

## Лекція 12

### Обробка деталей різанням

Задані форми, розміри і якість поверхонь деталей машин досягаються в основному обробкою різанням; обробку різанням поділяють на обдирання, чорнову, напівчистову і чистову. Для отримання точних розмірів і мінімальної шорсткості поверхні застосовують тонку обробку.

*Обдирання* – попередня обробка різанням заготовок, отриманих литтям, куванням або прокаткою. Обдиранню піддають великі поковки і виливки. Обдиранням зменшують просторові відхилення і похибки форми вихідної заготовки.

*Чорнову обробку* використовують для заготовок, що піддавалися обдиранню, для великих штампованих заготовок.

*Напівчистову обробку* застосовують, коли при чорновій обробці не може бути видалений весь припуск або коли до точності геометричних форм оброблюваної заготовки і просторових відхилень її елементів висуваються підвищені вимоги.

*Чистову обробку* застосовують або як остаточну, або як проміжну під подальшу обробку. Одноразовій чистовій обробці піддають заготовки, отримані методами, що забезпечують високу точність їх виконання (штамбування за першою групою точності, лиття в кокіль, лиття за виплавленою моделлю тощо).

*Тонку обробку* різцями застосовують як метод остаточної обробки зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь, який замінює шліфування, і здійснюють при високих швидкостях різання, малих глибинах різання (0,05–0,5 мм) на спеціальних верстатах.

Обробку різцями виконують на верстатах токарного типу для циліндричних, конічних, сферичних, плоских торцевих і фасонних поверхонь обертання. Плоскі поверхні прямокутного типу обробляють різцями на стругальних і довбальних верстатах.

Для отримання точної і чистої, остаточно обробленої зовнішньої циліндричної поверхні застосовуються залежно від пропонувані вимог і характеру деталі різні види *чистої обробки*.

До них належать: тонке (алмазне) точіння, шліфування (в центрах, безцентрове, абразивною стрічкою), притирання (доведення), механічне доведення абразивними коливальними брусками (суперфініш), полірування, обмотування роликками,

обдубання дробом і ін.

*Тонке (алмазне) точіння* застосовується, головним чином, для оздоблювальної обробки деталей з кольорових металів і сплавів (бронзи, латуні, алюмінієвих сплавів тощо) і частково для деталей з чавуну і сталі. Пояснюється це тим, що шліфування кольорових металів значно важче, ніж сталі і чавуну, внаслідок швидкого засолювання шліфувального круга. Крім того, обробка алмазними різцями сталевих і чавунних деталей поки що значно менш ефективна, ніж деталей з кольорових металів і сплавів.

При тонкому точінні обробка проводиться алмазними різцями або різцями, оснащеними твердими сплавами; останні в ряді випадків замінюють алмазні різці. Метод алмазного точіння зберіг свою назву і при заміні алмазних різців різцями з твердих сплавів, але з режимами різання, приблизно такими самими, що застосовуються для алмазних різців і характеризуються високими швидкостями різання при малій подачі та малій глибині різання.

*Фрезерування* – обробка металів і неметалевих матеріалів зняттям стружки, при якій різальний інструмент – фреза – здійснює обертальний рух, а оброблювана заготовка – поступальний (рис. 1). Застосовується для обробки площин, криволінійних поверхонь деталей, різьбових поверхонь, зубчастих і черв'ячних коліс і ін. При обробці фрезами розрізняють чорнове, напівчистове, чистове, а при обробці торцевими фрезами – і тонке фрезерування.

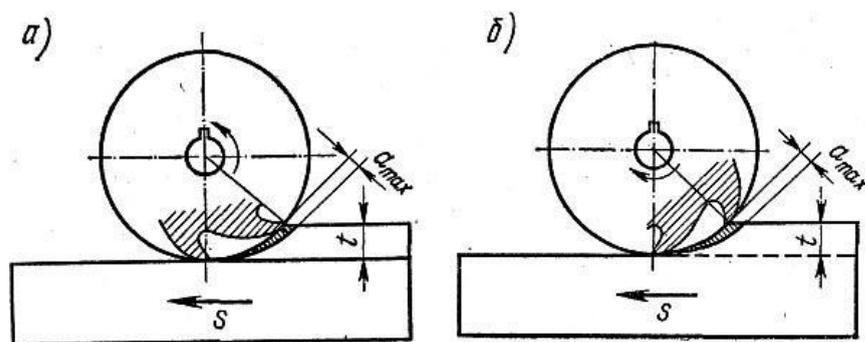


Рис. 1. Схеми фрезерування: а – зустрічне; б – попутне

Чорнове фрезерування застосовують для обробки виливків і поковок, припуск на попередню обробку яких перевищує 3 мм.

