

**В.С. Майборода, д.т.н., проф.
Д.В. Тарган, студ.**

Національний технічний університет України «КПІ»

ВПЛИВ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА МІКРОГЕОМЕТРІЮ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МІТЧИКІВ ЗІ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ

Метою роботи було визначення впливу магнітно-абразивного оброблення (МАО) на параметри мікрогеометрії робочих поверхонь, твердість мітчиків, виготовлених із швидкорізальної сталі, а також на їх працездатність. Експериментальні дослідження виконували на мітчиках М10 на експериментальному верстаті з кільцевим розташуванням робочої зони. Оброблення виконували із застосуванням магнітно-абразивних порошків різного складу та розміру частинок. Встановлено, що після МАО мітчиків, сформовано радіуси заокруглення різальних кромки з величиною 15–20 мкм. Показано, що як збільшення величини радіусів кромки, так і збільшення поверхневої твердості суттєво залежать від складу магнітно-абразивного інструменту і типу магнітно-абразивного порошку. Експлуатаційні випробування мітчиків на стійкість до і після МАО показали її зростання до 3 разів. Найкращі результати отримано на мітчиках після МАО порошком ПР Р6М5 з округлою формою частинок в умовах забезпечення переважного пластичного деформування поверхневого шару. Отримані результати дають змогу рекомендувати використання МАО для підвищення якості осового різьбонарізного інструменту.

Ключові слова: *метод фінішного оброблення; магнітно-абразивне оброблення; мікрогеометрія робочих поверхонь; мітчик; різальна кромка; твердість; стійкість; округлення різальної кромки.*

Постановка проблеми. В зв'язку з прискореним темпом розвитку техніки та сучасного автоматизованого виробництва, застосуванням високошвидкісних методів різання, тисків, температур, агресивних середовищ, актуальним є підвищення ефективності і надійності технологічного процесу, які значно залежать від експлуатаційних властивостей різального інструменту (РІ) та його якості. Якість будь-якого інструменту, значною мірою, залежить від форми його різальних кромки (РК), шорсткості та фізико-механічних характеристик поверхневих шарів робочих елементів. Для вирішення цих проблем застосовують нові сучасні технології в інструментальному виробництві на фінішних етапах виготовлення з метою забезпечення оптимального поєднання мікрогеометрії робочих поверхонь, фізико-механічних властивостей поверхневих шарів,

величини та форми округлення РК на всіх елементах, що беруть активну участь у різанні. Існує ряд сучасних методів фінішного оброблення, але жоден з них не вирішує всі проблеми одночасно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Забезпечення відповідної якості РІ на фінішних етапах виготовлення досягається використанням методів оброблення, які забезпечують одночасне зміцнення, формування мікрогеометричних характеристик, а також полірування робочих поверхонь. Одним з перспективних методів фінішного оброблення РІ є метод MAO, що виконується в умовах великих магнітних щілин [1, 4]. Магнітно-абразивне оброблення РІ є сучасним та ефективним методом оброблення, що забезпечує досягнення зазначених вище параметрів і в особливості формує необхідні величини радіусів округлення РК. Значна кількість робіт присвячена дослідженню впливу процесу MAO на характеристики різальних інструментів, а саме свердел [4], кінцевих фрез [9, 10], мітчиків [1, 5], розверток [2]. Було показано, що після MAO збільшується твердість поверхонь, формується сприятливий напружений стан поверхневого шару, знижується шорсткість поверхонь, формується рівномірний радіус округлення РК зі сприятливою формою. Проте існує мало інформації про оброблення мітчиків в умовах великих магнітних щілин кільцевого типу та вплив процесу MAO на їх експлуатаційні характеристики.

Метою даної роботи є дослідження впливу магнітно-абразивного оброблення на параметри мікрогеометрії робочих поверхонь, твердість мітчиків зі швидкорізальної сталі, а також на їх працездатність.

Умови проведення експериментальних досліджень. Експериментальні дослідження виконували на мітчиках M10 з підточенням передньої поверхні, виготовлених зі швидкорізальної сталі. Зазначимо, що у вихідному стані на зубцях мітчиків мають місце задирки на передній поверхні, які утворюються при його заточуванні. Твердість поверхневого шару робочих елементів мітчиків складає $HV = 9$ ГПа.

