

Лекція 2.10

Основні схеми фінішної обробки поверхонь

При шліфуванні **зовнішніх циліндричних поверхонь** використовують (рис. 1):

- Поздовжнє або осцилююче шліфування.
- Глибинне - рух подачі поздовжній і врізний. Коло має робочий конус і частину, що калібрує. Для припусків великої величини (0,1 - 0,8 мм).
- Врізне - рух подачі тільки перпендикулярно осі обертання заготовки (шийки валів). $l_{\text{шлиф}} < B$ (висоти) кола.
- Комбіноване - вимога великої точності перпендикуляра торця до діаметра поверхні. Коло повернуть на 450.
- Обробка кінцевих поверхонь конусним колом, поворотом на кут шпиндельної бабки й поворотом стола (для довгих деталей)

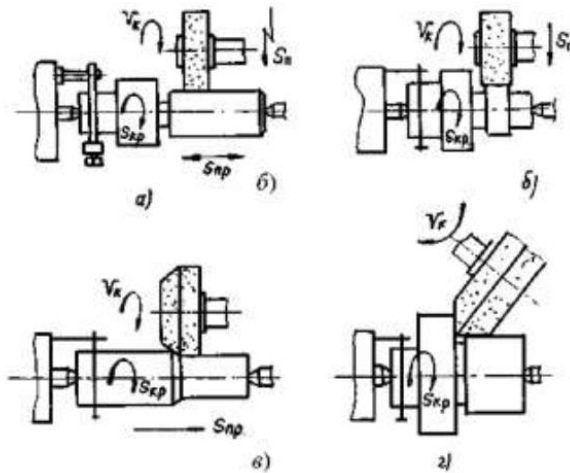


Рисунок 1 – Схеми шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь

а - шліфування з поздовжньою подачею; б – врізне шліфування; в- глибинне шліфування; г- спільне шліфування циліндричної поверхні й торця

Шліфування виконують на круглошліфувальних верстатах.

Швидкість різання $V=35-60$ м/с забезпечується за рахунок обертання шліфувального круга. Заготовку в більшості випадків встановлюють у жорстких центрах та забезпечують її обертання зі швидкістю 10-20 м/хв.

При шліфуванні з поздовжньою подачею стіл переміщується стосовно круга з подачею $D_{спр}$, що визначається у частках ширини шліфувального круга на один оберт заготовки.

Після проходу круга по всій довжині поверхні L_d здійснюють поперечну подачу $D_{споп}$, яка є глибиною різання. Після цього цикл рухів повторюється. Поперечна подача $D_{споп}$ залежно від етапу обробки (чорновий, напівчистий тощо) становить від 0,005 до 0,06 мм. Наприкінці обробки, коли видалений увесь припуск, виконують ще два-три ходи уздовж поверхні без здійснення $D_{споп}$ до припинення іскріння, так зване виходжування. Цей прийом підвищує точність, оскільки видаляє похибки форми від пружних деформацій Т-системи.

Шліфування з поперечною подачею здійснюють абразивними кругами, ширина яких перевищує довжину поверхні, що обробляють. Обробку здійснюють тільки з поперечною подачею круга $D_{споп}$, яка вимірюється у мм/об заготовки. Її значення знаходиться у діапазоні 0,003-0,02 мм/об.

Врізне шліфування може виконуватися декількома кругами одночасно, а також дозволяє шліфувати фасонні поверхні (за наявності круга, що має відповідний фасонний профіль). Цей вид шліфування має широке використання в умовах великосерійного та масового виробництва.

Точність чистового шліфування поверхонь досягає 6-7-го квалітетів при шорсткості поверхні $Ra\ 0,2\ \mu\text{м}$.

Крім розглянутих способів для деталей типу штифтів, гладких та східчастих валиків, використовують спосіб **безцентрового шліфування**, яке теж буває напрохід та врізним.

При шліфуванні отворів використовують такі основні схеми шліфування (рис. 2).

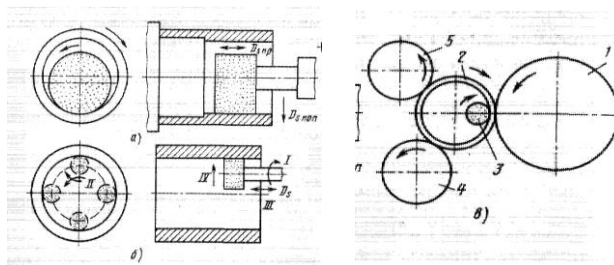


Рисунок 2 – Схеми шліфування отворів:

а) із поздовжньою подачею; б) планетарне; в) безцентрове

Після проходження круга по всій довжині поверхні L_d здійснюють поперечну подачу $D_{споп}$, яка є глибиною різання. Після цього цикл рухів повторюється.