Напівчистове фрезерування використовують для зменшення похибок геометричних форм і просторових відхилень.

Чистове фрезерування застосовують як остаточну обробку після чорнового фрезерування або як метод постійної або тимчасової роботи перед наступною обробною операцією.

Тонке фрезерування здійснюють як метод остаточної обробки плоских поверхонь торцевими фрезами. Одноразове фрезерування застосовують у тих випадках, коли похибки вихідної заготовки обумовлюють незначний припуск на обробку (менше 2 мм). Застосовуючи швидкісні режими при фрезеруванні, зменшують висоту мікронерівностей поверхні в 1,5–2,5 разу.

Торцеві фрези використовують для обробки великих відкритих плоских поверхонь; набір циліндричних, прорізних і кутових фрез, закріплених на одній оправці, – для обробки фасонних поверхонь; фасонні фрези – для обробки складнопрофільованих поверхонь; пальцеві і дискові фрези – для обробки пазів і гнізд.

Фрезерування здійснюється на фрезерних верстатах.

При свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах (а також на верстатах для глибокого свердління) зазвичай обертається оброблювана деталь (рис. 2).

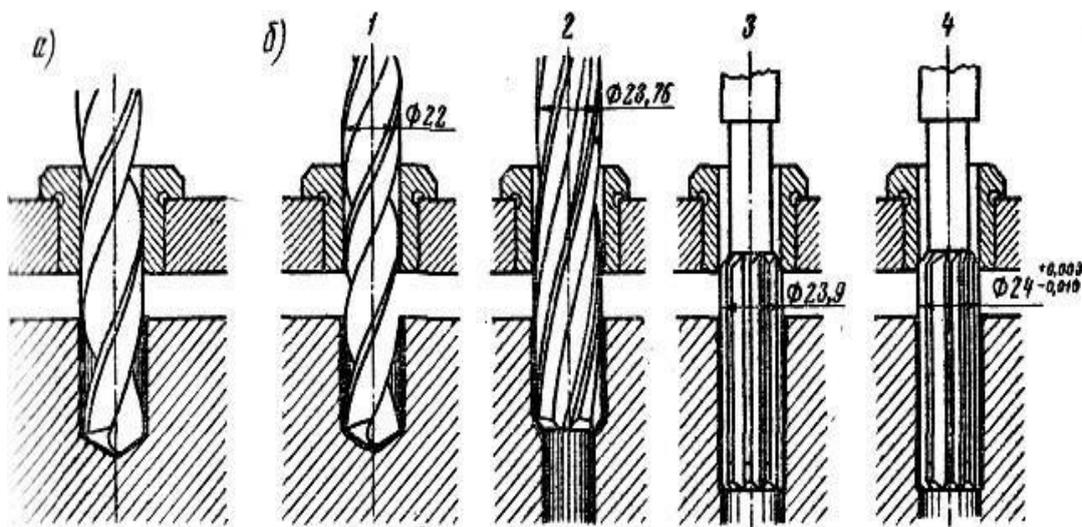


Рис. 2. Обробка отворів у суцільному матеріалі:  
а – свердління отвору 4-го класу точності; б – обробка отвору 2-го класу точності; 1 – свердління; 2 – зенкерування; 3 – чорнове розгортання; 4 – чистове розгортання

*Свердління* – утворення зняттям стружки отвору в суцільному матеріалі за допомогою свердла, що здійснює зазвичай обертальний і поступальний рухи відносно своєї осі (при свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах (а також на верстатах для глибокого свердління) зазвичай обертається оброблювана деталь).

