

ВПЛИВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ НА УЩІЛЬНЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ДЕТАЛІ ПРИ ШЛІФУВАННІ СПЕЧЕНИХ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

Виявлено закономірності формування поверхневого шару деталі при фінішній обробці спечених порошкових матеріалів. Розглянуто механізм ущільнення поверхневого шару деталі та вплив параметрів режимів різання на твердість поверхні при шліфуванні.

Ключові слова: пористість, поверхневий шар, шліфування.

Т. BOZHKO

Lutsk National Technical University

AN EFFECT OF CUTTING PARAMETERS ON COMPACTION OF SURFACE LAYER OF A PART DURING GRINDING OF SINTERED POROUS MATERIALS

It was discovered regularities of formation of the surface layer of a part during finishing processing of sintered powder materials. It was examined the mechanism of compaction of the surface layer of a part and effect of the cutting parameters on surface hardness during grinding.

Keywords: porosity, surface layer, grinding.

Постановка проблеми. Характерною особливістю технологічних методів порошкової металургії є економія металу та підвищення продуктивності виробництва. Вироби конструкційного призначення, отримані методом порошкової металургії, наприклад шестерні, кільця підшипників, фланці, сепаратори в ряді випадків піддаються фінішній механічній обробці абразивним інструментом для видалення дефектного поверхневого шару і забезпечення потрібної точності та якості поверхні деталі. Але навіть м'які режими обробки призводять до зміни поверхневого шару, який знижує експлуатаційні властивості деталі. Процес шліфування пористих спечених матеріалів має значну відмінність у порівнянні з обробкою компактних матеріалів. Тому дослідження впливу режимів різання на якісні характеристики поверхневого шару спеченого пористого матеріалу є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями визначення шорсткості поверхні при шліфуванні пористих спечених матеріалів займалися такі вчені, як Артамонов А.Я. та Белькевич Б.А. [1,2], але вплив режимів різання на якість поверхневого шару деталі при абразивній обробці порошкових матеріалів на теперішній час досліджено не в повному обсязі.

Метою роботи є дослідження впливу режимів різання на ущільнення поверхневого шару деталі та на твердість поверхні при шліфуванні спечених пористих матеріалів.

Методика дослідження. Заготовки-зразки виготовлялись методом гідростатичного формування у гідростатичній установці з використанням маслостійких гумових еластичних оболонки. Необхідне значення пористості зразків досягалось за допомогою зміни питомого зусилля формування. Проведені досліди виконувались на зразках, які були виготовлені з порошків заліза марки ПЖР-3 ГОСТ 9849-86. Виготовлення заготовки проводилось в два етапи: пресування і спікання. Пресування залізного порошку проводилось за допомогою гумової форми у камері високого тиску, створюючи тиск, необхідний для отримання зразка заданої пористості. Спікання порошкових пресовок здійснювали в однокамерній печі під рідким затвором протягом двох годин. Температура спікання дорівнювала $T=1050^{\circ}\text{C}$.

Шліфування зразків проводилось без охолодження на універсальному плоскошліфувальному верстаті марки ЗГ71. Застосовувався шліфувальний круг із електрокорунда білого на керамічній зв'язці твердістю СМ2 марки 1А1 250х25х75 24А 20 СМ2 К6. Глибину шліфування змінювали в межах 0,01– 0,05 мм, швидкість деталі – в межах 5– 30 м/хв, поперечну подачу в межах 0,1– 0,5 мм/хід. Швидкість обертання круга встановлювалась рівною 35 м/с, а ширина шліфування – 15 мм.

Ступінь ущільнення поверхневого шару та характер зміни за глибиною при різних режимах різання досліджувався за допомогою металографічного методу [3]. Оцінку силового впливу на оброблювану поверхню деталі проведено через вимірювання її твердості до і після шліфування. Вимірювання твердості досліджуваної поверхні проводились за методом Брінелля на приборі 2109ТБ.

Результати досліджень. Типовий характер зміни ущільнення пористого матеріалу за глибиною поверхневого шару після обробки із швидкістю деталі $V_d=5$ м/хв та поперечною подачею $S=0,2$ мм/хід показано на рисунку 1.

