

УДК 621.941.01.

О.І. Лисак, Л.М. Данилова

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Вплив зносу інструменту на шорсткість поверхні при токарному обробленні

Шорсткість поверхні оброблюваних деталей - важливий критерій якості деталей машин. Вироби з низькою шорсткістю поверхні покращують функціональні можливості і надійність роботи машин. Шорсткість поверхні впливає на основні властивості деталей, такі як втомна міцність, корозійна стійкість, границя повзучості і зносостійкість. Існує пряма залежність між параметрами різання при механічному обробленні і шорсткістю поверхні.

Досліджено вплив швидкості різання і подачі при обробленні валу турбіни. У дослідженні при різанні твердосплавними інструментами без покриття утворились залишкові напруги розтягування на поверхні деталі і стиснення під поверхнею. Також слід зазначити, що більш високі швидкості різання і подачі створюють і більші залишкові напруги. Результати також показали, що різальні інструменти з покриттям в порівнянні з різальними інструментами без покриття перетворюють залишкові напруження із стискаючих в розтягувальні поверхневі напруги. Крім порівняння інструментів з покриттям і без покриття, порівнювалися між собою різні типи покриттів і спостерігались індивідуальні ефекти кожного покриття в операціях механічної обробки.

Для дослідження ефектів впливу різального інструменту, використовувалися твердосплавні пластини з різними радіусами при вершині і різними покриттями. Радіус вершини пластини r варіювався таким чином: 0,4, 0,8 і 1,2 мм. Також в експериментах використовувалися дві різні подачі s : 0,15 і 0,20 мм /об. Постійними параметрами в експериментах залишалися швидкість різання $V = 50$ м/хв і глибина різання $h = 0,25$ мм. Після завершення експериментів шорсткість поверхні заготовки була виміряна на різних ділянках поверхні з використанням профілометра [1].

Відомо, що радіус при вершині пластини є найбільш важливим фактором впливу на якість поверхні серед різних факторів.

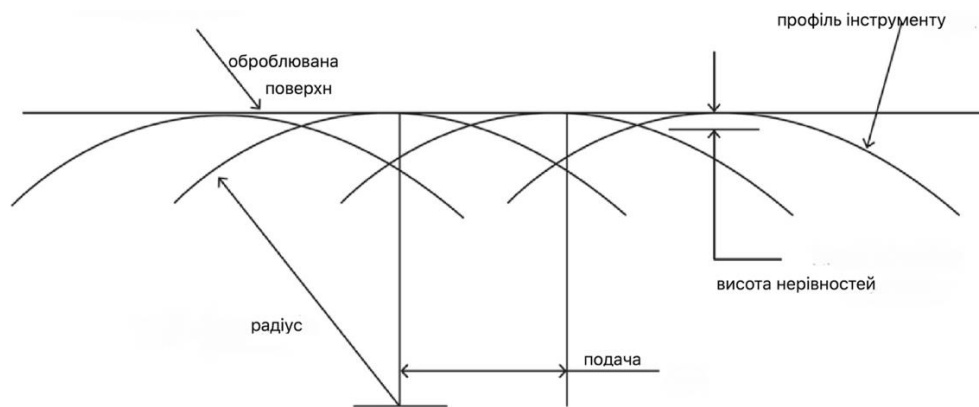


Рис. 1. Вплив радіуса при вершині різця на шорсткість поверхні

Покриття на різальних інструментах дуже корисні, тому що вони безпосередньо впливають на взаємодію між різальним інструментом і стружкою при виконанні операцій різання. При підвищених температурах різання на різальні інструменти наносяться різні типи покриттів для підвищення зносостійкості і запобігання явища прилипання. Покриття також є термобар'єром, що призводить до зниження температури різальних інструментів. Грунтуючись на результатах експериментів, покриття PVD (Physical Vapor Deposition - фізичне осадження з парової фази) забезпечує більш гладку поверхню для заготовки, ніж покриття MT-CVD (MT-CVD, коли перший шар наносять за знижених 700°C температур і при цьому не виникає умов для дифузії компонентів основи покриття), хоча відносний вплив покриття на шорсткість поверхні низький по відношенню інших чинників, обидва методи покриття мають корисні результати в порівнянні з пластинами без покриття, такі як зменшення тертя і сили різання. На додаток до цього, PVD-покриття демонструє кращі результати, ніж його аналог з CVD-покриттям, з точки зору тертя. Крім того, здатність покривати гострі кромки пластин завдяки відносній товщині покриття PVD в порівнянні з покриттям CVD, забезпечує подальше зниження сил різання. Закруглення різальної кромки завдяки багат шаровості на інструменті з покриттям CVD пояснює гіршу чистоту поверхні в порівнянні з більш тонким шаром на інструменті з покриттям PVD. Висока шорсткість поверхні заготовки безпосередньо пов'язана з великим радіусом кромки у інструментів з покриттям, що призводить до затуплення різальної кромки. З іншого боку, матеріали покриття визначають знос різальних інструментів і як наслідок шорсткість поверхні заготовки. Покриття на основі оксиду алюмінію забезпечують чудові високотемпературні властивості за рахунок низької

