

ВПЛИВ ЗЕРНИСТОСТІ АБРАЗИВА НА ІНТЕНСИВНІСТЬ СГЛАДЖУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

Шкурупій В.Г., канд. техн. наук

(Харківський національний економічний університет)

Вступ

Відомо, що продуктивність та якість абразивної обробки залежать від абразивної складової технологічного середовища [1].

Найбільш повний аналіз існуючих підходів до проблеми формоутворення поверхонь при абразивному зношуванні провів Цеснек Л.С. [2], що запропонував умовно розділити процес формоутворення поверхонь на «механічний» (макрофізичний) і мікрофізичний. Мікрофізичний підхід вимагає подальших теоретичних і експериментальних досліджень явищ, що відбуваються в зоні контакту абразивного зерна з матеріалом деталі й полірувальника.

Відповідно до механічної теорії, запропонованої Шубніковим А.В. [3], при абразивній обробці твердих тіл основним є вплив елементарних механічних процесів, у результаті яких руйнується матеріал і формується поверхневий шар оброблених деталей. При поліруванні твердих тіл відбувається сколювання й відривання часток, відділення стружки й наклеп - зміцнення обробленої поверхні матеріалу внаслідок пластичних деформацій. У твердому тілі при механічній обробці залежно від умов впливу абразиву виникає пружне й пластичне деформування або відбувається пластичне та крихке руйнування. Характер руйнування залежить від швидкості деформації твердого тіла. Крихке руйнування твердого тіла спостерігається при швидкості впливу, більше деякої величини. Сховане крихке руйнування приводить до утворення мікротріщин.

Постановка задачі

Необхідно, зважаючи на розвиток абразивної обробки розробити рекомендації по технологічному забезпеченню обробки поверхонь деталей з малими значеннями параметрів шорсткості поверхонь. Ціль роботи – дослідження впливу зернистості абразиву на інтенсивність згладжування нерівностей у процесі обробки поверхонь.

Основний зміст роботи

Згладжування поверхні оцінювали по параметрах шорсткості поверхні R_a , R_z до й після полірування. Параметри шорсткості поверхні оцінювали використовуючи профілограф-профілометр мод 252 з точністю $\pm 5\%$.

Обробку здійснювали на спеціальній установці для полірування. Діаметр полірувального круга 400 мм; швидкість переміщення деталі 0,5 – 8 м/хв; швидкість обертання полірувального круга обмежували збільшенням скидання з круга полірувальної пасти ($V_{кр} = 25 - 35$ м/с). Величина тиску на полірувальний круг 200 кПа (чим твердіше круг й більше частота його обертання, тим тиск більше). Для експеримента використовували електрокорунд білий марки 24А зернистістю

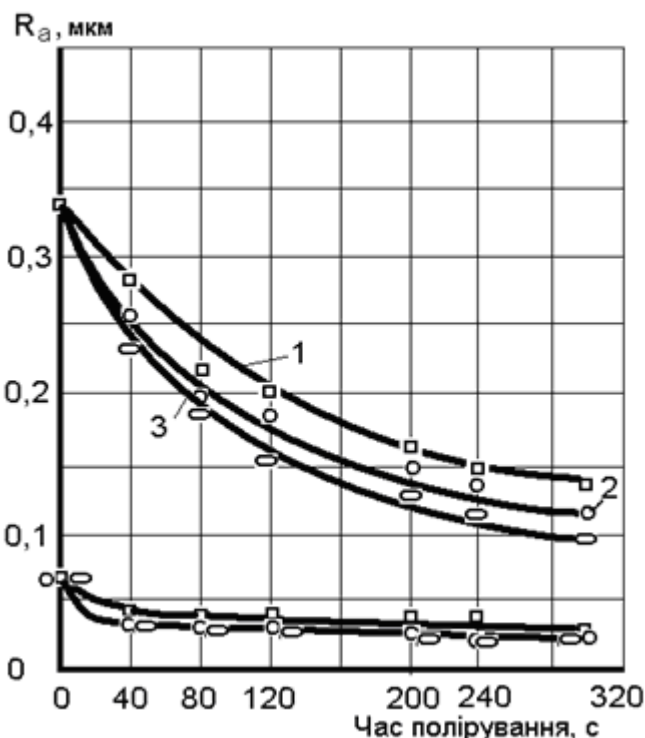


Рис 1. Залежність шорсткості поверхонь зразків із сталі марки 12Х18Н10Т від часу полірування при вихідній шорсткості 0,34 та 0,065 мкм: 1 – М3; 2 – М14; 3 – М28.

