

УДК 621.922

В.М. Бодун, асист.

Т.Є. Божко, асист.

В.Д. Рудь, д.т.н., проф.

Луцький державний технічний університет

ОБРОБКА РІЗАННЯМ ПОРОШКОВИХ СПЕЧЕНИХ МАТЕРІАЛІВ

У роботі проводиться експериментальне дослідження технології обробки спечених пористих матеріалів на основі металевих порошків. Встановлено, що, на відміну від компактних матеріалів, якість обробленої поверхні залежить не тільки від режимів різання, але визначальний вплив здійснює величина пористості.

Вступ. Технологічні процеси отримання заготовок та деталей конструкційного призначення методами порошкової металургії відносяться до ресурсо- та енергозберігаючих. Коефіцієнт використання матеріалу для таких технологій коливається у межах 0,85–0,95. У більшості випадків деталі не потребують додаткової механічної обробки. Разом з тим, при високих вимогах до просторових відхилень та взаємного розташування поверхонь деталей, шорсткості поверхонь необхідно застосовувати додаткову викінчальну обробку спечених пористих матеріалів. В роботі [1] проводилися дослідження впливу режимів різання та шліфування на якість поверхневого шару. Для спечених пористих матеріалів, крім хімічного, структурного та гранулометричного складу для отримання достовірних даних важливим є забезпечення однорідності розподілу пористості по об'єму. В свою чергу, однорідність розподілу залежить від методу формування зразків та умов спікання. Основними недоліками значної кількості експериментів є використання дослідних зразків, які були виготовлені одно- або двобічним пресуванням у сталевих прес-формах [2–4]. Такі зразки вже на стадії формування мають неоднорідність густини, яка призводить до значного коливання механічних властивостей матеріалу.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження впливу режимів різання на якість поверхневого шару та розробка рекомендацій з технології механічної обробки пористих спечених матеріалів.

Виклад основного матеріалу. Зразки виготовлялись методом ізостатичного формування, який дозволяє отримати рівномірний

© В.М. Бодун, Т.Є. Божко, В.Д. Рудь, 2007

розподіл густини порошкового матеріалу по всьому об'єму пресовки [5], у гідростаті із використанням еластичних оболонок з маслостійкої гуми. Необхідне значення пористості зразків досягалось за допомогою зміни питомого зусилля формування. Досліди виконувались на зразках, які були виготовлені з порошоків міді марки ПМС-1 ГОСТ 4960-75 і заліза марки ПЖР-3 ГОСТ 9849-74.

Процес спікання проводили в електропечі в контейнерах в порошок Al_2O_3 з рідким затвором (скло), у вакуумній печі, а також в захисному середовищі Ar. Температура спікання дорівнювала $T_{сп} = 0.7T_{пл}$ (°C), де $T_{сп}$ – температура спікання, $T_{пл}$ – температура плавлення.

Механічна обробка дослідних зразків здійснювалася за допомогою зовнішнього циліндричного обточування, внутрішнього розточування, зенкерування, розгорткування отворів та плоского шліфування. Характерною відмінністю від традиційних умов обробки різанням конструкційних компактних матеріалів є те, що при обробці пористих матеріалів не застосовується змащувально-охолоджувальна рідина, яка під час обробки потрапляє у пори і тим самим змінює фізико-механічні характеристики виробів.

Заміри шорсткості поверхні проводились на приладі “Surtronic” (Taylor-Hobson, Англія), шорсткість контролювалась по параметру Ra на базовій довжині 0,8 мм. Результати дослідження впливу глибини різання на шорсткість поверхні при площинному шліфуванні показана на рис. 1.

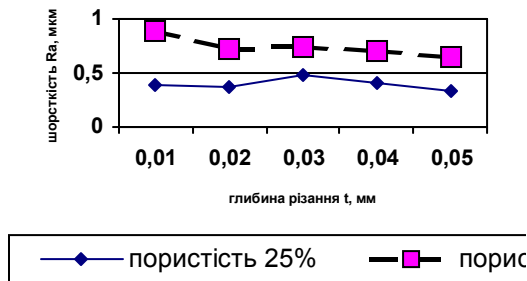


Рис. 1. Вплив глибини різання на шорсткість поверхні:
 $V_d = 9$ м/хв.; $V_{кр} = 35$ м/с; $S = 0,1$ мм/хід

Видно, що глибина різання не суттєво впливає на шорсткість поверхні, але суттєво залежить від величини початкової пористості. Чим більша пористість оброблюваного матеріалу, тим більша висота мікронерівностей оброблюваної поверхні.

