

Лекція №16

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ФІНІШНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ НА ШЛІФУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ

Шліфуванням називається процес обробки поверхонь деталей машин абразивним (шліфувальним) інструментом – головним чином шліфувальними кругами. Для шліфування використовуються також бруски, шкурки, пасти.

При обертанні шліфувального круга в зоні його контакту із заготовкою абразивні зерна зрізують матеріал у вигляді величезної кількості тонких стружок (до 10^8 за хвилину). Процес різання здійснюється на дуже великих швидкостях – більше ніж 30 м/с. Оброблена поверхня являє собою сукупність мікрослідів абразивних зерен і має низьку шорсткість. Частина абразивних зерен гострих кромки, здатних різати, не має, тому такі зерна виконують роботу тертя по поверхні різання, внаслідок чого оброблювана поверхня заготовки дуже нагрівається з утворенням дефектного поверхневого шару деталі. Для зменшення теплової дії процес шліфування виконують із значною подачею в зону різання змащувально-охолодних рідин.

Застосовується шліфування головним чином для остаточної чистової обробки і є основним методом одержання високої точності (IT6...IT5) і незначної шорсткості оброблюваних поверхонь ($Ra = 0,63...0,16$). Шліфуванням можна обробляти різні – як дуже м'які, так і найбільш тверді матеріали, включаючи загартовані сталі і тверді сплави для яких шліфування є переважним методом обробки. Шліфувати можна поверхні різної форми: плоскі, циліндричні, конічні, фасонні. Відповідно до цього застосовують різні способи шліфування, найбільш поширеними з яких є кругле і плоске шліфування.

При шліфуванні використовують абразивний інструмент. **Абразивним** називається **інструмент**, який складається із зерен абразивного (шліфувального) матеріалу, скріпленого між собою спеціальною зв'язкою. Найчастіше використовуються для шліфування шліфувальні круги.

За формою шліфувальні круги бувають плоскі прямі (для круглого зовнішнього, внутрішнього та плоского шліфування), чашкові циліндричні та конічні (для плоского шліфування).

Для виготовлення шліфувальних кругів переважно застосовують електрокорунд (кристалічний оксид алюмінію Al_2O_3), карбід кремнію SiC (карборунд) та кубічний нітрид бору (ельбор).

Зерна абразивних матеріалів з'єднують в одне ціле за допомогою різних неорганічних та органічних зв'язок. У практиці широко використовують з неорганічних – керамічну (К), а з органічних – бакелітову (Б) та вулканітову (В) зв'язки.

Керамічна складається з вогнетривкої глини, польового шпату, тальку, крейди, кварцу і рідкого скла. Завдяки значній міцності, водостійкості, що дозволяє працювати із застосуванням охолодної рідини, і жаростійкості абразивний інструмент на керамічній зв'язці набув переважного поширення. На цій зв'язці виготовляють до 90% шліфувальних кругів.

Абразивний інструмент на бакелітовій зв'язці, що являє собою синтетичну смолу, має велику міцність і пружність, але порівняно низьку теплостійкість (до 180°C). Шліфувальні круги на цій зв'язці використовують для чистового шліфування.

Абразивний інструмент на вулканітовій зв'язці, яка складається з каучуку, сірки та інших речовин, має велику міцність і пружність, але низьку теплостійкість. Круги на цій зв'язці можуть бути дуже тонкими і використовуватись переважно для відрізних робіт.

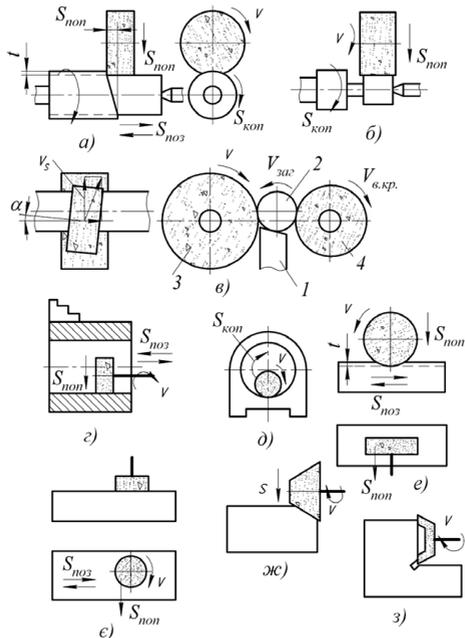
Міцність зв'язки визначає гранично допустиму швидкість різання (до 50 м/с), а також іншу характеристику шліфувального круга – твердість. Під *твердістю абразивного інструменту* розуміють опір зв'язки вириванню абразивних зерен зовнішньою силою. За встановленою шкалою є 7 класів твердості: м'який – М, середньом'який – СМ, середній – С, середньотвердий – СТ, твердий – Т, дуже твердий ДТ, надзвичайно твердий – НТ.