М3, М14 і М28. Витрата пасти 4 г/хв. Компоненти зв'язки: олеїнова кислота технічна марки А ДСТ 7580-55; триетаноламин МРТУ 6-02-407-68; синтетичні жирні кислоти фракції $C_{17} - C_{20}$ у відповідності з галузевим стандартом (ГСТ) 38-7-25-73; вода. В якості зразків використовували нержавіючу сталь марки 12Х18Н10Т розміром 50x50x5 мм. Вихідна шорсткість поверхні R_a зразків становила 0,34 та 0,065 мкм після шліфування й попереднього полірування. Попереднє полірування здійснювали зі зніманням металу в межах величини шорсткості вихідної поверхні.

На рис 1. приведена залежність шорсткості поверхонь зі сплаву марки 12Х18Н10Т від часу полірування пастами зернистістю М3, М14 та М28. Більша зернистість на першій стадії полірування більш ефективно забезпечує згладжування поверхні (R_a зменшується більш інтенсивно).

Це зв'язано в першу чергу з більшим контактним тиском на оброблювану поверхню, більш інтенсивним різанням, тому що кількість крайок абразивних зерен що беруть участь у мікрорізанні, значно більше, ніж при обробці дрібнозернистою пастою де на відносно більшій шорсткості поверхні превалює перекочування зерен. Чим менше шорсткість вихідної поверхні при однаковій

зернистості абразиву до обробки, тим менше інтенсивність її зменшення в процесі полірування. Однак, для однакової шорсткості вихідної поверхні при зменшенні різниці розмірів зерен електрокорунда і висоти нерівностей вихідної поверхні інтенсивність зменшення висотних розмірів параметрів шорсткості вихідної поверхні в процесі полірування значно менше, ніж при збільшенні різниці розмірів зерен і висоти нерівностей.

Аналіз залежностей (рис.1) показує, що для кожної зернистості абразива є тільки їй притаманна висота нерівностей полірованої поверхні (при рівній шорсткості вихідних поверхонь). Зі збільшенням розміру зернистості від величини, відповідної R_{max} до величин, перевищуючих в десятки раз R_{max} інтенсивність згладжування збільшується.

Геометричні параметри абразивного зерна можна оцінювати по кількості ріжучих крайок і величині кутів поверхонь, що їх утворюють, а також по радіусам закруглення цих кутів.

Для з'ясування механізму різання-шкрябання має особливе значення характеристика абразивних зерен по останній ознаці.

Абразивні зерна, застосовувані при поліруванні металів, мають форму неправильних багатогранників. Фотографії окремих абразивних зерен електрокорунда наочно ілюструють неправильність і розмаїтість геометричної форми абразивних зерен.

Ваксером Д.Б. [4] зроблена замальовка різних абразивних матеріалів великої зернистості з визначенням кутів між протилежними гранями зерен і радіусів вершин.

