

УДК 621.923

Майборода В. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТВЕРДОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ СВЕРДЛ ІЗ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ ПІСЛЯ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ

Продуктивність та якість методу магнітно-абразивного оброблення (МАО) в значній мірі залежить від параметрів та характеристик магнітно-абразивного порошку (МАП), який під дією магнітних сил формується в магнітно-абразивний інструмент (МАІ) в процесі оброблення [1, 2]. При взаємодії МАІ з оброблювальними поверхнями відбувається зміна мікрорельєфу поверхонь в результаті пружно-пластичного і пластичного деформування поверхневого шару або в процесі мікрорізання, зміна напруженого стану поверхневого шару деталей, структурні та фазові перетворення в поверхневому шарі. Зазначені зміни залежать від мікрогеометричних характеристик МАП, що використовуються при МАО.

В процесі експлуатації кінцевий різальний інструмент, а саме свердла, найчастіше зношується по кутику, по задній поверхні та по стрічці. Одним із способів продовження часу роботи РІ, може бути збільшення поверхневої твердості. За величиною твердості можна визначити різні характеристики матеріалів: пружний стан, опір пластичному деформуванню і руйнуванню, адгезійну міцність та ін. [3].

Метою роботи є дослідження впливу процесу магнітно-абразивного оброблення у великих магнітних щілинах при їх кільцевому розташуванні на твердість поверхневого шару свердел із швидкорізальної сталі.

Експериментальні дослідження впливу МАО на поверхневу твердість свердел виконували на експериментальному верстаті [4] при швидкості руху вздовж кільцевої ванни 2,5 м/с, частоті обертання навколо власної осі інструменту 250 об/хв. Величина магнітної індукції у вільній робочій щілині складала 0,225 Тл. Оброблення виконували при оптимальних умовах базування свердел на установці – кут нахилу до площини кільцевої робочої зони – 35° [5]. Процес МАО свердел виконували як в один етап з застосуванням різних порошків протягом 60 секунд в режимі «натікання та 120 секунд в режимі «стікання з використанням відновлювального елемента встановленого під кутом нахилу до площини кільцевої ванни 40°, так і в два етапи спочатку порошком S330 1200/900 мкм, а потім ПР Р6М5 160/100 мкм, протягом 180 с.

Для формування МАІ використовували різні типи МАП з округлою формою частинок, чавунні кульки S330 з розміром зерен 1200/900 мкм, твердість яких $HV = 4,5$ ГПа та ПР Р6М5 зернистістю 160/100 мкм – $HV = 6-7$ ГПа. Така форма частинок порошків вибрана з метою зниження абразивної здатності МАІ для запобігання можливості спотворення мікрогеометричних характеристик свердел і для забезпечення підвищеного впливу на показники зміцнення поверхневого шару за рахунок мікропластичного деформування приповерхневого шару інструменту. Принципова різниця не лише в геометричних характеристиках порошків, але й у їхній твердості, яка не повинна призводити до істотного диспергування матеріалу з робочих поверхонь РІ, так як вихідна твердість свердел із швидкорізальної сталі становить $HV = 7,5-8$ ГПа.

Для визначення мікротвердості по глибині поверхневого шару було підготовлено косі шліфи. Вимірювання проводили на мікротвердомірі ПМТ-3 шляхом вдавлювання 136-градусної алмазної пірамідки з квадратною основою з навантаженням 0,7 Н [6], на п'яти паралельних напрямках різальній кромці, відстань між якими дорівнює 50 мкм. На рис. 1 показана зона вимірювань.

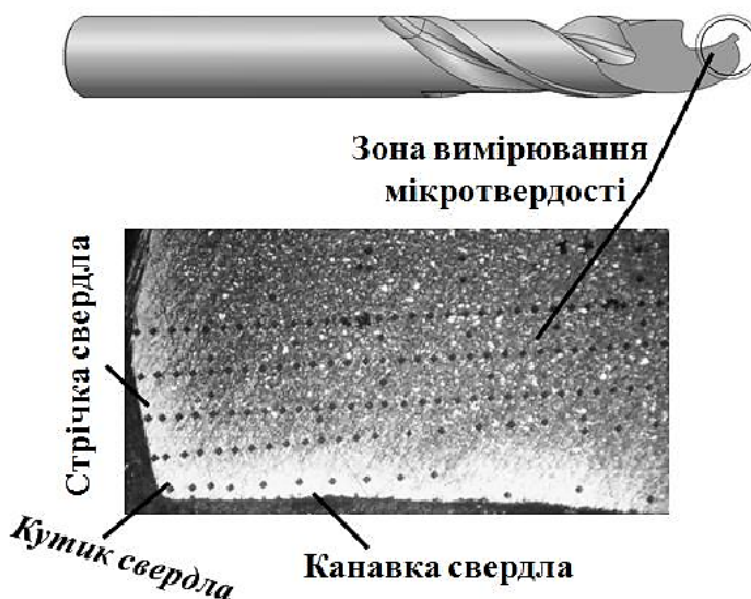


Рис. 1. Зона вимірювання мікротвердості на косому шліфі

При випробуваннях на мікротвердість чисельним значенням результату вимірювання є частка від ділення навантаження на бокову поверхню з припущенням, що кути на відбитках такі ж самі як і в пірамідки (1):