Спіральними свердлами свердлять отвори діаметром до 80 мм у суцільній заготовці. Таке свердління застосовують як попередню обробку точних отворів. Обробка грубих отворів для болтів і заклепок обмежується одним свердлінням. При діаметрі отвору більше 30 мм свердлять отвір малого діаметра (одна третина заданого), а потім проводять його розсвердлювання. Положення осі отвору забезпечують свердлінням по розмітці, кондуктору і на координатно-свердлильних верстатах. Свердління по кондуктору зменшує зміщення осі і збільшення діаметра (розбивку) отвору.

Свердління здійснюється на свердлильних, розточувальних, токарних, револьверних та інших верстатах, а також ручними свердлильними машинами.

Свердління часто є підготовчою операцією для подальшого розточування, зенкерування, протягування. Свердління є також підготовчою операцією при нарізанні внутрішніх різей.

*Зенкерування* – чистова обробка отворів після свердління, у виливках, після гарячого або холодного пробивання отворів у поковках або штампівках, циліндричних заглибин під головки або шийки гвинтів тощо.

Зенкерування поділяють на чорнове (обробка литих або прошитих отворів) і чистове (обробка просвердлених або попередньо розточених отворів). Зенкерують отвори діаметром до 120 мм. Зенкерування підвищує точність форми вихідного отвору, зменшує зміщення його осі, що досягається спрямуванням інструмента кондукторною втулкою.

Зенкерування здійснюють на свердлильних і агрегатно-розточувальних верстатах, а також на верстатах токарної групи за допомогою інструмента – *зенкера*.

*Розгортання* – чистова обробка конічних і циліндричних отворів за допомогою металорізального інструмента – *розгортки*. Розгортання отворів застосовують як метод остаточної обробки

або як метод, що передує хонінгуванню, тонкому розточуванню, притиранню. Розгортання не зменшує зміщення осі отвору; його використовують для отримання отворів точного діаметра.

Залежно від виду отвору застосовують попереднє, чистове і тонке розгортання. Розгортають отвори діаметром до 120 мм. Розгортанню передують свердління, чистове зенкерування і чистове розточування. Застосовують комбіновані інструменти (свердло – зенкер, свердло – розгортку), що дають змогу скоротити час обробки суміщенням в одній операції кількох переходів. У серійному і масовому виробництві свердління, зенкерування і розгортання отворів здійснюють на багатошпиндельних верстатах, що забезпечують високу продуктивність праці.

*Протягування* – спосіб обробки різанням внутрішніх і зовнішніх поверхонь заготовок на протяжних верстатах. При протягуванні застосовують багатолезовий різальний інструмент – протяжку. Протяжкою обробляють наскрізні отвори, пази будь-якого перерізу (шпонкові канавки), плоскі і криволінійні поверхні, а також зовнішні поверхні обертання. Протягування скорочує маршрут обробки, оскільки протяжка замінює комплект інструментів (наприклад зенкер або розточувальний різець і розгортку; чорнову і чистову фрези). Протягування отворів здійснюють після свердління, а пазів і зовнішніх поверхонь – по необробленій поверхні.

*Шліфування* – чистова обробка поверхонь деталей абразивними інструментами. Шліфування застосовують як метод попередньої і остаточної обробки. *Обдирне шліфування* часто використовують для отримання базових поверхонь у дрібних і середніх виливках.

Сучасні прогресивні способи виготовлення заготовок – виливків і штамповок – дають можливість отримати їх з розмірами і формою, близькими до розмірів і форми готової деталі, і часто надають можливості через дуже малі припуски уникати обробки лезовим інструментом, остаточно обробляючи заготовки тільки шліфуванням і отримуючи цим методом обробки остаточні точні розміри і належний клас шорсткості поверхні деталі.

*Шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь.* Для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь застосовують такі види шліфування:

- а) обдирне;
- б) точне, яке може бути попереднім і чистовим;
- в) тонке.

*Обдирне шліфування* застосовується замість попередньої обробки різанням лезовим інструментом і тут не розглядається.

*Тонке шліфування* при обробці отворів не застосовується, і якщо потрібна більш висока точність і мала шорсткість, то використовують інші методи обробки лезовим або абразивними інструментами (тонке розточування, тонке розгортання, хонінгування, притирання). Шліфуванням обробляють різні поверхні, застосовуючи верстати відповідного типу (плоско- і круглошліфувальні, для внутрішнього шліфування, сферошліфування, різе- і зубошліфувальні).

