матеріалів в промисловості завдяки її унікальним механічним властивостям. Висока термостійкість керамічних інструментів робить їх вдалим вибором для високошвидкісної обробки матеріалів з високою корозійною стійкістю та твердістю. У порівнянні з твердосплавними пластинами, вони мають довший термін служби. Керамічні інструменти на основі оксиду алюмінію (Al_2O_3) та нітриду кремнію (Si_3N_4) підходять для обробки нікелевих сплавів та Inconel 718. Твердість кераміки Al_2O_3 може бути підвищена за допомогою додавання ZrO2, а термічна стійкість - за допомогою додавання TiC та TiN. Оксид алюмінію у поєднанні з TiC покращує термічні властивості ріжучого інструменту. Глиноземна кераміка (Al_2O_3 + SiC) з підсиленням волокнами може досягати швидкостей різання від 200 до 750 м/хв.

Література:

1. Yevdokymov, O.; Kolesnyk, V.; Peterka, J.; Vopat, T.; Gupta, M.K.; Lisovenko, D.; Dovhopolov, A. Pareto Analysis of Machining Factors Significance When Turning of Nickel-Based Superalloy Inconel 718. Metals 2023, 13, 1354.