Твердість круга вибирають за правилом: чим твердіший оброблюваний матеріал, тим більш м'яким повинен бути круг, і навпаки.

Схеми круглого і плоского шліфування. Кругле зовнішнє шліфування може здійснюватись з поздовжньою подачею або тільки з поперечною (врізне шліфування).

В першому випадку поперечна подача $S_{\text{поп}}$ на глибину різання t здійснюється шліфувальним кругом в кінці поздовжнього ходу заготовки в напрямі, перпендикулярному до її осі. За другою схемою шліфують циліндричні, конічні, фасонні поверхні, довжина яких менша ширини шліфувального круга. В обох випадках, як і при інших видах шліфування, головний рух зі швидкістю $V = 20 \dots 40$ м/с здійснює шліфувальний круг. Обертання заготовки називається *коловою подачею*.

Схема зовнішнього безцентрового шліфування з поздовжньою подачею заготовки показана на рисунку. Принцип цього способу шліфування полягає в тому, що заготовку 2 не закріплюють у затискному пристрої верстата, а кладуть на упор (ніж) 1 і пропускають між двома встановленими на певній відстані один від одного шліфувальними кругами. Один з них – круг 3 – є шліфувальним. Він обертається з великою швидкістю ($V = 30 \dots 60$ м/с). Другий круг 4, що називається ведучим, обертається з набагато меншою швидкістю ($V_{\text{в.кр.}} = 0,2 \dots 1,0$ м/с). Завдяки зрізу ножа 1 заготовка притискується до ведучого круга і внаслідок більшого коефіцієнта тертя між цим кругом і заготовкою вона обертається зі швидкістю, близькою до швидкості ведучого круга.



Схеми круглого і плоского шліфування

Оскільки ведучий круг повернутий відносно шліфувального круга на кут α ($1,5 \dots 6^\circ$ при чорновому і $0,5 \dots 1,5^\circ$ при чистовому шліфуванні), швидкість його обертання $V_{в.кр.}$ розкладається на дві складові – V_z і V_s . Складова V_z забезпечує поздовжню подачу заготовки зі швидкістю

$$V_z = V_{в.кр.} \cdot \sin \alpha$$

Друга складова

$$V_s = V_{в.кр.} \cdot \cos \alpha$$

є швидкістю обертання заготовки (колова подача).

На рисунку показані схеми внутрішнього шліфування. В першому випадку колову подачу отримує заготовка, в другому – шліфувальний круг.

Внутрішнє шліфування за схемою застосовують у тих випадках, коли заготовці неможливо (або технічно надто складно) надавати обертового руху.

Плоске шліфування залежно від методу роботи розрізняють периферією плоского або торцем чашкового круга. Закріплена на столі верстата деталь виконує зворотно- поступальний рух (поздовжня подача S_{noz}), шліфувальний круг крім головного руху зі швидкістю V здійснює в кінці поздовжнього ходу поперечну подачу S_{non} , а після шліфування всієї площі – вертикальне переміщення на глибину різання t .

При обробці плоских похилих і вертикальних поверхонь використовують конічні чашкові круги.

Основними елементами режиму різання при шліфуванні є швидкість різання,

подача і глибина різання. Швидкістю різання при всіх видах шліфування є колова швидкість шліфувального круга. При круглому шліфуванні елементами режиму різання є також колова швидкість заготовки, поздовжня і поперечна подачі.

Колова швидкість заготовки – це колова подача $S_{кол}$, м/хв.

Поздовжня подача $S_{поз}$ – величина переміщення заготовки відносно шліфувального круга за один її оберт (мм/об.заг).

Поперечна подача $S_{поп}$ (мм/подв.хід або мм/хід) – величина переміщення шліфувального круга в напрямі, перпендикулярному до осі заготовки, що здійснюється в крайніх її положеннях. Вона чисельно дорівнює глибині різання t .

Фінішна обробка поверхонь

Розвиток сучасного машинобудування, пов'язаний з підвищенням навантажень на деталі машин, збільшенням швидкостей руху, зниженням маси конструкцій ставить особливо високі вимоги щодо якості обробки поверхневих шарів деталей. Ці вимоги часто не можуть бути виконані описаними методами обробки. Тому потрібна додаткова обробка, яка б забезпечувала більш високу точність і меншу шорсткість поверхонь.

Чистові методи обробки відзначаються малими силами різання, невеликими глибинами різання, незначним тепловиділенням. Тому заготовки деформуються дуже мало.

Найпоширенішими методами чистової обробки поверхонь деталей машин є *хонінгування*, *суперфініш*, *притирання* і *полірування*. Усі ці методи супроводжуються зніманням стружки з оброблюваної поверхні.

