

В.С. Майборода, д.т.н., проф.

Н.В. Мініцька, к.т.н., доц.

Національний технічний університет України «КПІ»

**ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ФОРМИ,
РОЗМІРІВ ЧАСТИНОК, ТИПУ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО
ПОРОШКУ ПРИ МАО НА ВЗАЄМОДІЮ
ОБРОБЛЕНОГО ІНСТРУМЕНТУ З ДЕТАЛЛЮ**

Досліджено вплив форми, розмірів частинок, типу магнітно-абразивного порошку на взаємодію обробленого інструменту з деталлю в процесі експлуатації. Отримана в результаті цієї взаємодії стружка, за однакових умов роботи, відрізнялася за типом та формою. Показано, що найбільш сприятлива для роботи є елементна стружка, оскільки вона зручно видаляється з зони обробки. Отримані результати свідчать про важливість забезпечення при виготовленні свердел оптимального радіусу заокруглення різальної кромки, який знаходиться в межах 7–8 мкм.

Вступ. Працездатність різального інструменту залежить від багатьох факторів, пов'язаних як з технологією виготовлення, із геометрією та мікрогеометрією робочих елементів інструменту, яка формується на фінішних етапах оброблення, станом поверхні та поверхневого шару, так і з умовами його експлуатації. Втрата експлуатаційних характеристик відбувається переважно в результаті зношування, викришування поверхневого шару робочих елементів під дією механічних, механо-хімічних, теплових процесів, що виникають при різанні. Важливими факторами при взаємодії інструменту з оброблюваним матеріалом є форма та стан стружки. В значній мірі на форму і стан стружки будуть впливати такі чинники як геометрія та мікрогеометрія різальних кромки, передньої та задньої поверхонь [1]. Саме їх стан залежить та формується на фінішних етапах виготовлення інструменту і чуттєво впливає на процеси контактної взаємодії при різанні. Одним з перспективних методів фінішної обробки різального інструменту є магнітно-абразивна обробка [2] у великих магнітних щілинах, яка дозволяє виконувати не тільки полірування і зміцнення робочих поверхонь, а і забезпечує формування різальних кромки інструменту необхідних розмірів та якості [3].

Попередні дослідження з магнітно-абразивного оброблення (МАО) свердел виконано із застосуванням переважно рівновісного, оскольчастого порошку Полімам–Т. Отримані результати показали, що

доцільність MAO свердел в умовах великих магнітних щілин. Проте відсутня інформація про застосування для MAO різального інструменту порошкових матеріалів з іншою формою частинок і їх складом.

Метою роботи є дослідити вплив форми, розмірів частинок, типу магнітно-абразивного порошку на взаємодію обробленого інструменту з деталлю в процесі експлуатації.

Експериментальне дослідження. Досліджували свердла $\varnothing 6,8$ мм, виготовлені німецькою фірмою FETTE зі сталі, яка є аналогом Р6М5. MAO досліджуваних свердел виконували на установці типу кільцева ванна. Варіювали тип магнітно-абразивного порошку, розмір частинок МАП. Величина магнітної індукції в робочих зонах, час і швидкість оброблення однакова для досліджуваних свердел.

До MAO шорсткість робочих поверхонь свердел складала Ra (0,4-0,47) мкм, радіус округлення різальних кромок R = (5-6) мкм, поверхнева твердість $HV_{200} = (9,1-9,3)$ ГПа. Як порошкові МАМ для формування МАІ використовували порошки з розміром часток 315/200 мкм, і 200/100 мкм, отримані методом розпилення з розплавів – рівновісні порошки ПР Р6М5 та Полимам-М з округлою формою часток, Полимам-Т з осколочною формою часток, Царамам з нерівновісними частками. Додатково досліджували дві суміші порошків, які містять Полимам-М і 5 % більш дрібного Полимам-Т і суміш Полимам-Т і 10 % більш дрібного ПР Р6М5, котрі за рекомендаціями [4–7] забезпечують формування МАІ з комплексною поліруючо-зміцнюючою дією.

Експрес оцінку працездатності виконували при глухому свердлінні сталі 40Х. У зв'язку з багатьма дослідними даними, за якими на перемичку припадає 40–50 % загального зусилля подачі свердла, було вирішено, для кращого розгляду зусиль, що припадають на різальні кромки і їх характеристики до і після MAO, попередньо отвір розсвердлювати, свердлами $\varnothing 2$ мм зі сталі Р6М5, які повністю відповідають діаметру перемички свердел $\varnothing 6,8$ мм. Для отримання достовірних результатів виконували свердління не менше як 10–15 отворів зі сталими зусиллям подачі та частотою обертання шпинделя верстата. Для розсвердлювання свердлами $\varnothing 2$ мм, використовувалась частота верстату 1500 об./хв., а для досліджуваних свердел $\varnothing 6,8$ мм – 880 об./хв. Всі свердла, якими були проведені досліди вважаємо, з допустимою похибкою вимірів, були заточені під однаковими кутами: $\psi = 55^\circ$, $\phi = 59^\circ$, $\alpha = 12^\circ$, $\varepsilon = 0^\circ$ та мали однакові радіуси округлення.