MAO виконували на експериментальному верстаті [4], який забезпечує можливість обертання виробів з реверсом навколо осі кільцевої ванни (КВ) з регульованою швидкістю, реверсне обертання інструменту навколо власної осі, можливість змінного кутового базування оброблювальних деталей в робочій зоні відносно площини кільцевої ванни – р – та базування деталі відносно дотичної до кола обертання навколо осі кільцевої ванни – q. Оброблення виконували із застосуванням магнітно-абразивних порошоків: Полімам-М з розміром частинок 400/315 мкм, Царамам 630/400 мкм, Полімам-Т 400/315 мкм

та ПР Р6М5 200/160 мкм. Як змочувально-охолоджуюче технологічне середовище використовували олійну рідину марки АСФОЛ. Швидкість руху деталі вздовж кільцевої ванни 2,5 м/с, швидкість обертання навколо власної осі – 300 об./хв. Величина магнітної індукції у вільній від магнітно-абразивного порошку робочій щілині складала 0,25 Тл. Кути базування мітчиків у робочій зоні [3]: кут $p = 45^\circ$, кут $q = 25^\circ$. Для відновлення форми магнітно-абразивного інструменту в процесі оброблення використовували відновлювальний стрижневий елемент (ВСЕ) з немагнітного матеріалу діаметром 8 мм, умови базування якого відповідали рекомендаціям, наведеним у [3]. Оброблення виконували в 3 етапи. Загальний час одного етапу складав 90 с, з них 60 с в режимі «стікання» і обертання проти годинникової стрілки навколо власної осі та 30 с без ВСЕ в режимі «натікання» і обертання за годинниковою стрілкою.

Вимірювання радіуса округлення різальних кромок виконували на оптичному приладі МікроСАD. Поверхневу твердість мітчиків визначали на мікротвердомірі ПМТ-3 при навантаженні на індентор 1; 1,5 і 2 Н. Вимірювання зношення зубців мітчика здійснювали на інструментальному мікроскопі УІМ-2М.

Нарізання наскрізної різі виконували в спеціально підготовленій плиті товщиною 10 мм, виготовленої зі сталі 20 з твердістю $HV = 1,85$ ГПа на вертикально-свердильному верстаті 2К-13502. Швидкість різання $V = 2,83$ м/хв., подача $S = 1,5$ мм/об.

Результати досліджень. Величина округлення різальних кромок мітчиків в процесі нарізання різі буде суттєво впливати на його працездатність і стійкість [9, 10]. Вплив процесу MAO на зміну величини радіусів округлення РК мітчиків представлено у вигляді гістограми на рисунку 1.

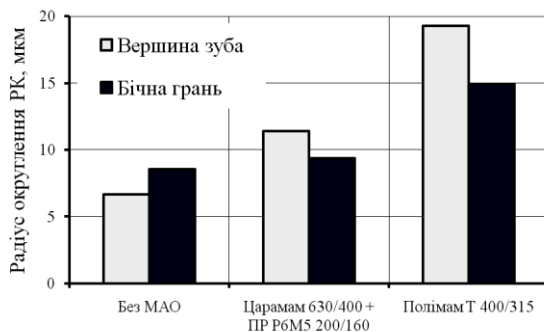
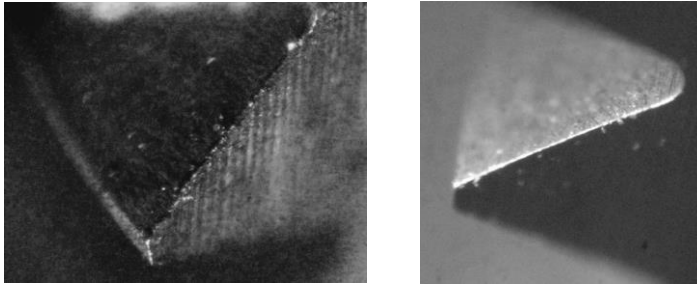


Рис. 1. Радіуси округлення різальних кромок мітчиків

Показано, що MAO мітчиків призводить до збільшення радіуса округлення їх різальних кромки в 2–4 рази, що повинно сприяти підвищенню стійкості інструмента та знизити вірогідність викришування зубців [9, 10] (рис. 2).