$$P = \frac{1,854 \cdot N}{(d \cdot c)^2} \cdot 1000, \quad (1)$$

де P – поверхнева твердість, ГПа; d – середня довжина діагоналі відбитка, поділки шкали; c – коефіцієнт.

Відносну похибку з деяким наближенням вважають рівною половині ділення шкали барабанчика ПМТ-3, що виражається в одиницях поверхневої твердості (0,5 ГПа).

Результати вимірювання та аналізу мікротвердості свердел із швидкорізальної сталі представлені у вигляді топограм на рис. 2.

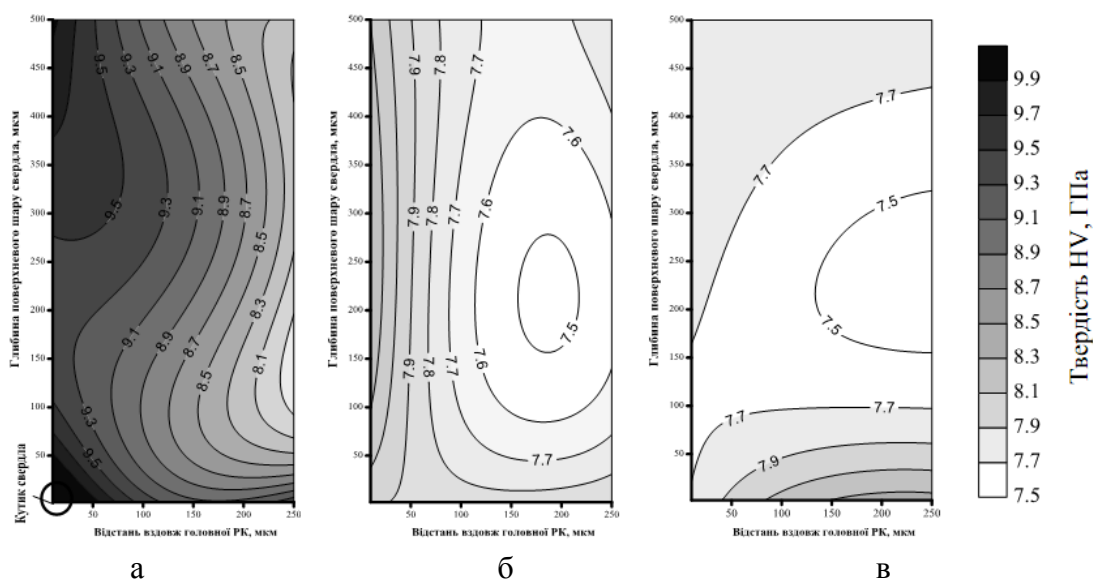


Рис. 2. Твердість поверхневого шару свердел після MAO:

а – порошком S330 (1200/900 мкм), б – порошком ПР Р6М5 (160/100 мкм), в – 1 етап MAO порошком S330 (1200/900 мкм), 2 етап MAO порошком ПР Р6М5 (160/100 мкм)

Поверхнєве зміцнення суттєво впливає на структуроутворення, що призводить до відповідного розподілу мікротвердості та зміни експлуатаційних властивостей інструменту. В результаті MAO свердел чавунними кульками S330 з розміром частинок 1200/900 мкм спостерігається зміцнення поверхневого шару починаючи від стрічки свердла вздовж головної різальної кромки на глибині 80 – 100 мкм, а потім відбувається монотонне зниження твердості, особливо зміцнюється кутик свердла між головною та допоміжною різальними кромками інструменту.

Після оброблення свердел MAI в склад, якого входить порошок ПР Р6М5 з розміром частинок 160/100 мкм (рис. 2, б) твердість поверхневого шару лише частково підвищується на глибині до 50 мкм, на стрічці свердла твердість більша чим на передній поверхні. Наявність більш глибокого зміцненого шару забезпечує і більшу стійкість свердел під час експлуатації.

На рис. 2, в зображено результат вимірювання твердості на свердлі обробленому в два етапи з ідентичними умовами, але різними порошками спочатку S330 1200/900 мкм, а потім ПР Р6М5 160/100 мкм. В результаті чого відбувається зниження твердості поверхневого шару свердел (рис. 3). Таку зміну твердості можна пояснити різними геометричними характеристиками порошку, оскільки в порошку S330 1200/900 мкм більший радіус округлення різальних кромки частинок, отже більша площа контактної взаємодії з оброблювальною поверхнею свердел, ніж в ПР Р6М5 160/100 мкм. Крім того з зростанням величини геометричних розмірів абразивних зерен, а значить і маси зерен має місце збільшення кінетичної енергії взаємодії MAI і оброблюваної поверхні, тобто відбувається переважно пластичне деформування поверхні в результаті ударного впливу.