Поперечна подача $D_{споп}$ залежно від етапу обробки (чорновий, напівчистовий тощо) становить 0,003-0,015 мм. Наприкінці обробки, коли видалений увесь припуск, виконують ще два-три ходи уздовж поверхні без здійснення $D_{споп}$ до припинення іскріння, так зване виходжування. Цей прийом підвищує точність, оскільки видаляє похибки форми від пружних деформацій Т-системи.

Врізне шліфування з поперечною подачею здійснюють абразивними кругами, ширина яких перевищує довжину поверхні, що обробляють. Обробка здійснюється тільки з поперечною подачею круга $D_{споп}$, яка вимірюється у мм/об заготовки. Її значення знаходиться у діапазоні 0,003-0,02 мм/об.

Врізне шліфування дозволяє шліфувати фасонні поверхні (за наявності круга, що має відповідний фасонний профіль).

Цей вид шліфування широко використовується в умовах великосерійного та масового виробництва.

Планетарна схема шліфування отворів (рис. 2, б), використовується для великогабаритних заготовок, які неможливо обертати. За цією схемою шліфувальному кругу, окрім обертання стосовно власної осі, надається додатковий рух обертання (планетарний рух), який забезпечує розмір отвору.

Безцентрове шліфування отворів (рис. 2, в) передбачає обертання незакріпленої заготовки. Зовнішня поверхня є одночасно технологічною базою і тому вимагає попередньої точної обробки шліфуванням. Цей спосіб забезпечує найвищу точність такого параметра втулок, як співвісність отвору і зовнішньої поверхні (до 0,003 мм).

Точність чистового шліфування отворів досягає 6-7-го квалітетів при шорсткості поверхні Ra (0,32 1,6) мкм.

Шліфування отворів виконують на внутрішньошліфувальних верстатах.

Швидкість різання $V=35-60$ м/с забезпечується за рахунок обертання шліфувального круга. При шліфуванні отворів невеликого діаметра (менше 10 мм) забезпечення таких швидкостей різання досить утруднено, тому вона може бути близько 10 м/с.

Заготовку при шліфуванні з поздовжньою подачею (рис. 2, а) здебільшого встановлюють у патроні та забезпечують її обертання зі швидкістю 10-20 м/хв. Кінематика процесу нагадує зовнішнє шліфування.

Шліфувальна бабка з кругом переміщається стосовно заготовки з подачею $D_{спр}$, що визначається у частках ширини шліфувального круга на один оберт заготовки:

Шліфування площин здійснюють на плоскошліфувальних верстатах із прямокутним або круглим столом. Шліфування здійснюють як периферією, так і торцем круга.

Типові схеми шліфування площин показані на рисунку 3.

При шліфуванні швидкість різання забезпечується шліфувальним кругом і на відміну від лезової обробки вимірюється у м/с.

На верстатах із круглим столом стіл обертається безперервно, а заготовки встановлюють і знімають після обробки під час проходження у певному секторі площини обертання.

Такі верстати дуже продуктивні і використовуються при значних обсягах випуску виробів.

При шліфуванні периферією круга на верстатах із прямокутним столом (рис. 3, а) стіл рухається зворотно-поступально з поздовжньою подачею $S_{пр} = (20-60 \text{ м/хв})$. Якщо ширина обробки більша за ширину круга, то треба забезпечити поперечну подачу $S_{п}$. Поперечна подача здійснюється на один подвійний хід стола. Вона вимірюється у частках ширини круга B . $S_{п} = (0,2-0,7) B \text{ мм}$.

Після завершення шліфування всієї ширини поверхні здійснюють вертикальну подачу S_v , яка забезпечує глибину різання.

При шліфуванні торцем круга (див. рисунок 3, б) використовують круги діаметром, більшим, ніж ширина заготовки. У цьому випадку потреба у поперечній подачі відпадає, а продуктивність роботи зростає.

Вертикальна подача залежить від виду шліфування (чорнове, напівчистове або інше) і знаходиться у межах $0,015-0,04 \text{ мм}$.

Зворотно-поступальне переміщення стола забезпечує гідравлічна система верстата, яка здійснює автоматичне реверсування стола за допомогою встановлених на ньому кулачків, що переключають золотник керування напрямком руху.

На верстатах із круглим столом кругова подача забезпечується частотою обертання самого стола. Залежно від умов обробки її зазначають у діапазоні $S_{кр} = 20/60 \text{ м/хв}$. Поперечна подача на таких верстатах знаходиться у межах $S_{п} = (0,2-0,6) B \text{ мм}$.