До MAO

Після MAO

Рис. 2. Зовнішній вигляд
зубців мітчика до та після MAO

Показано, що MAO із зазначеними вище режимами оброблення забезпечує не лише видалення задирок і мікрозадирок, а й заокруглення різальних кромки до величини радіусів заокруглення на рівні 15–20 мкм.

Дослідження поверхневої твердості мітчиків після MAO порошковими матеріалами різних типів наведено у вигляді гістограм на рисунку 3.

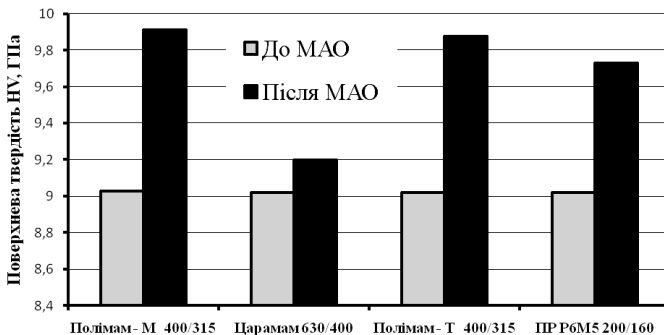


Рис. 3. Поверхнева твердість HV робочої частини мітчиків
до та після MAO

Встановлено, що при обробленні магнітно-абразивним інструментом (МАІ), сформованим з порошків Поліам-М 400/315 та Поліам-Т 400/315 поверхнева твердість збільшилася на 10 %, при обробленні ПР Р6М5 200/160 – на 8 %, при обробленні Царамам 630/400 – на 2 %. Це пов'язано з умовами контакту частинок МАІ з поверхнею, а саме величиною зони реального контакту мікрорізальних кромок окремих частинок з оброблюваною поверхнею в процесі МАО, яка залежить від середнього радіуса РК частинок [6,7].

При дослідженнях експлуатаційної стійкості мітчиків за критерій стійкості було прийнято зношення по задній поверхні на рівні 0,3 мм. Саме така величина зношення достатня для забезпечення точності нарізаної різи. Було досліджено кінетику процесу зношення по задній поверхні різальної частини мітчиків від кількості нарізаних отворів. Точність нарізаної різи контролювали калібром-пробкою. Результати досліджування на стійкість наведені у вигляді графіків (рис. 4) та в таблиці 1.

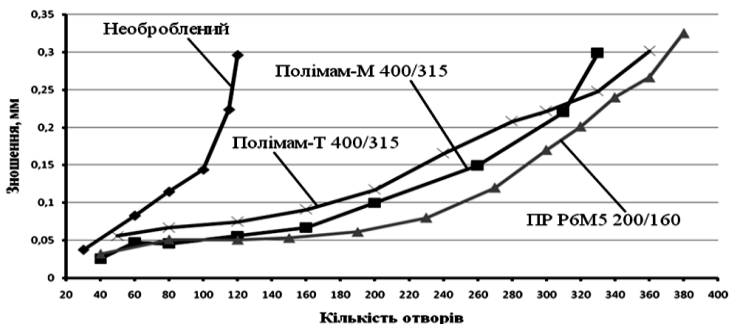


Рис. 4. Зношення зубців мітчиків від кількості нарізаної різи

Встановлено, що стійкість мітчиків, виготовлених зі швидкорізальної сталі після додаткової фінішної операції МАО збільшується в 3 рази. При цьому найкращі результати отримано при МАО з використанням МАІ, який сформовано з порошків з округлою формою частинок. Позитивний результат досягається, перш за все, за рахунок переважного зміцнення поверхневого шару, зниження шорсткості робочих поверхонь при незначному збільшенні радіусів округлення різальних кромок зубців мітчиків.