Хонінгування

Хонінгування застосовують для отримання поверхонь високої точності і малої шорсткості, а також для створення специфічного мікропрофілю обробленої поверхні. Такий профіль потрібний для утримання мастила при роботі пари тертя, наприклад, циліндр – поршень в двигуні внутрішнього згорання.

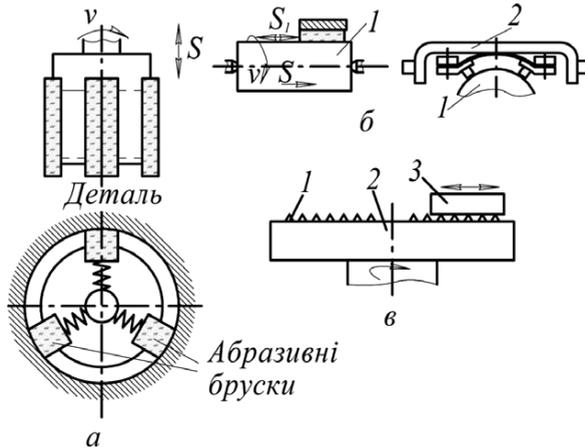
Внутрішня поверхня нерухомої заготовки оброблюється дрібнозернистими абразивними брусками, закріпленими в хонінгувальній головці (*хоні*). Хон обертається (головний рух) і одночасно здійснює зворотно-поступальний рух подачі вздовж осі оброблюваного отвору.

Хонінгувальна головка розсувна. В її конструкції передбачений механізм радіального переміщення державок з брусками. Під дією пружин бруски в процесі роботи притискаються до оброблюваної поверхні.

Хонінгуванням виправляють похибки форми від попередньої обробки у вигляді відхилень від округлості, циліндричності тощо. Точність хонінгованих отворів досягає IT7...IT6 а шорсткість – до $Ra = 0,04$.

Хонінгування здійснюють з активним охолодженням зони різання змащувально-охолоджуючими рідинами – гасом, сумішшю гасу з веретенним мастилом, водно-мільними емульсіями.

Вібраційне хонінгування, яке застосовується останнім часом і полягає в тому, що хон під час свого зворотно-поступального руху здійснює ще і коливальний рух (осциляцію) з частотою 300...400 коливань за хвилину і амплітудою 2...6 мм забезпечує ще більшу точність обробки і меншу шорсткість.



Схеми чистової обробки поверхонь деталей машин:

a – хонінгування; *б* – суперфініш; *в* – притирання

Суперфініш

Суперфінішем зменшують шорсткість поверхні, що залишилась від попередньої обробки. Деталь 1 оброблюють абразивними брусками, встановленими в спеціальній головці 2. Внаслідок поєднання трьох рухів: обертального і поздовжнього заготовки (відповідно v і s) і коливного (осцилюючого) головки з брусками (s_1) поверхня стає надзвичайно гладенькою ($Ra = 0,02$). На ній утворюється щільна сітка мікронерівностей, що забезпечує більш сприятливі умови взаємодії поверхонь тертя.

Процес суперфінішування супроводжується інтенсивним застосуванням змащувально-охолоджуючої рідини і ведеться до тих пір, поки мастило на оброблюваній поверхні не утворить суцільну плівку, яку не можуть прорвати абразивні зерна брусків.

Зазвичай суперфінішування не усуває похибок форми, отриманих від попередньої обробки (хвилястість, конусність, овальність тощо), але удосконалення цього процесу дозволяє знімати більш значні шари металу і зменшувати похибки попередніх робіт.

Притирання

Поверхні деталей машин, оброблених на металорізальних верстатах, завжди мають відхилення від правильних геометричних форм і заданих розмірів. Ці

відхилення можуть бути усунені *притиранням* (доведенням).

Процес здійснюється за допомогою притирів відповідної геометричної форми. На притир наносять абразивну пасту

1 або дрібний абразивний порошок, змішаний з мастилом. Матеріал притирів повинен бути м'якшим за оброблюваний матеріал (чавун, мідь, тверді породи дерева). Паста чи порошок проникають в поверхню притира і утримуються нею так, щоб при відносному русі кожне абразивне зерно могло знімати дуже малу стружку.

Притир *2* із заготовкою *3* повинні здійснювати різнонаправлені рухи, з тим, щоб траєкторії руху кожного зерна не повторювались. Мікронерівності згладжуються за рахунок хіміко-механічної дії на поверхню заготовки.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які особливості обробки деталей шліфуванням ви знаєте?
2. Який існує інструмент для шліфування?
3. Відобразіть схеми круглого зовнішнього шліфування.
4. Які схеми внутрішнього шліфування ви знаєте і можете відобразити?
5. Відобразіть схеми плоского шліфування.
6. Які режими різання при шліфуванні ви знаєте?
7. Які методи чистової обробки ви знаєте?
8. Дайте характеристику хонінгуванню.
9. В чому полягає притирання?
10. В чому полягає процес суперфінішної обробки?