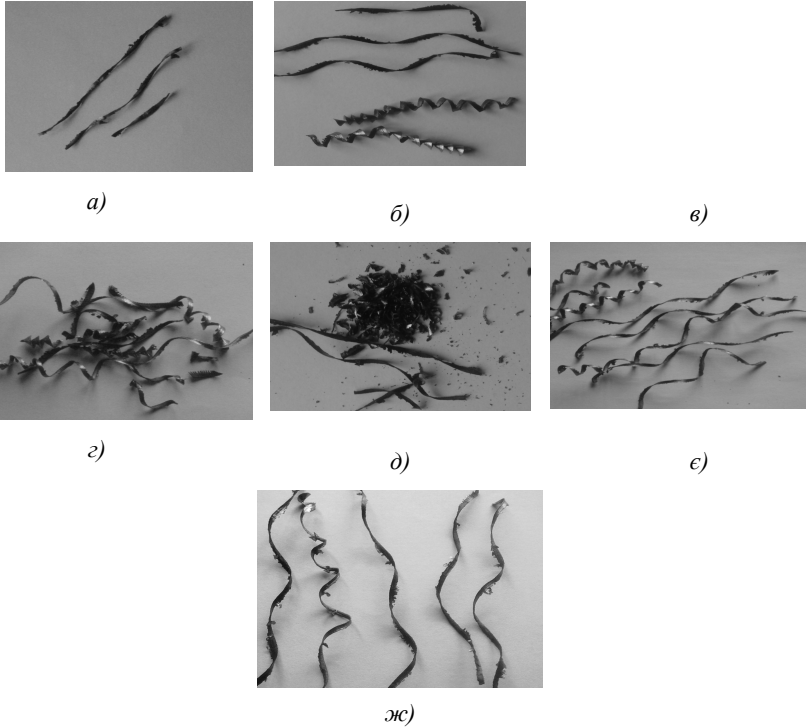


Рис. 1. Стружка, отримана свердлами, попередньо обробленими методом MAO різними магнітно-абразивними порошковими інструментами: а – вихідним свердлом; б – ПРР6М5 з зернистістю 200/160; в – Полімам-М з зернистістю 315/200; г – Полімам-М з зернистістю 315/200 + 5 % Полімам-Т з зернистістю 200/160; д – Полімам-Т з зернистістю 200/160; е – Полімам-Т з зернистістю 315/200 + 10 % ПРР6М5 з зернистістю 200/160; ж – Царамам з зернистістю 315/200

Після експерименту отримали стружку, яка за однакових умов роботи відрізнялась за типом та формою (рис. 1). Так на рисунку 1, а – стружка, отримана при свердлінні свердлом, яке не оброблювалось до початку обробки. Ця стружка має постійний синюшний характер, відноситься до гвинтової довгої стружки, але довжина її невелика, так як помітні на ній завусенки зривають стружку і не дають повністю сформувати виток.

В результаті свердління свердлом, обробленим порошком ПРР6М5 з зернистістю 200/160 отримали стружку, яка відноситься до зливної стружки (рис. 1, б), гвинтової, підтипу коса. Інша стружка представлена на цьому ж рисунку відноситься до гвинтової відкритої

довгої стружки, ця стружка отримана при подальшому врізанні в оброблюваний матеріал, так як з'йом металу помітно менший, а синюшність, свідчить про високі температурні перетворення, які відбуваються між матеріалом свердла і оброблюваним матеріалом.

На рисунку 1, в показана стружка, яка отримана в результаті свердління свердлом обробленим порошком типу Полімам-М з зернистістю 315/20 та належить до 2 класу стійких видів спіралі – напіввиткові елементи спіралі.

Стружка на рисунку 1, з, отримана при свердління свердлом попередньо обробленим сумішшю порошоків Полімам-М з зернистістю 315/200 + 5 % Полімам-Т з зернистістю 200/160, поєднує кілька видів стружки, які відрізняються моментом утворення в процесі свердління. В цьому випадку присутні такі види стружки, як: напіввиткові елементи спіралі; зливна стружка, гвинтова, підтипу коса і гвинтова відкрита, довга стружка. Після свердління свердлом, попередньо обробленим порошком Полімам-Т з зернистістю 200/160 отримали стружку (рис. 1, д) – лускату розділену. Ця стружка утворена в результаті свердління. На цьому ж рисунку показано ще один вид стружки, можливої при обробці вище сказаним свердлом – стружка гвинтова відкрита з синюшністю, що свідчить про температурні перетворення.