Таблиця 1

Граничні значення зношення мітчиків

Мітчики	Кількість нарізаних отворів	Зношення, мм
Необроблений	115	0,28
Полімам-М 400/315	320	0,31
Полімам-Т 400/315	360	0,312
Царамам 630/400 + ПР Р6М5 200/160	380	0,336

Висновки. Досліджено вплив магнітно-абразивного оброблення на поверхневу твердість, радіуси округлення різальних кромки мітчиків М10 з підточенням передньої поверхні виготовлених зі швидкорізальної сталі. Встановлено, що поверхнева твердість збільшується на 9 %, радіуси округлення різальних кромки збільшуються в 2–4 рази. Досліджено стійкісні характеристики мітчиків. Найкращі результати отримано на мітчиках після МАО порошком ПР Р6М5 з округлою формою частинок, в умовах забезпечення переважного пластичного деформування поверхневого шару та його зміцнення. Критичне зношення інструменту становить 0,3 мм. Отримані результати дають змогу рекомендувати використання МАО для підвищення якості осьового різьбонарізного інструменту.

Список використаної літератури:

1. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов / Ю.М. Барон. – Л. : Машиностроение, 1986. – 176 с.
2. Гейчук В.М. Синтез кінематики процесу магнітно-абразивної обробки в кільцевій ванні : дис. ... д-ра техн. наук : 05.03.01 / Гейчук Володимир Миколайович. – К., 2012. – 472 с.
3. Магнітно-абразивне оброблення кінцевого різального інструменту в умовах великих магнітних щільностей з використанням відновлювальних елементів / В.Майборода, Д.Джудій, І.Ткачук, О.Беляєв // Вісник ТНТУ. – 2012. – № 4 (68). – С. 133–141.
4. Майборода В.С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь : дис. ... д-ра техн. наук : 05.03.01 / Майборода Віктор Станіславович. – К., 2001. – 404 с.
5. Вплив магнітно-абразивного оброблення на якість мітчиків із швидкорізальної сталі / В.С. Майборода, І.В. Ткачук, Д.Ю.

- Джулій, Д.В. Тарган* // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2013. – № 772.
6. *Ткачук І.В.* Геометричні характеристики магнітно-абразивних порошків / *І.В. Ткачук, В.С. Майборода* // Збірник наукових праць. – Краматорськ, 2014. – Вип. 34. – С. 49–55.
 7. *Ткачук І.В.* Формування магнітно-абразивного інструменту зі стабільними властивостями в робочих зазорах кільцевого типу : дис. ... канд. тех. наук : 05.03.01 / *І.В. Ткачук*. – К., 2015. – 164 с.
 8. *Byelyaev O.* Erhöhung der Leistungsfähigkeit von HSS-Spiralbohrern durch Einsatz der magnetabrasiven Bearbeitung : Dis. ... Dr.-Ing. / *O.Byelyaev*. – Magdeburg, Germany, 2008. – 149 p.
 9. *Denkena B.* Influence of the cutting edge rounding on the chip formation process : Part 1. Investigation of material flow, process forces, and cutting temperature / *B.Denkena, J.Köhler, Mesfin Sisay Mengesha* // Prod. Eng. Res. Devel. – 2012. – № 6. – Pp. 329–338.
 10. *Tikal F.* Schneidkantenpräparation – Ziele, Verfahren und Messmethoden / *F.Tikal, R.Bienemann, L.Heckmann* // Kassel universitypress GmbH. – Kassel, 2009. – 193 S.

МАЙБОРОДА Віктор Станіславович – доктор технічних наук, професор кафедри ІТМ ММІ Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- реологія дискретного і дискретно-безперервного середовища в постійних магнітних полях;
- різання;
- технологія машинобудування.

Тел.: (044) 406–82–55.

E-mail: maiborodavs@mail.ru.

ТАРГАН Дмитро Валентинович – студент кафедри ІТМ ММІ Національного технічного університету України “КПІ”.

Наукові інтереси:

- різання;
- методи зміцнення інструменту.

Тел.: (066) 780–53–31.

E-mail: Tarakan.com@ukr.net.

Стаття надійшла до редакції 05.08.2015