Для тонкого шліфування застосовують алмазні круги, що складаються з корпусу і алмазозносного кільця (рис. 3). Алмазозносний шар містить алмаз і зв'язку (металеву або органічну).

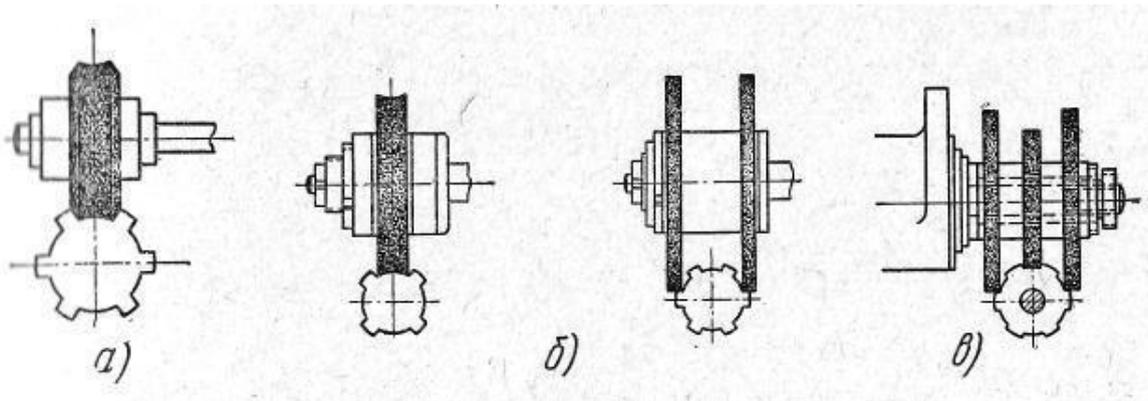


Рис. 3. Способи шліфування шліців валів:

- а – фасонним кругом; б – двома операціями – одним і двома кругами; в – трьома кругами

Шліфування абразивними стрічками застосовують для металевих і неметалевих деталей. Цей метод використовують для обробки криволінійних поверхонь фасонних деталей типу турбінних лопатей і шийок колінчастих валів. Робоча поверхня стрічки значно перевищує робочу поверхню круга.

При обробці зовнішніх поверхонь обертання застосовують попереднє, чистове і тонке шліфування.

При обробці отворів застосовують попереднє і чистове або одноразове шліфування.

*Хонінгування* – обробка поверхонь заготовок спеціальним інструментом – *хоном*, оснащеним дрібнозернистими абразивними брусками; хон обертається і одночасно здійснює зворотно-поступальний осьовий рух; у результаті на оброблюваній поверхні створюється дрібна сітка пересічних рисок від абразивних зерен, які добре утримують мастило. Хонінгуванням видаляють шар 0,01–0,20 мм залежно від діаметра отвору і попередньої обробки. Хонінгуються отвори діаметром 20–400 мм і вище (циліндри компресорів та інших поршневих машин), довжиною більше одного діаметра. Хонінгуванням усувають конусоподібність і овальність отвору без зміни положення його осі. Хонінгування поділяють на попереднє, чистове і тонке залежно від припуску, що знімається, і зернистості абразивних брусків. Попередня перед хонінгуванням обробка – розгортання, тонке розточування, шліфування.

У результаті хонінгування виходить гладенька поверхня 9–11-го класів і з точністю 1–2-го класу. Охолодження здійснюється зазвичай гасом, який сприяє видаленню абразивних зерен, що залишаються в порах металу (особливо чавуну) і збільшують знос отвору при експлуатації деталі, тому інтенсивне охолодження необхідно.

Верстати для хонінгування виготовляються одно- і багатошпиндельні (до 6 шпинделів) із гідравлічною подачею.

Хонінгування має порівняно з внутрішнім шліфуванням такі переваги:

1) забезпечення циліндричної форми поверхні отвору через відсутність віджимання інструменту, який буває при роботі на внутрішньошліфувальних верстатах;

2) відсутність вібрацій, що часто спостерігається у внутрішньошліфувальних верстатів;

3) плавність ходу хонінгувальної головки, що досягається завдяки гідравлічній подачі.