

УДК 621.7

С. Огнар'ов, магістрант

О. Скібінський, канд. техн. наук, доцент

В. Селєхова, асистент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ ШВИДКІСНОМУ ТОЧІННІ КЕРАМІЧНОЮ ПЛАСТИНОЮ З ВАЙПЕР ГЕОМЕТРІЄЮ НА ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ ОБРОБЛЮВАНОЇ ПОВЕРХНІ

У статті розглянуто сутність швидкісного точіння, як прогресивного методу металообробки, а також вайпер геометрію різальної пластини. Досліджено вплив швидкості, подачі та глибини різання при швидкісному точінні різцем із керамічною різальною пластинкою з вайпер геометрією на шорсткість оброблюваної поверхні.

**швидкісне точіння, вайпер геометрія, кераміка, подача, шорсткість**

**Постановка проблеми.** Швидкісне точіння (high-speed turning) – це спосіб механічної обробки матеріалів, який здійснюється із підвищеною швидкістю різання, яка в 5 і вище разів перевищує швидкість звичайного точіння. Збільшення швидкості різання зменшує час контакту стружки із передньою поверхнею інструмента, при цьому кількість тепла, яка надходить від частинок стружки до різального інструменту буде меншою. Крім цього при швидкісному точінні кількість тепла, яке надходить в заготовку також зменшується, тому даний спосіб обробки можна використовувати для термооброблених деталей уникаючи відпуску поверхневого шару матеріалу.

Для здійснення точіння з високою швидкістю необхідно застосовувати інструментальні матеріали підвищеної міцності та зносостійкості, наприклад мінералокераміка (кермети) на основі оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ), або на основі нітриду кремнію ( $Si_3N_4$ ), а також надтверді матеріали на основі кубічного нітриду бору (CBN).

Твердість керамічних пластин на основі оксиду алюмінію складає HV 1800-2100 і їх використовують для швидкісного точіння загартованих сталей зі швидкостями 85-458 м/хв. Використання зазначеного різального матеріалу забезпечує опір окисленню та температурну стабільність обробки.  $Al_2O_3$  має дрібнозернисту структуру, тому є більш жорстким матеріалом. Твердість керамічних пластин на основі нітриду кремнію складає HV 1600-1900 і вони призначені для точіння на швидкостях 110-650 м/хв. В'язкість нітриду кремнію більша ніж оксиду алюмінію.

Для забезпечення підвищеної міцності та стійкості різальної кромки, зменшення ефекту наростоутворення, викришування, підвищення швидкості різання на поверхню різальних пластин наносять спеціальні покриття способом фізичного осадження парів металів (метод PVD). Використання у якості покриття різальної пластини нітриду титану (TiN) підвищує твердість до HV 2200, а використання карбонітриду титану (TiCN) – до HV 3000.

Полікристалічний кубічний нітрид бору по твердості наближається до алмазу і має твердість HV 4500-4900 та високу стійкість до температурних навантажень, як правило використовується при обробці матеріалів з високою твердістю 52...75 HRC та швидкостях різання 75-260 м/хв.

При здійсненні механічної обробки, у зв'язку із тертям різальної кромки об заготовку, відбувається процес нагрівання різальної пластини. Кераміка проявляє значно кращі показники твердості при нагріванні до 1000°C, забезпечуючи 55% від твердості за кімнатної температури у випадку сплаву на основі оксиду алюмінію [6]. Кераміка на основі нітриду кремнію, натомість, зберігає 73% своєї твердості. Це відрізняється від керметів, де цей показник становить лише 40%.

Щодо шорсткості поверхні, отриманої швидкісним точінням різцем з керамічною пластиною, вона знаходиться в межах Ra 0,1-1 мкм. Це свідчить про можливість заміни шліфувальних операцій на швидкісне точіння.