На рисунку 1, е – стружка гвинтова відкрита. Ця стружка домінує при обробці свердлом, обробленим сумішшю порошоків – Полімам-Т з зернистістю 315/200 + 10 % ПРР6М5 з зернистістю 200/160, але відрізняється з'йомом шару металу в моменти врізання і наступним свердлінням вглибину оброблюваного матеріалу.

На рисунку 1, ж – стружка гвинтова відкрита, отримана в результаті свердління свердлом обробленим порошком Царамам з зернистістю 315/200. Має синюшний характер і завусенки. А також відрізняється одна від іншої моментами врізання, що свідчить про ширину і синюшність стружки.

Висновки. Таким чином, можна зробити висновок, що найбільші температурні перетворення в товщі металу сприймає свердло, яке не оброблювалось жодним з досліджуваних порошоків. Стружка, яка утворювалась в результаті обробки цим свердлом, заплутувалась в зоні обробки, що свідчить про нестабільність різання різальних кромки і необхідність видалення її з зони обробки. Найбільш сприятлива для роботи, особливо якщо після обробки МАО свердло буде працювати на верстаті з ЧПК, є елементна стружка. Так як вона зручно видаляється з зони обробки. Свердління відбувалось на вертикально-свердлильному верстаті при постійному зусиллі вертикальної подачі,

де вручну можливо коригувати глибину і вихід стружки. Тобто, найбільш сприятлива для умов різання виявилась стружка елементна, яка відноситься до обробки, свердлами обробленими порошками Полімам-Т і Полімам-М. Характер стружки, отриманої при свердлінні свердлами, попередньо обробленими сумішами порошоків: Полімам-М + 5 % Полімам-Т і Полімам-Т + 10 % ПРР6М5 є також сприятливим, так як вирив стружки з зони обробки відбувався постійно і стружка не містила завусенок, що свідчить, про стабільну роботу різальних кромок свердел. Отримані результати підтверджують данні наведені в роботі [8] і додатково свідчать про важливість забезпечення при виготовленні свердел оптимального радіусу заокруглення різальної кромки, який знаходиться в межах 7–8 мкм.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Tikal F.* Wenn die Schneidkantenarchitektur das Zerspanergebnis determiniert : Neue Anforderungen erfordern neue Werkzeuge / *F.Tikal, S.Holsten* // VDI-Z 148 (2006) 3. – S. 44–46.
2. *Майборода В.С.* Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь : дис. ... докт. техн. наук / *В.С. Майборода*. – К., 2001. – 404 с.
3. *Byelyaev O.* Erhöhung der Leistungsfähigkeit von HSS-Spiralbohrern durch Einsatz der magnetabrasiven Bearbeitung. Dissertation Dr.-Ing. / *O.Byelyaev*. – Magdeburg, Germany, 2008. – 149 p.
4. *Коновалов Е.Г.* Чистовая обработка деталей в магнитном поле ферромагнитными порошками / *Е.Г. Коновалов, Г.С. Шулев*. – Мн. : Наука и техника, 1967. – 125 с.
5. *Сакулевич Ф.Ю.* Объемная магнитно-абразивная обработка / *Ф.Ю. Сакулевич, Л.М. Кожуро*. – Мн. : Наука и техника. – 1978. – 168 с.
6. *Сакулевич Ф.Ю.* Основы магнитно-абразивной обработки / *Ф.Ю. Сакулевич*. – Мн. : Наука и техника, 1981. – 328 с.
7. Алмазно-абразивная обработка и упрочнение изделий в магнитном поле / *П.И. Яцерицын, М.Т. Забавский, Л.М. Кожуро и др.* – Минск : Наука и техника, 1988. – 272 с.
8. *Майборода В.С.* Кінетика формування кромки кінцевого різального інструменту при магнітно-абразивному обробленні в кільцевих робочих щілинах в умовах «натікання» на робочі поверхні / *В.С. Майборода, О.С. Клишпа, О.А. Пливак* // Надійність інструменту та

оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – Вип. № 24. – 348 с.

МАЙБОРОДА Віктор Станіславович – доктор технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій машинобудування Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

- процеси фінішного оброблення виробів зі складної форми;
- реологія порошкових середовищ у слабких магнітних полях.

Тел.: 0444068473.

E-mail: Maiborodavs@mail.ru

МІНЦЬКА Наталія Валентинівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій машинобудування Національного технічного університету України «КПІ».

Наукові інтереси:

- магнітно-абразивне оброблення твердосплавного інструменту.

Тел.: 0444549527.

E-mail: ulyasha30@bigmir.net

Подано 03.06.2011