Результати дослідження впливу подачі при площинному шліфуванні на шорсткість поверхні показана на рис. 2.

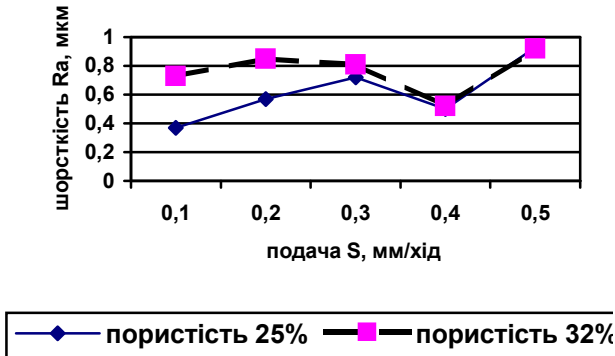


Рис. 2. Вплив подачі на шорсткість поверхні:

$$V_d = 9 \text{ м/хв.}; V_{кр} = 35 \text{ м/с}; t = 0,02 \text{ мм}$$

З даних, наведених на рис. 2, видно, що при зміні подачі з 0,1 мм/хід до 0,3 мм/хід шорсткість оброблюваної поверхні зростає, потім вона різко падає, а при збільшенні подачі до 0,5 мм/хід знову зростає. Це можна пояснити особливостями процесу, що проходить в зоні різання. При невеликих подачах проходить налипання оброблюваного матеріалу на зерна шліфувального круга, що призводить до підвищення мікронерівностей, а при високих подачах збільшується знос різального інструмента, що також призводить до збільшення шорсткості поверхні. Аналіз отриманих даних показав, що найменша шорсткість поверхні при різній пористості спостерігається при $S = 0,4$ мм/хід. Процес шліфування пористого матеріалу супроводжується утворенням мікротріщин на оброблюваній поверхні (рис. 3). Процес тріщиноутворення залежить, в першу чергу, від інтенсивності режимів різання. При подачах в межах 0,1–0,4 мм/хід утворення мікротріщин не спостерігалось при будь-якій пористості зразків. Зростання подачі до $S = 0,5$ мм/хід у деталях з високою пористістю призводить до утворення мікротріщин, що пояснюється більш високими напруженнями I та II роду в області шліфування.

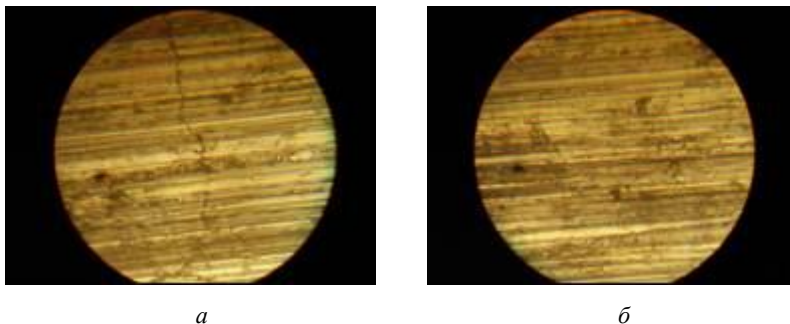


Рис. 3. Мікрофотографії поверхонь після шліфування ПЖР-3 з пористістю: а – 32 %; б – 25 % при $t = 0,02$ мм;
 $S = 0,5$ мм/хід

Такий самий процес спостерігається і при збільшенні глибини різання (рис. 4).

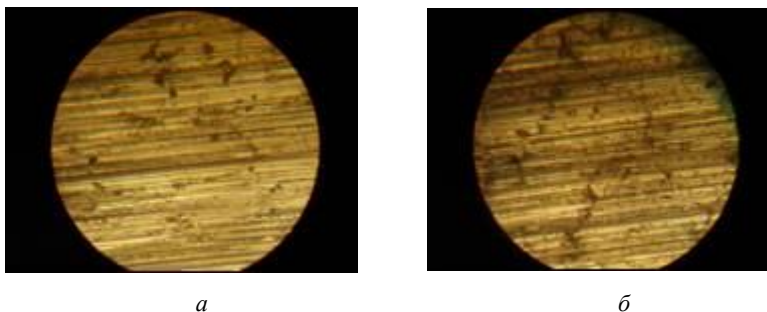


Рис. 4. Мікрофотографії поверхонь після шліфування ПЖР-3 з пористістю: а – 25 %; б – 32 % при $t = 0,03$ мм;
 $S = 0,1$ мм/хід

Характер та вид мікронерівностей визначається методом обробки. На рис. 5 наведено приклад мікронерівностей, що утворюються під час точіння.