Шліфування площин забезпечує 6-7-й квалітети точності розмірів при шорсткості поверхні $Ra (0,63-0,16) \text{ мкм}$.

Плоскошліфувальні верстати обладнані магнітними плитами (на постійних магнітах або електромагнітах), що дозволяє досить просто закріплювати заготовки. Якщо матеріал заготовки не магнітний, то для їх закріплення використовують різноманітні пристрої.

При шліфуванні виділяється велика кількість тепла, тому обов'язково треба використовувати мастильно-охолоджувальні технологічні рідини (МОТР).

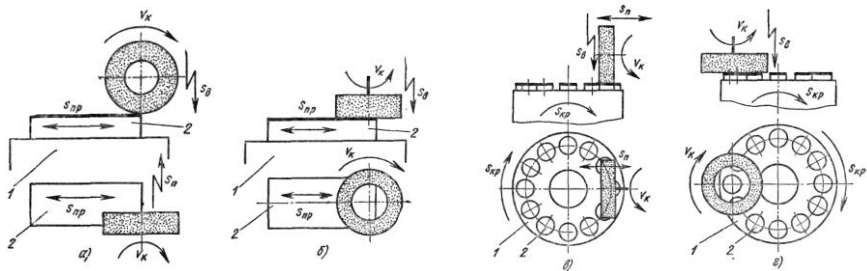


Рисунок 3 – Схеми шліфування площин:

а) шліфування на прямокутному столі периферією круга; б) шліфування на прямокутному столі торцем круга; в) шліфування на круглому столі периферією круга; г) шліфування на круглому столі торцем круга

Абразивне доведення є остаточним методом обробки заготовок деталей типу тіл обертання, що забезпечує малі відхилення розмірів, відхилення форми оброблюваних поверхонь і $Ra = 0,16...0,01$ мкм. Цей метод характеризується одночасним протіканням механічних, хімічних і фізикохімічних процесів. Доведення виконують за допомогою ручних притирань або на спеціальних верстатах.

Притирання - оздоблювальна операція за допомогою притирань з дрібнозернистого абразивного порошку у середовищі змащення. Для виготовлення абразивного порошку застосовується : корунд, наждак, окис хрому. Пасти складаються з абразивних порошоків і хімічних активних речовин. Притиранням досягається висока точність розмірів і високий клас чистоти. Досягнута точність $0,05...0,025$ мкм.

Суперфінішування являє собою метод особливо чистого доведення поверхонь.

Суперфініш передбачає обробку поверхні головкою з абразивними коливними брусками; здійснюється при цьому три рухи: поздовжнє переміщення брусків, коливальний рух брусків, обертання деталі. Ідея суперфінішу заснована на так званому принципі "не повторюваного сліду", що полягає в тім, що кожне окреме зерно абразиву не проходить двічі по тому самому шляху. Охолоджувальна рідина - гас із маслом, вона надходить із бруском і безупинно. У найпростіших схемах обробки на різних верстатах загального призначення здійснюються такі рухи: обертання заготовки (окружна швидкість $0,05...2,5$ м/с); зворотно-поступальний рух (коливання інструмента або заготовки - хід $2...6$ мм, число подвійних ходів $200...1000$ в 1 хв); переміщення інструмента уздовж поверхні заготовки. Товщина знімаемого шару металу $0,005...0,02$ мм. Квалітет, точності – шостий, $Ra = 0,1...0,012$ мкм.

Полірування – один з найпоширеніших методів зменшення шорсткості обробленої поверхні. Цим методом шорсткість зменшують до мінімуму, надаючи поліруємим поверхням дзеркальний блиск. Поліруванню піддають відповідальні частини деталей (доріжки кілець підшипників); воно застосовується також для декоративних цілей (автомобілебудування й ін.). Полірування може вироблятися еластичними (повстяними, фетровими й ін.) колами, абразивними стрічками, абразивно-рідинною суспензією.

При поліруванні еластичними колами їх шаржують із застосуванням клеючих речовин абразивними зернами різної зернистості. Залежно від необхідної шорсткості поверхні вибирають зернистість і вид абразивного матеріалу. Для полірування деталей з кольорових металів застосовують кола з м'якої повсті. Кола шаржують пастами необхідної зернистості, що зв'язують, матеріалом паст служить віск, парафін, жири. У пасти додають активні кислоти

для поліпшення поліруючих властивостей. У пасти великої й середньої зернистості додають стеаринову кислоту, а в дрібнозернисту пасту ГОІ - суміш стеаринової й алеїнової кислот.

Для полірування деталей із чорних металів застосовують більш тверді кола, чим для полірування деталей з кольорових металів.