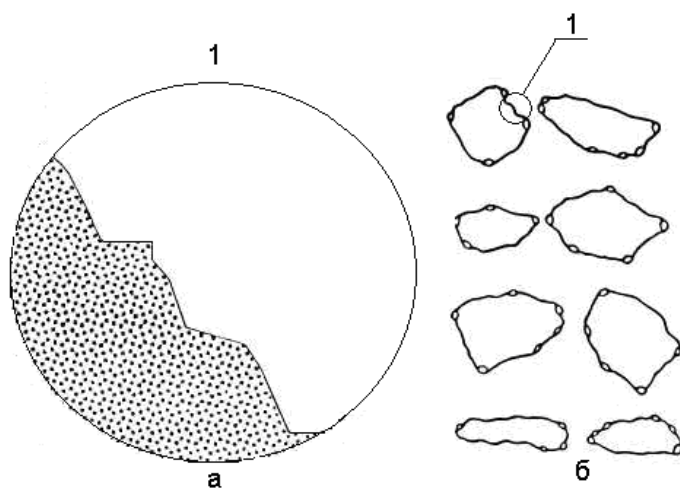


Рис. 2. Схематичне зображення профілів абразивних зерен до обробки.

Установлено, що кути між гранями зерен переважно змінюються в межах $100-130^\circ$. Значно рідше зустрічаються кути $60-90^\circ$. На рис. 2 зображені замальовки профілів зерен до обробки для різних абразивних матеріалів [4]. Найбільш часто маємо кут між протилежними гранями зерен порядку 110° . В дослідженнях Маслова Е.Н. робиться висновок, що кут при вершині елементів зерен, що дряпають, близький до 90° . Цілком імовірно, що зазначені автори досліджували абразивні матеріали, отримані в різних

технологічних умовах (наприклад, для корундового зерна його властивості будуть залежати від розміру блока, що виплавляється, швидкості його охолодження, способу подрібнення і ін.). Вершини всіх кутів досліджуваних зерен мають закруглення в межах приблизно від 6 до 50 мкм. Найбільш часто зустрічаються вершини з радіусом 10–25 мкм. В результаті проведених досліджень автори прийшли до висновку, що зі зменшенням розміру зерен суттєво зменшуються і радіуси округлення вершин.

Кашеев В.Н. [5] зробив вимір радіуса закруглення кутів і виступів карборундового й електрокорундового зерен. Причому, для обох видів абразивних матеріалів зерна 500–600 мкм (відповідні зернистості № 50) мали середнє значення радіуса закруглення на п'ятисот вимірів рівне 1,26 – 12,1 мкм, а середнє найбільш імовірне значення радіуса закруглення рівне 6,68 мкм.

При вимірі карборундових зерен крупністю від 177 до 250 мкм (відповідає зернистості № 16), середнє значення радіуса закруглення вийшло рівним 12,1 мкм, а найбільш імовірне 6,1; для більш дрібних зерен, просіяних крізь сито № 270 (поперечник зерен менш 58 мкм), найбільш імовірне значення радіуса закруглення стало менше вдвічі, тобто дорівнює 3,3 мкм, а середнє значення радіуса закруглення виявилось рівним 5,1 мкм.

Аналізуючи отримані результати виміру, необхідно звернути увагу на не пропорційне зменшення радіусів закруглення зі зменшенням розмірів абразивних зерен.

Якщо розміри зерен карборунду змінювалися від 177–250 мкм до 58 мкм і менш тобто, приблизно в 4,3 рази, то найбільш імовірне значення радіуса закруглення зменшилося з 6,1 мкм до 3,3 мкм, тобто в 2 рази, а середнє значення радіуса закруглення змінювалося з 12,1 мкм до 5,1 мкм, тобто в 2,3 рази. Не пропорційне зменшення радіусів закруглення зі зменшенням розмірів абразивних зерен може бути використане при поясненні: відносної міцності абразивних зерен різної величини; зміни продуктивності процесу полірування поверхонь металів зі зміною розміру зерен; механізму більш ефективного різання абразивними зернами більшої зернистості.

Таким чином, дослідженнями великої кількості абразивних матеріалів (різної величини зерен) установлено, що абразивні зерна не мають виступів з точними кристалографічними кутами, а завжди мають округлені вершини.