Сучасні виробники різального інструменту пропонують вдосконалену геометрію різальної пластини - вайпер (Wiper). Вайпер це геометрія різальної пластини, яка має зачисну кромку для поліпшення шорсткості обробки. Довжина активної частини різальної кромки пластини з вайпер геометрією більша, ніж у стандартної пластини з радіусом при вершині різця. Це пояснюється наявністю радіусу при вершині різця та довжини двох зачисних кромки. Збільшення довжини активної частини різальної кромки сприяє покращенню якості обробленої поверхні.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багато наукових праць приділяють увагу дослідженню впливу режимів різання на шорсткість обробленої поверхні при точінні керамічними пластинами. У проведених дослідженнях [3, 4] експериментально визначено залежність шорсткості обробленої поверхні загартованої сталі від параметрів різання. Виконується порівняння чистоти поверхні, отриманою під час точіння пластиною звичайної геометрії із радіусом при вершині різця. Проте, обробка на режимах швидкісного точіння вимагає додаткових досліджень.

Метою цього дослідження є визначення впливу показників режимів різання на шорсткість оброблюваної поверхні під час швидкісного точіння керамічною пластиною з вайпер геометрією. Для досягнення поставленої мети була визначена програма дослідження, яка включає в себе такі завдання:

- Встановлення факторів, які можуть мати вплив на досліджуваний параметр.
- Визначення меж варіювання.
- Реалізація швидкісної токарної обробки.
- Обробка експериментальних даних.

*Об'єктом дослідження* є швидкісне точіння загартованих сталей різальним інструментом із керамічною пластиною з вайпер геометрією.

*Предметом дослідження* є вплив режимів різання на якість обробки при точінні пластиною з вайпер геометрією.

**Виклад основного матеріалу.** Виявлено, що вайпер геометрія забезпечує однакову шорсткість обробки при точінні стандартною пластиною із радіусом при вершині різця, порівняно з обробкою пластиною із вайпер геометрією при подвоєному значенні подачі. Однак, якщо токарну обробку виконувати обома пластинами з однаковою подачею, вайпер геометрія забезпечує вдвічі менші значення шорсткості [1].

Для виявлення впливу режимів різання на шорсткість обробленої поверхні при швидкісному точінні пластиною з вайпер геометрією, були проведені експериментальні дослідження. Заготовкою обрано пруток зі сталі 38ХМЮА, загартованої до твердості HRC 30, з діаметром 35 мм та довжиною 200 мм. Різальний інструмент включає різець із різальною пластиною з кераміки із оксиду алюмінію та покриттям нітридом титану TiN, з вайпер геометрією. Дослідження проводились на токарному верстаті із ЧПУ, який має максимальну частоту обертання 6000 об/хв.

В експерименті варіювались такі параметри:

- подача (s) в межах 0,05-0,35 мм/об.;
- швидкість (V) в межах 140-220 м/хв.;
- глибина різання (t) в межах 0,1-0,3 мм.

Шорсткість обробленої поверхні вимірювалась за допомогою профілографічного профілометра, а отримані дані оброблялись в програмному продукті Statgraphics. Результати експериментів, зокрема вплив подачі, швидкості та глибини різання на шорсткість, представлені в таблиці 1.

**Таблиця 1 - Матриця планування експериментальних досліджень з результатами проведених експериментів**

№ п/п	Replicate	X1 (s, мм/об)	X2 (V, м/хв.)	X3 (t, мм)	Y (Ra, мкм)
1	1	0,05	140	0,1	0,32
2	1	0,35	140	0,1	0,53
3	1	0,05	220	0,3	0,24
4	1	0,35	220	0,3	0,59
5	1	0,05	180	0,2	0,39
6	1	0,3	180	0,2	0,62
7	1	0,2	140	0,1	0,43
8	1	0,2	220	0,2	0,45
9	1	0,2	180	0,1	0,53
10	1	0,2	180	0,3	0,54

У відповідності до результатів експериментальних досліджень, найбільший вплив на шорсткість оброблених поверхонь має подача  $s$ . Глибина різання  $t$  та швидкість обробки  $v$  мають незначний вплив.

На рисунку 1 представлена поверхня відгуку впливу на шорсткість обробленої поверхні таких факторів, як швидкість різання  $v$ , та подача  $s$ .