Поліруванню піддають, як правило, деталі, що мають криволінійні поверхні (канавки свердл, доріжки кочення підшипників і ін.). При поліруванні еластичними колами припуск на обробку може становити 0,005-0,015 мм. Полірування колами відбувається при швидкостях до 50 м/с. Заготовка, притискаючись силою P до полірувального кола, робить рух подачі D_s відповідно до профілю оброблюваної поверхні. При ручному поліруванні окружна швидкість кола трохи нижче (до 30 м/с) у зв'язку з високою температурою в зоні різання й відсутністю охолодження. У промисловості широко застосовується полірування абразивними стрічками. У цьому випадку процес може проводитись в автоматичному або напівавтоматичному циклі. Абразивна нескінченна стрічка обертається на двох шківках з більш великою швидкістю. Заготовки переміщуються в напрямку, що відповідає профілю оброблюваної поверхні. У місці контакту із заготовкою стрічка підтримується спеціальною опорою, що має відповідний профіль. Від конструкції й ступеня еластичності опор істотно залежить площа контакту стрічки із заготовкою, продуктивність процесу й шорсткість обробленої поверхні.

Швидкість стрічки може бути різної (10-50 м/с) і залежить від оброблюваного матеріалу. При поліруванні легких металів швидкість стрічки становить 40- 50 м/с, стали, скла - близько 15-20 м/с, важкооброблюваних матеріалів - близько 10 м/с. Тиск деталі на стрічку також істотно коливається - від 3 до 25 Мпа й залежить від оброблюваного матеріалу й площі контакту. Полірування на нескінченних абразивних водостійких стрічках виробляється з охолодженням різними видами емульсій. Стрічкове полірування більш продуктивне, чим полірування колами.

У деяких випадках, коли неможливе полірування колами або стрічками, застосовують абразивно-рідинне полірування. Його успішно використовують для обробки заготовок, що мають особливо складну конфігурацію (обробка профільних штампів, форм для лиття під тиском, декоративне полірування й ін.), виробляється в спеціальних камерах струменем рідини, насиченої абразивом, зі швидкістю близько 50 м/с.

Хонінгування є одним з методів оздоблювальної обробки отворів. Процес здійснюється за допомогою хонінгоувальних голівок (хонів) із вставними абразивними брусками. Хонінгування виконується на спеціальних верстатах, які підрозділяють на дві групи: вертикальні й горизонтальні.

Хонінгоувальна голівка робить сполучений рух: обертальний і зворотно-поступальний при постійному тиску абразивних брусків на оброблювану поверхню в середовищі мастильно-охолодної рідини

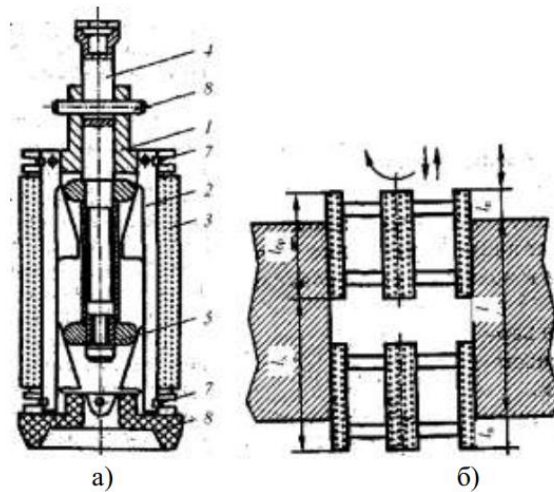


Рисунок 4- Хонінгування

а) схема хонінгувальної голівки: 1 – корпус; 2 – колодки; 3 – абразивні круги; 4 – стержень; 5 – нажимна шайба; 6 – конус; 7 – кругові пружини; 8 – палець; б) схема вертикального переміщення брусків голівки: $l_{бр}$ – довжина бруска; l – довжина отвору; $l_{п}$ – перебіг брусків; $l_{х}$ – довжина робочого ходу брусків

У процесі хонінгування абразивні бруски видаляють шар металу товщиною 0,3...0,5 мкм за один подвійний робочий хід при загальному припуску 0,01...0,07 мм для сталі й 0,02...0,20 мм для чавуну. При цьому знімаються як мікронерівності, що залишилися після попередньої операції, так і деяка частина основного металу, що дозволяє усувати конусообразність, овальність, бочкообразність.

Попередня обробка отворів під хонінгування може бути виконана розточуванням, зенкеруванням, розгортанням або шліфуванням і повинна забезпечувати точність обробки не нижче, ніж по 7...8-му квалітету й $Ra = 6,3...3,2$ мкм.