Про вплив форми абразивного зерна, радіусів округлення вершин перетину поверхонь зерен свідчать і результати експерименту по поліруванню

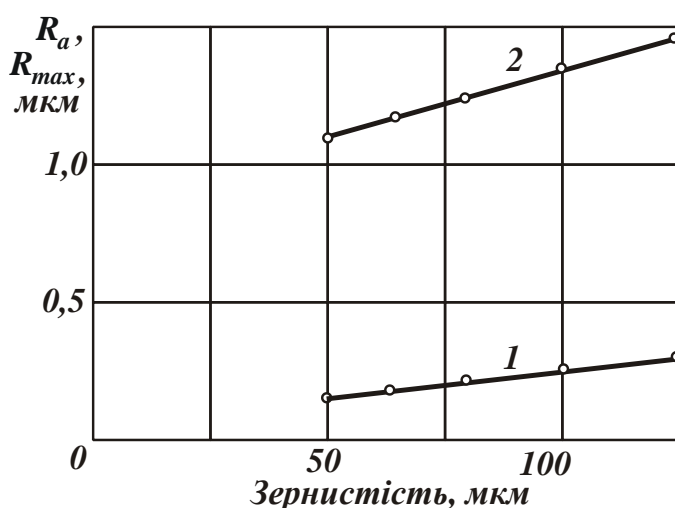


Рис. 4. Вплив зернистості абразиву на інтенсивність зміни значень висотних параметрів шорсткості поверхні (режим обробки: тиск 40 МПа; швидкість різання 35 м/хв.; тривалість обробки 20 с; 1 – R_a ; 2 – R_{max} ; до обробки $R_a = 0,68$ мкм, $R_{max} = 3,64$

алмазними стрічками (рис. 2). Збільшення зернистості закріплених на стрічці алмазних зерен збільшує значення R_a в той час як збільшення зернистості вільних (не закріплених) зерен електрокорунда від М3 до М28 приводить до зменшення значень R_a .

Порівняння зерен електрокорунда з алмазними показує, що крайки алмазних зерен більш гострокутні ніж абразивних, а це вказує на схильність алмазних зерен більш

активно шаржуватись в поверхневі шари матеріалу деталі та полірувальника. Для активізації процесу знімання матеріалу деталі необхідно використовувати алмазні зерна, а для вигладжування поверхневого шару необхідно використовувати овалізовані зерна, які мають схильність до перекатування. При обробці такими зернами створюються дотичні й нормальні напруги, що залежать від нормального навантаження на оброблювану поверхню. Згладжуючий полірувальний ефект збільшується від дії дотичних напружень.

Вибір абразиву для обробки необхідно виконувати з урахуванням розміру, форми та твердості абразивних часток, тому що при збільшенні розміру і твердості швидкість зняття матеріалу збільшується, але одночасно погіршуються фізико-хімічні параметри поверхні, шорсткість та глибина дефектного шару. Таким чином, поліруюча здатність абразивів визначається початковою формою зерен та динамікою їх зміни в процесі обробки. В залежності від вимог для збільшення гладкості та зменшення шаржування зерен необхідно на заключних етапах обробки застосовувати зерна, грані яких утворюють кут наближений до 180° (форма зерен має наближатись до сферичної поверхні).

Полірування деталей необхідно виконувати в кілька переходів з використанням мікропорошків різної зернистості. Основні допущення: швидкість знімання матеріалу пропорційна розміру абразивних зерен; ймовірність оплавлення нерівностей на поверхні незначна; відбувається процес мікрорізання шаржованими в полірувальник зернами та вигладжування зернами, що перекочуються.

Список літератури

1. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник / Под ред. проф. А.Н. Резникова. – М.: Машиностроение, 1977. – 390 с.
2. Цеснек Л.С. Механика и микрофизика истирания поверхностей. – М.: Машиностроение, 1979. – 264 с.
3. Шубников А. В. Элементарные механические явления при шлифовании и полировании. – М.: Изд. АН СССР, сб.: Качество поверхности деталей машин, 1957, №3. – С. 32-35.
4. Ваксер Д. Б. Пути повышения производительности абразивного инструмента при шлифовании. – М.–Л.: Машиностроение (Ленинградское отделение), 1964. – 176 с.
5. Кащеев В. Н. Абразивное разрушение твердых тел. – М.: Наука, 1970. – 247 с.