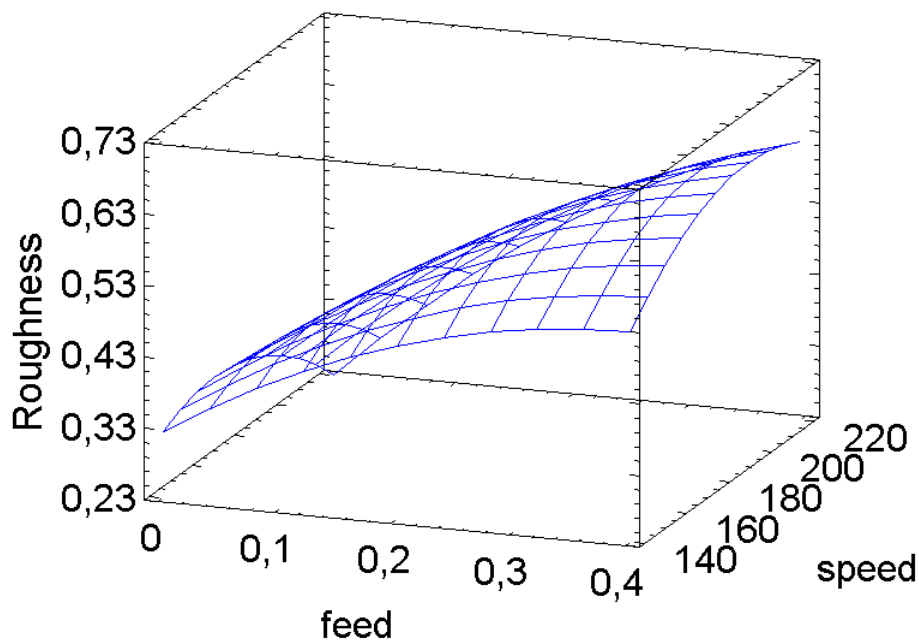


Рисунок 1 – Поверхня відгуку впливу на шорсткість обробленої поверхні таких факторів, як швидкість різання  $v$ , та подача  $s$

**Висновок.** У статті розглядається суть швидкісного точіння та геометрія вайпер різальної пластини. Досліджено вплив параметрів, таких як швидкість різання, подача та глибина різання, на шорсткість обробленої поверхні загартованої сталі під час швидкісного точіння різцем із керамічною різальною пластинкою з вайпер геометрією. Експериментально встановлено, що подача має значний вплив на показник шорсткості обробленої поверхні, тоді як швидкість різання виявляє менший вплив. Збільшення подачі призводить до покращення

стійкості інструмента, зменшуючи час контакту різальної пластини з заготовкою. Керамічні різальні пластини з вайпер геометрією дозволяють точити загартовані сталі на високих швидкісних режимах, забезпечуючи при цьому високу якість обробленої поверхні. Такі пластини сприяють підвищенню продуктивності обробки шляхом скорочення машинного часу.

### Список літератури

1. Бондар Д.С. Токарні пластини із вайпер-геометрією / Д.С. Бондар, Н.О. Балицька, Л.Є. Глембоцька // *Машинобудування і комп'ютерні технології*. – Житомир: ДУ«ЖП», 2019. – С. 44.
2. Aslantas K. Tool Life And Wear Mechanism Of Coated And Uncoated Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiCN Mixed Ceramic tools In Turning Hardened alloy steel / K. Aslantas, I.Ucun, A. Cicek // *WEAR - An International journal of science and technology of friction, lubrication and wear*. – Elsevier, 2012. – Vol. 274-275. - P. 442-451.
3. Grzesik W. Surface finish generated in hard turning of quenched alloy steel parts using conventional and wiper ceramic inserts / W. Grzesik, T. Wanat // *International Journal of Machine Tools & Manufacture*. – UK: 2006. – Vol. 46. – P. 1989-1995.
4. Samardžiová M. Development of surface roughness in hard turning of 100CR6 using mixed ceramic cutting tool with wiper geometry and conventional geometry / M. Samardžiová, M. Neslušán // *Research papers Faculty of materials science and technology in trnava*. – Bratislava: SUTUB, 2013. – Vol. 21. – P. 193-198.
5. Sanchit K.K. Effect of High Speed Machining on Surface Roughness Characteristics Ra, Rq, RZ / K.K. Sanchit, G. Piyush, P.S. Jaiinder, G.S. Phull // *15th International Conference on Materials Processing and Characterization (ICMPC 2023)*. - EDP Sciences, 2023. – Vol. 430. – P. 14.
6. Two reasons why ceramic tool materials can be used to machine in high-speed conditions: веб-сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/two-reasons-why-ceramic-tool-materials-can-used-machine-cymge> (дата звернення: 26.12.2023).