теплопровідності, запобігаючи розсіюванню тепла, що виділяється на різальній пластині і знижуючи швидкість зносу пластини. Однак шари покриття TiC і TiN, як і в пластини з покриттям MT-CVD, призводять до збільшення теплопровідності, що збільшує швидкість зносу різального інструменту. Крім теплових властивостей, покриття TiAlN (тітан алюміній нітрид) по твердості перевершує інші матеріали покриттів, і тому таке покриття підвищує зносостійкість вставок. Беручи до уваги всі ці факти, пластини з PVD-покриттям поступаються по зносостійкості пластин з покриттям MT-CVD. На рис. 2 показані сліди зносу на різних пластинах, що застосовуються при різанні. Очевидно, що сліди зносу на пластинах з покриттям MT-CVD більш помітні в порівнянні з пластинами з покриттям PVD для кожного режиму різання. Також слід зазначити, що це знос кратерного типу через абразивне тертя. Покриття TiAlN знижує тертя, що демонструє високу зносостійкість при токарних операціях пластин з PVD-покриттям. В результаті можна зробити висновок, що покриття TiAlN методом PVD забезпечує поліпшену зносостійкість різальних інструментів і якість поверхні деталі ніж у MT -CVD [2].

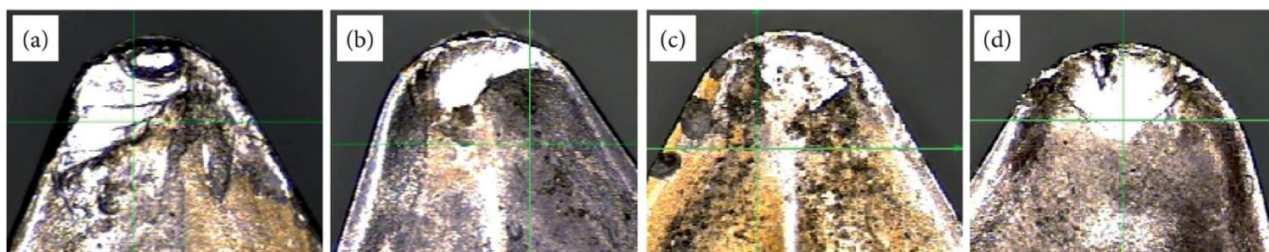


Рис. 2. Знос пластин при подачі $s = 0,20$ мм /об;

(A) середньо температурне хімічне осадження парів (MT-CVD) / радіус: 0,4 мм,
(b) фізичне осадження парів (PVD) / радіус: 0,4 мм, (c) MT-CVD / радіус: 0,8
мм, і (d) PVD / радіус: 0,8 мм.

У даній роботі була досліджена токарна обробка з точки зору якості поверхні заготовки і зносу різальних інструментів. Дослідження показує взаємозв'язок між вихідними і вхідними параметрами, такими як подача, радіус при вершині пластини і метод нанесення покриття. Обрані методи нанесення покриття – це методи MT-CVD і PVD і, крім цього, розглядалась роль різних матеріалів покриття – багат шарове покриття TiCN / Al₂O₃ / TiN і одношарове TiAlN на карбідній основі. Грунтуючись на результатах, можна зазначити що вплив радіуса при вершині пластини, подачі і типу покриття

пластини визначені як 77%, 19% і 4% відповідно. З цієї точки зору радіус вершини пластини має найбільший вплив на шорсткість поверхні заготовки. Подача також має великий вплив, в той час як покриття пластини впливає на якість поверхні деталі менше.

Висновки. Результати показують, що шорсткість поверхні знижується при низьких подачах. Крім того, пластини, покриті TiAlN методом PVD, забезпечували кращу чистоту поверхні в порівнянні з пластинами, покритими методом MT-CVD. Було також виявлено, що якість поверхні пов'язана зі швидкістю зносу різальних інструментів, а це означає, що шорсткість поверхні збільшується зі збільшенням швидкості зносу пластин. Таким чином, було детально досліджено вплив параметрів інструменту, таких як радіус вершини пластини і покриття пластини на якість обробленої поверхні.

Література

1. Gürgen, Selim, Tali, Dinçer and Kushan, Melih Cemal An Investigation on Surface Roughness and Tool Wear in Turning Operation of Inconel 718. *J. Aerosp. Technol. Manag.*, 2019, vol.11. ISSN 2175-9146
2. Abbas A, Pimenov D, Erdakov I, Taha M, El Rayes M, Soliman M (2018a) Artificial Intelligence Monitoring of Hardening Methods and Cutting Conditions and Their Effects on Surface Roughness, Performance, and Finish Turning Costs of Solid-State Recycled Aluminum Alloy 6061 Chips. *Metals* 8(6):394.