

ЗМІНА ШОРСТКОСТІ І МІКРОТВЕРДОСТІ ПОВЕРХНІ ПРИ ОБКАТУВАННІ РОЛИКОМ

Мета роботи. Дослідження впливу умов обкатування роликком на шорсткість і твердість оброблюваної поверхні.

Загальні відомості. У сучасному машинобудуванні є тенденція до заміни обробки металів різанням обробкою тиском в холодному стані, що дає ряд переваг перед обробкою різанням, зокрема, поліпшення і зміцнення поверхневого шару. Причому у виробничих умовах така заміна використовується як у випадках остаточної обробки поверхонь, заздалегідь підготовлених різанням, так і в процесі формоутворення нових поверхонь. У якості прикладів таких процесів стосовно курсу спеціальних видів обробки металів тиском можна назвати виготовлення періодичних профілів прокату, накатування різьб та профілів, тощо.

Механічні способи зміцнення робочих поверхонь деталей засновані на здібності металів до деформацій і відповідного зміцнення поверхневих шарів металу в результаті дії зміцнювально-калібруючого інструменту на оброблювану поверхню.

Способи механічного поверхневого зміцнення деталей машин вигідно відрізняються від інших методів зміцнення (термічних, хіміко-термічних, хімічних, електрохімічних і інших) тим, що при обробці тиском забезпечується отримання деталей з достатньо високою точністю розмірів (вище 7 - 8 квалітетів). Параметр шорсткості R_a , при цьому, забезпечують в межах від 1,25 до 0,32 мкм. При поверхневій механічній обробці відбувається необхідне деформаційне зміцнення металу. При цьому в поверхневому шарі оброблюваного металу виникає зазвичай сприятлива залишкова стискаюча напруга.

При обробці зовнішніх поверхонь тіл обертання (валів) широко застосування як обробна операція отримало обкатування кулями і роликками. Під дією кулі або ролика, твердість якого вища за твердість оброблюваного матеріалу, відбувається деформація виступаючих нерівностей оброблюваної поверхні: метал виступів мікронерівностей "розтікається" в обидві сторони, заповнюючи суміжні западини; шорсткість поверхні при цьому зменшується. Широко використовують зміцнюючу обробку при виготовленні деталей ковальсько-штампувальних машин і особливо при обробці штоків штампувальних молотів. Зміцнення обкатом штока підвищує його довговічність від чотирьох до шести разів.

Схема деформації нерівностей при обкатуванні кулею або роликком показана на рис. 5.1.

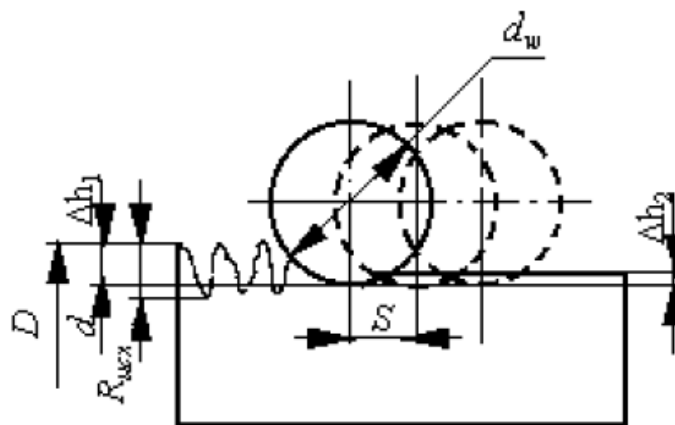


Рис. 5.1. Схема деформації нерівностей при обкатуванні кулькою або роликом

На схемі наочно показано дві характерні зони: перша зона з Δh_1 - зона пружної і пластичної деформації; друга зона пружної деформації зворотного знаку або "пружного" відновлення висотою Δh_2 . Як видно зі схеми, при пластичній деформації мікронерівностей утворюється не тільки новий рельєф поверхні, але і змінюються розміри деталі. У місці контакту кульки або ролика з оброблюваною поверхнею виникає об'ємно-напружений стан, який приводить до зміни таких фізичних показників поверхневого шару металу як твердості, меж текучості і міцності.

Відмічені показники, отримані шляхом обкатування кулькою або роликом поверхні, залежать від режимів обкатування, зокрема від зусилля обкатування P , подачі S , діаметру кулі d або діаметру ролика d_p , числа робочих ходів n .

Висота мікронерівностей в процесі обкатування помітно зменшується при збільшенні контактного тиску і зменшенні величини подачі. Висоту нерівностей R_z , мкм, при обкатуванні поверхні роликом або кулею можна розрахувати по формулі

$$R_z = R_{z_0} [1 - k_c (104 - \delta_s) \cdot \lg(q / \lambda)] \quad (5.1)$$

де R_{z_0} - початкова висота нерівностей, мкм;

k_c - коефіцієнт, залежний від способу чистової обробки: при обкатуванні кулею $k_c = 0,0076$; при обкатуванні роликом $k_c = 0,00715$;

λ - коефіцієнт, залежний від характеру розподілу напруги в осередку деформації: при обкатуванні кулею $\lambda = 6,0$; при обкатуванні роликом $\lambda = 6,5$;

δ_s - межа текучості оброблюваного металу, Н/мм²;

q - величина тиску накатування, Н/мм².

Дослідами встановлено, що для орієнтовних розрахунків величину тиску q можна приймати в межах від $1,8 \delta_B$ до $2,2 \delta_B$.