Зміна поверхневої твердості у свердел з швидкорізальної сталі після циклу MAO у два етапи різними порошками спочатку S330 1200/900 мкм, а потім ПР Р6М5 160/100 мкм може бути пов'язано з процесами дефектної перебудови матеріалу в процесі оброблення. А саме зміною щільності дислокацій в поверхневому шарі оброблювального матеріалу, внаслідок анігіляції і виходу на поверхню.

Отримані результати являються прямим експериментальним підтвердженням механізму зміцнення поверхневого шару виробів при магнітно-абразивному обробленні, які описані в роботі [6] при обробленні твердого сплаву, швидкорізальної сталі та лопаток газотурбінних двигунів [1].

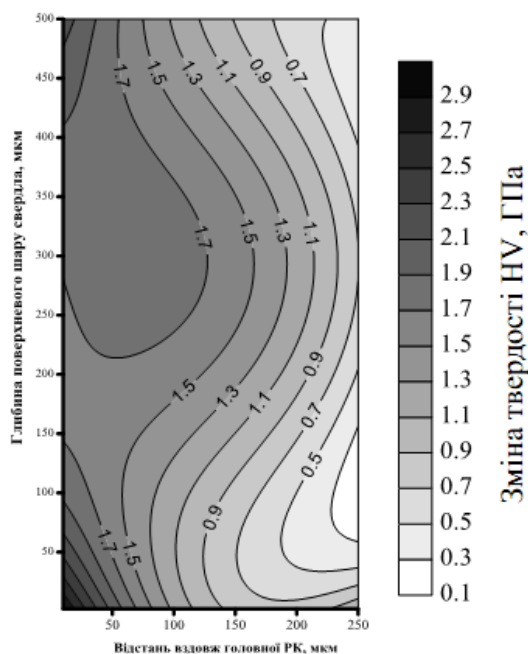


Рис. 3. Зміна твердості свердел після MAO різними порошками спочатку S330 з розміром частинок 1200/900 мкм, а потім ПР Р6М5 з розміром частинок 160/100 мкм

ВИСНОВКИ

Встановлено, що при магнітно-абразивному обробленні різального інструменту можна досягати необхідної поверхневої твердості в залежності від вимог, які висуваються до оброблювальних деталей. Показано, що процес МАО в зазначених умовах відбувається в режимі ударно-фрикційної взаємодії МАІ та оброблюваної поверхні. При реалізації процесів переважного мікропластичного деформування оброблюваних поверхонь суттєвим фактором є розмір і форма частинок магнітно-абразивних порошкових матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Майборода В. С. *Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь* : дис. докт. техн. наук : 05.03.01 / Віктор Станіславович Майборода. – К., 2001. – 404 с.
2. Оликер В. Е. *Порошки для магнітно-абразивної обробки и износостойких покрытий*. / В. Е. Оликер – М. : Металлургия, 1990. – 176 с.
3. Ткачук Т. В. *Вплив магнітно-абразивного оброблення на твердість поверхневого шару свердл із швидкорізальної сталі*. / Т. В. Ткачук, В. С. Майборода, Д. Ю. Джулій // *Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем*. Вип.32. – Краматорськ : ДДМА, 2013. – С. 263–266.
4. Майборода В. С. *Магнітно-абразивная обработка многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин в условиях больших рабочих зазоров. 1. Влияние условий базирования режущих пластин в рабочих зонах на эффективность процесса обработки* / В. С. Майборода, Д. Ю. Джулій, Б. М. Фесюн [и др.] // *Наукові праці Донецького НТУ. Серія : Машинобудування і машинознавство*. Вип. 6 (154). – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – С. 157–165.
5. *Магнітно-абразивне оброблення кінцевого різального інструменту в умовах великих магнітних щільностей з використанням відновлювальних елементів* / В. Майборода, Д. Джулій, І. Ткачук, О. Беляєв // *Вісник ТНТУ*. – 2012. – № 4 (68) – С. 133–141.
6. Григорович В. К. *Твердость и микротвердость металлов* / В. К. Григорович – М. : Наука, 1976. – 230 с.
7. Ульяненко Н. В. *Підвищення працездатності твердосплавного інструменту шляхом застосування магнітно-абразивного оброблення та нанесення зносостійких покриттів*: дис. канд. техн. наук. : 05.03.01 / Наталія Валентинівна Ульяненко. – Київ, 2006. – 160 с.