Із результатів дослідження випливає, що на глибині 100 мкм залишкова пористість матеріалу рівна 5 % при початковій пористості 32 %. Ступінь ущільнення матеріалу з пористістю 32 % при шліфуванні із швидкістю деталі 5 м/хв та 15 м/хв відповідно рівна 88 % та 75 %, а при обробці з подачами 0,1мм/хід та 0,5мм/хід 92 % та 75 % відповідно. Товщина ущільненого шару, як показують рис 2 та 3 зі зменшенням поперечної подачі та швидкості різання зі збільшенням пористості зростає.

Найбільше значення товщини ущільненого шару спостерігається при шліфуванні деталі з пористістю 32 % із швидкістю різання 5 м/хв та поперечною подачею 0,1 мм/хід, а найменше – при обробці матеріалу з пористістю 24 % зі швидкістю різання 15 м/хв та поперечною подачею 0,5 мм/хід.

Пояснити це можна тим, що із збільшенням швидкості переміщення деталі зменшується час дії ріжучого інструмента на оброблюваний матеріал та звужується зона пластичної деформації і як наслідок, товщина ущільненого шару зменшується. При зменшенні поперечної подачі та глибини зрізуючого шару, зона деформації розширюється і як наслідок, збільшується товщина ущільненого шару.

На рисунку 4 показано мікрофотографія поперечного зрізу зразка пористістю 24 %, обробленого з поперечною подачею 0,1 мм/хід із швидкістю різання 5 м/хв.

Глибина ущільненого шару визначається, в першу чергу, хімічним складом матеріалу та режимами обробки. Металографічні дослідження показали, що при оптимальних параметрах технологічного процесу для зразків з порошку ПЖР-3 пластична деформація поверхневого шару зовнішньої поверхні при шліфуванні досягає 400 мкм.

Розгляд експериментальних результатів показує, що при шліфуванні з поперечними подачами 0,1..0,3 мм/хід отримується високодеформований та ущільнений поверхневий шар, а при обробці з поперечною подачею 0,5 мм/хід спостерігається пошкодження поверхневого шару у вигляді мікротріщин. Тобто, застосування великих поперечних подач при різанні пористих матеріалів призводить до погіршенню якості обробленої поверхні.

На рисунку 5 показано характер зміни твердості поверхні оброблюваного зразка залежно від швидкості заготовки та поперечної подачі. Мікротвердість вихідної заготовки марки ПЖР-3 з пористістю 24 % перед механічною обробкою становить НВ 46. Як впливає із рис. 3 твердість поверхні зразку з пористістю 24 % після обробки із швидкістю заготовки 4 м/хв зростає в 2 рази. Із збільшенням швидкості заготовки твердість поверхні неперервно зменшується. При $V_d=10$ м/хв вона приймає значення НВ 54, що в 1,52 рази менше твердості поверхні при обробці із швидкістю заготовки 4 м/хв.

Зниження твердості поверхневого шару в залежності із збільшенням поперечної подачі пояснюється впливом температурного фактора при шліфуванні на зниження твердості поверхні. Чим більша поперечна подача, тим більша температура шліфування і менша твердість поверхні деталі (рис. 6).

Були проведені експериментальні дослідження зміни твердості HB за глибиною дефектного шару після її шліфування з різною поперечною подачею S ($S_1=0,1$ мм/хід, $S_2=0,3$ мм/хід, $S_3=0,5$ мм/хід). На рис. 7 представлено результати вимірювання на різних рівнях поверхневого шару обробленого зразка. Як видно, по мірі віддалення від обробленої поверхні в глибину зразка твердість зменшується до вихідного значення НВ 46. Координата y , за якою твердість досягає вихідного положення визначає товщину ущільненого шару деталі. Чим менша поперечна подача та швидкість заготовки, тим більша товщина ущільненого шару.

Тому, виходячи із рис. 7 можна зробити висновки, що з метою підвищення твердості поверхневого шару шліфування потрібно проводити з мінімально можливою поперечною подачею, в даному випадку

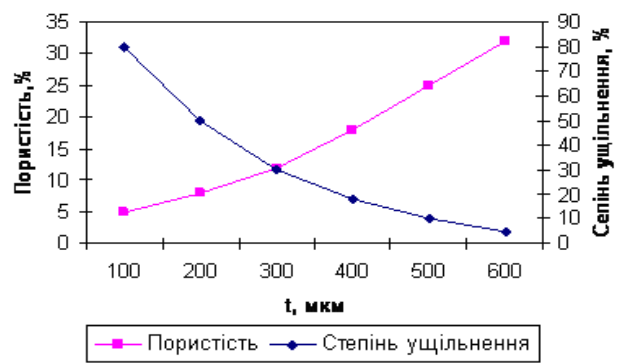


Рис. 1. Зміна пористості та ступеня ущільнення за глибиною поверхневого шару при $V_d=5$ м/хв, $S=0,2$ мм/хід