Якщо відома сила накатування P , то q можна знайти по формулі

$$q = \sqrt{\frac{0,126 \cdot P \cdot E \cdot (D/d + 1)}{D \cdot b_1}} \quad (5.2)$$

де E - модуль пружності оброблюваного матеріалу, Н/мм²;

b_1 - ширина контакту ролика з оброблюваною деталлю, мм;

D, d - діаметр оброблюваної деталі і ролика, відповідно, мм.

Число робочих ходів і швидкість обкатування в меншій мірі впливають на шорсткість поверхні.

Характеристика зміцнення. В процесі обкатування поверхні кулькою або роликом відбувається деформаційне зміцнення поверхневого шару. Глибина зміцненого шару деталі може коливатися у великих межах, від декількох мікрометрів до десятих долей міліметра. Ступінь зміцнення і величина залишкової напруги змінюються по глибині зміцненого шару. Про ступінь зміцнення деталі можна судити за наслідками вимірювання твердості поверхневого шару.

Матеріали, інструмент, устаткування. Для проведення лабораторної роботи необхідні: трикулачковий патрон, різець прохідний, центр, що обертається, роликовий обкатник, токарно-гвинторізний верстат моделі, наприклад, 1К62М, профілограф - профілометр, прилад для вимірювання твердості, мікрометр, циліндричні зразки діаметром 80 мм із сталі 45.

Порядок проведення роботи.

1. Встановити заготовку в центрах верстата, різець - в різцетримач супорта.
2. Встановити режим різання: $s=0,3$ мм/об; $t=0,2 - 0,5$ мм; $v = 2,5$ м/с.
3. Проточити з однією установкою всі ділянки заготовки.
4. Зміряти мікрометром діаметри всіх ділянок в двох взаємно перпендикулярних перетинах.
5. Зміряти середнє арифметичне відхилення профілю R_a на всіх проточених ділянках на профілометрі.
6. Закріпити заготовку в центрах верстата, а в різцетримачі замість різця встановити роликовий обкатник (рис. 5.2).
7. Встановити режими обкатування: $s = 0,2$ мм/об, $v = 0,5$ м/с.
8. Встановити для першого поясочка зусилля обкатування P_{01} . Для цього, підвести обкатник до торкання роликом поверхні першого поясочка і обертанням гвинта навантаження зробити подачу на 0,1 мм. Обкатати поясочок за один робочий хід. Повторити вказані прийоми для решти ділянок, послідовно змінюючи тиск обкатування, кожного разу збільшуючи подачу на 0,1 мм.
9. Обкатати різні ділянки з різною швидкістю подачі s .
10. Зміряти діаметри поясочків і шорсткість їх поверхні на всіх ділянках.
11. Зміряти твердість початкової і обкатаної поверхонь.

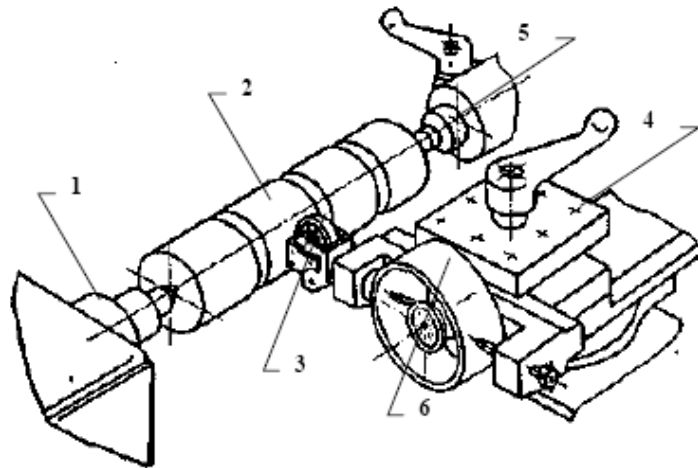


Рис. 5.2. Схема роботи обкатника

1 - патрон верстата; 2 - заготівка; 3 – ролик обкатник; 4 - різцетримач;
5 - центр; 6 - динамометр

Зміст звіту. Звіт повинен містити:

1. ескізи зразків з вказівкою марки оброблюваного матеріалу, його характеристики, розміри до і після обробки;
2. схему установки, заготівки і обкатки;
3. розрахунки теоретичної висоти мікронерівностей, отримані по формулі 5.1 і тиску по формулі 5.2. Результати дослідів звести в таблицю 5.1.;
4. графіки залежностей шорсткості поверхні від зусилля і подачі. На графіку провести горизонтальні лінії, відповідні межах областей шорсткості;
5. зробити висновки.

Контрольні питання:

1. Що більшою мірою впливає на шорсткість обкатаної поверхні: величина тиску або подачі?
2. Від чого залежить глибина зміцненого шару?
3. Як оцінюється ступінь зміцнення деталі?
4. Які методи зміцнювально-калібруючої і формоутворювальної обробки металів ви знаєте?

Літератур: [1], [3], [6].

Таблиця 5.1. - Зведена таблиця дослідних даних

| Режими обкатування | Шорсткість R_a або R_z поверхні | | Твердість, HRC поверхні | | Висота нерівностей R_z | Величина тиску q | Примітка |
|--|---|--|-------------------------|-----------|--------------------------|--------------------|----------|
| | початкової | обкатаної | початкової | обкатаної | | | |
| $v=30$ м/хв $s=0,2$ мм/об P_{01} P_{02} P_{03} P_{04} P_{05} | R_{z01} R_{z02} R_{z03} R_{z04} R_{z05} | R_{z1} R_{z2} R_{z3} R_{z4} R_{z5} | | | | | |
| $v=30$ м/хв $P_0=1000$ Н S_1 S_2 S_3 S_4 S_5 | R_{z01} R_{z02} R_{z03} R_{z04} R_{z05} | R_{z1} R_{z2} R_{z3} R_{z4} R_{z5} | | | | | |