Рис. 5. Зовнішній вигляд мікронерівностей при точінні

Закономірності залежності шорсткості поверхні від режимів шліфування, що наведені вище, характерні і для інших методів обробки пористих матеріалів.

Слід відзначити, що процес різання пористих матеріалів супроводжується утворенням зміцненого шару на поверхні зразків (рис. 6).

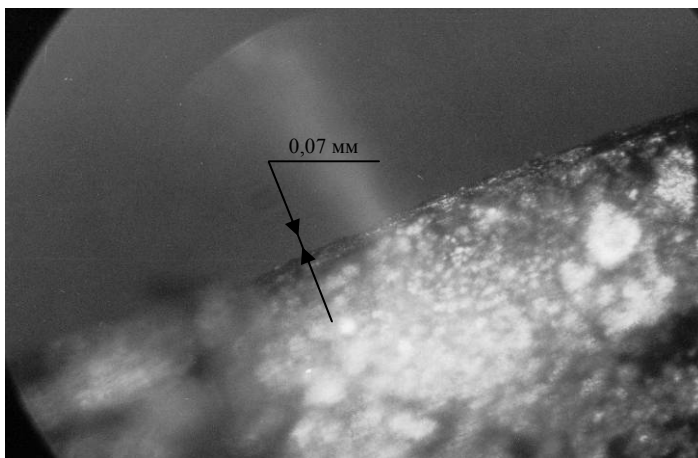


Рис. 3. Товщина зміцненого шару

Глибина зміцненого шару визначається, в першу чергу, хімічним складом матеріалу та режимами обробки. Металографічні дослідження показали, що при оптимальних параметрах технологічного процесу для зразків з порошку ПМС-1 пластична деформація поверхневого

шару зовнішньої поверхні при точінні досягає 0,01 мм, внутрішньої після зенкерування – 0,07 мм, для ПЖР – 3 відповідно 0,01 мм – зовнішньої, 0,05 мм – внутрішньої.

Висновки:

1. Встановлено, що при обробці різанням пористих матеріалів законмірності формування поверхневого шару визначаються хімічним складом матеріалів, пористістю та режимами різання.
2. Матеріали з вищою пористістю більш схильні до тріщиноутворення на оброблюваній поверхні. Інтенсивність тріщиноутворення визначається режимами різання. При збільшенні подачі та глибини різання спостерігається зростання утворення мікротріщин в зоні різання.
3. Глибина різання суттєво не впливає на шорсткість поверхні.
4. Експериментально обґрунтовано раціональні режими різання для точіння, обробки різанням отворів та площинного шліфування.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Артамонов А.Я.* Влияние условий обработки на физико-механическое состояние металлокерамических материалов. – К.: Техника, 1965. – 256 с.
2. *Петросян Г.Л.* Пластическое деформирование порошковых материалов. – М.: Metallurgy, 1988. – 152 с.
3. *Кун Х.А., Ли П.В., Эртурк Т.* Критерий разрушения при холодном формоизменении // Теоретические основы инженерных расчетов. – 1973. – № 4. – С. 18-24.
4. *Табата Т., Масаки С.* Критерий разрушения пористых материалов и его применения при определении формы спеченных заготовок под штамповку // Теорет. основы инж. расчетов. – 1977. – № 1. – С. 17–22.
5. *Рудь В.Д., Тулашвили Ю.И., Усыченко С.Ю.* Установка высокого давления для исследования механических свойств материалов при трехосном напряженном состоянии // Физика и техника высоких давлений. – 1993. – № 3. – С. 155–159.

БОДУН Віктор Миколайович – асистент кафедри комп'ютерного проектування верстатів та технологій машинобудування Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– обробка в машинобудуванні.

БОЖКО Тетяна Євгенівна – асистент кафедри комп'ютерного проектування верстатів та технологій машинобудування Луцького державного технічного університету.

Наукові інтереси:

– машинобудування.

РУДЬ Віктор Дмитрович – доктор технічних наук, директор навчально-науково-виробничого інституту інженерних та інформаційних технологій при ЛДТУ, професор кафедри комп'ютерного проектування верстатів та технологій машинобудування.

Наукові інтереси:

– обробка матеріалів в машинобудуванні.

Подано 26.09.2007