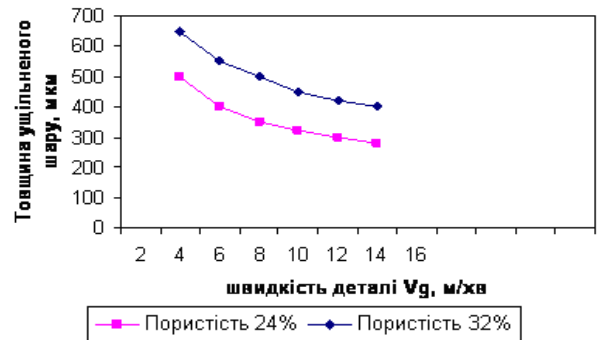


Рис. 2. Вплив швидкості заготовки на товщину ущільненого шару при $t=0,02$ мм, $S=0,2$ мм/хід

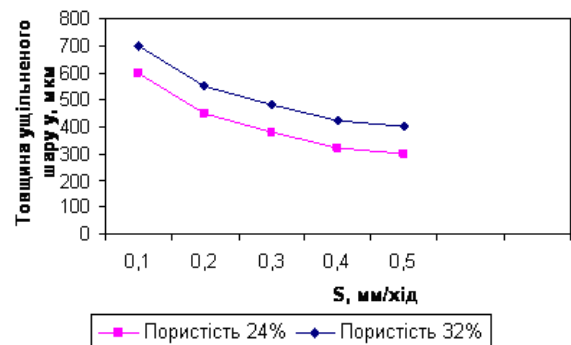


Рис. 3. Вплив поперечної подачі на товщину ущільненого шару при $t=0,02$ мм, $V_d=5$ м/хв.

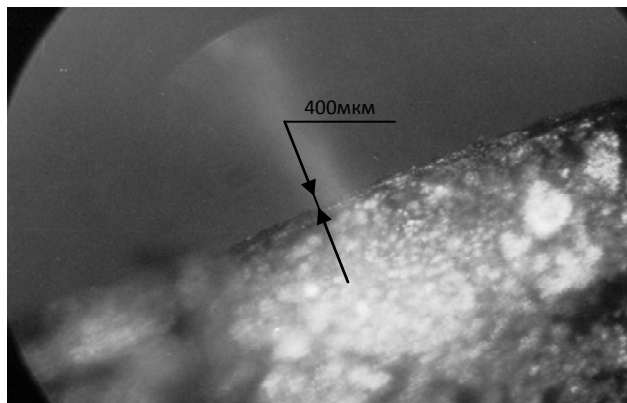


Рис. 4. Товщина ущільненого шару при $S=0,1$ мм/хід, $V_d=5$ м/хв, $V_{кр}=35$ м/с, $\theta=24$ %

рівною 0,1 мм/хід. Збільшення поперечної подачі призводить до зниження твердості поверхні, що буде негативно відобразитись на експлуатаційних властивостях оброблюваної деталі, тобто на її зносостійкості.

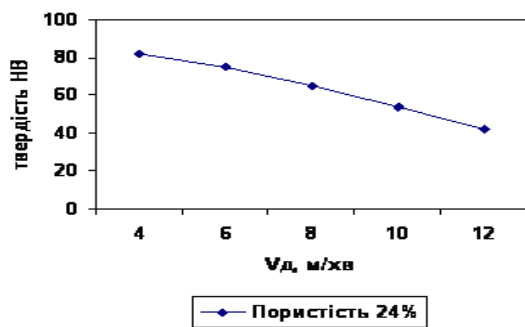


Рис. 5. Вплив швидкості заготовки на твердість поверхневого шару

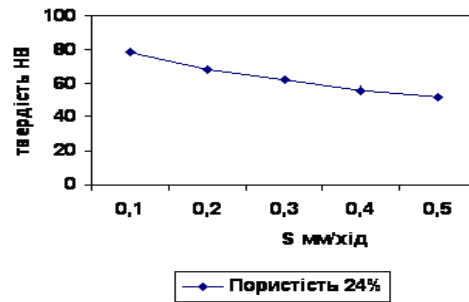
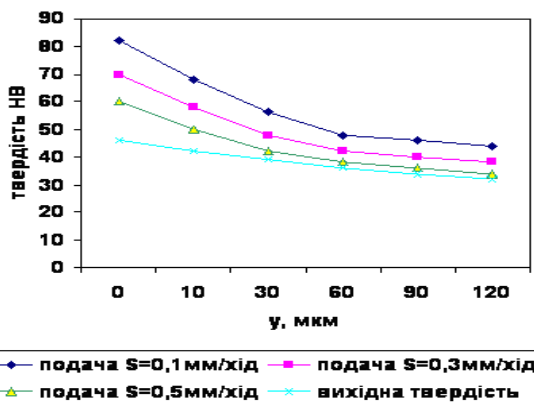
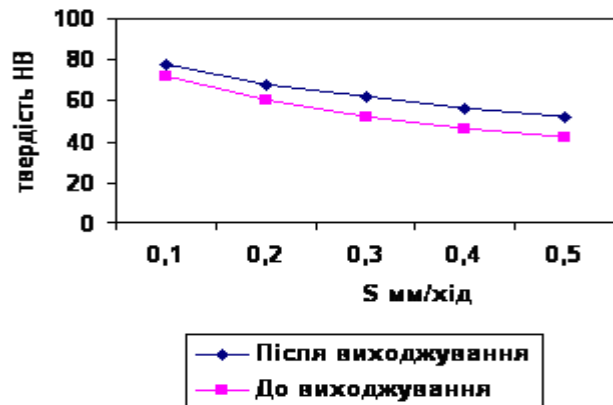


Рис. 6. Вплив поперечної подачі на твердість поверхневого шару

Рис. 7. Зміна твердості HB за глибиною дефектного шару після її шліфування з різною поперечною подачею S (1– $S=0,1$ мм/хід, 2– $S=0,3$ мм/хід, 3– $S=0,5$ мм/хід)Рис. 8. Залежність твердості HB поверхні зразка з пористістю 24% від поперечної подачі S до і після виходжування

На рис. 8 показано характер зміни твердості поверхні залежно від поперечної подачі до і після виходжування. Як видно, застосування виходжування дозволяє підвищити твердість поверхневого шару деталі.

Таким чином показано, що з ціллю підвищення твердості поверхневого шару деталі після шліфування необхідно обов'язково застосовувати виходжування, що дозволить підвищити якість оброблюваної поверхні.

Висновки:

1. Встановлено, що при шліфуванні спечених порошкових матеріалів спостерігається ущільнення поверхневих шарів деталі. Із збільшенням швидкості переміщення деталі зменшується час дії ріжучого інструмента на оброблюваний матеріал та звужується зона пластичної деформації і як наслідок, товщина ущільненого шару зменшується. При зменшенні поперечної подачі та глибини зрізуючого шару, зона деформації розширюється та збільшується товщина ущільненого шару.

2. Досліджено характер зміни твердості поверхні оброблюваного зразка залежно від режимів різання. Обробка пористого заліза різанням призводить до підвищення мікротвердості поверхневого шару в 2 рази. З метою підвищення твердості поверхневого шару шліфування потрібно проводити з мінімально можливою поперечною подачею, збільшення поперечної подачі призводить до зниження твердості поверхні, що негативно відображається на експлуатаційних властивостях деталі, що обробляється, тобто на її зносостійкості. Застосування виходжування дозволяє підвищити твердість поверхневого шару деталі.

Література

1. Артамонов А.Я. Влияние условий обработки на физико-механическое состояние металлокерамических материалов / Артамонов А.Я. – К. : Изд-во АН УССР, 1965. – 262 с.
2. Белькевич Б.А. Обработка металлокерамических материалов резанием / Белькевич Б.А. – Мн. : Наука и техника, 1965. – 100с.
3. Лахтин Ю. М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М. : Машиностроение, 1990. – 527 с.

References

1. Artamonov A.Ja. Vlijanie uslovij obrabotki na fiziko-mehanicheskoe sostojanie metallokeramicheskikh materialov. Kiev. 1965. 262 p.
2. Bel'kevich B.A. Obrabotka metallokeramicheskikh materialov rezaniem. Minsk. Nauka i tehnika, 1965. – 100 p.
3. Lahtin Ju. M., Leont'eva V.P. Materialovedenie. – Moskva. Mashinostroenie, 1990. – 527 p.

Рецензія/Peer review : 9.3.2013 р. Надрукована/Printed :8.4.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Марчук В.І.