

Лекція 2.3

Тема 2.2 Обробка отворів

1) Технологічне оснащення свердильних верстатів.

1.1 Пристосування для закріплення інструментів та заготовок.

1.2 Види інструментів, що використовуються на свердильних верстатах.

1.3 Види отворів.

2) Основні схеми обробки отворів.

2.1 Загальні відомості про процес свердління.

2.2 Призначення і типи свердильних верстатів.

2.3 Обробка на розточувальних верстатах.

1.1 Пристосування для закріплення інструментів та заготовок

Пристосування для закріплення інструменту. Для закріплення інструменту на свердильних верстатах використовують перехідні втулки та свердильні патрони.

Перехідні втулки застосовують для кріплення різального інструменту з конічним хвостовиком. Зовнішні і внутрішні поверхні втулок виготовляються конусними – звичайно з конусом Морзе семи номерів, від № 0 до № 6. Якщо розмір конуса хвостовика відповідає розміру конуса отвору шпинделя верстата, то різальний інструмент встановлюється хвостовиком безпосередньо в отвір шпинделя (рис. 1, а). Якщо конус свердла менший від конічного отвору шпинделя верстата, то на конусний хвостовик свердла надівають перехідну втулку і разом зі свердлом вставляють у конусне гніздо шпинделя верстата (рис. 1, б). Якщо однієї втулки недостатньо, застосовують кілька перехідних втулок, які вставляють одна в одну.

Свердильні патрони використовують для кріплення різальних інструментів з циліндричним хвостовиком діаметром до 15 мм. Спочатку свердло або інший інструмент встановлюється і кріпиться хвостовою частиною у патроні, потім патрон встановлюється конусним хвостовиком у отвір шпинделя верстата (рис. 1, в).

Залежно від будови, принципу роботи і призначення **свердильні патрони** поділяються на двокулачкові, трикулачкові, цангові, швидкозмінні та ін. **Трикулачковий патрон поширеної конструкції** показано на рис. 1, г.

Для кріплення свердел малого діаметра з циліндричними хвостовиками часто користуються **цангові патрони**. У цанговому патроні (рис. 1, д) різальний інструмент затискається в змінній конусній цанзі 1 накручуванням гайки 2.

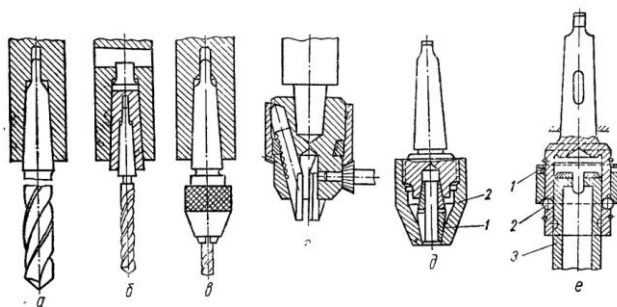


Рисунок 1 – Способи закріплення різального інструменту

Швидкозмінні патрони (рис. 1, е) застосовують під час послідовної обробки отвору свердлом, зенкером, розверткою, коли потрібна швидка зміна інструмента без зупинки верстата. Для зміни інструмента кільце 1 піднімається вгору; при цьому кульки 2 під дією відцентрових сил розходяться, і інструмент з втулкою 3 вільно виходить з патрона. Після встановлення чергового інструмента кільце 1 опускається і своїми скосами примусово заводять кульки 2 в заглиблення втулки. Кульки 2 удержують інструмент від випадання і одночасно передають йому зусилля від шпинделя верстата.

Пристосування для закріплення деталей. Для закріплення деталей широко застосовуються затискні пристрої з гвинтовим затискачем: **прихвати, призми** (рис. 2), а також **машинні лежата і кутники** (рис. 3). Використання ручних затискачів для кріплення деталей вимагає значних затрат часу. Тому останнім часом все більшого поширення набувають пристрої з ручними швидкодіючими затискачами — ексцентриковими, клиновими, важільно-кулачковими, а також зі швидкодіючими механізованими затискачами механічної і гідравлічної дії.

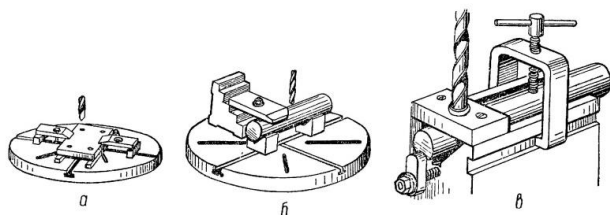


Рисунок 2 – Приклади закріплення заготовок на свердлильних верстатах у простих пристосуваннях:

а – на столі верстата за допомогою притискних планок з болтами; б – за допомогою притискної планки і призми; в – за допомогою призми і хомутика

Гвинтові машинні лещата широко використовуються в індивідуальному виробництві. Вони складаються з основи, рухомої і нерухомої губок, гвинта і рукоятки. Деталь закріплюється між губками при повороті рукоятки, що надає обертання гвинту.

Швидкозмінні машинні лещата з важільно-кулачковим затискачем забезпечують велике зусилля затискування і міцно удержують оброблювану деталь при високих режимах різання. Для кріплення деталь 7 встановлюють у лещата і обертанням установочного гвинта 4 (рис. 3, а) підводять до неї рухому губку 2, залишаючи деякий зазор. Потім переміщенням рукоятки 3 у горизонтальне положення діють на кулачок 6 ексцентрикового валика 5; при цьому рухома губка 2, виконуючи роль важеля, на кінець якого діє подвійний кулачок 6, притискує деталь до нерухомої губки 1.

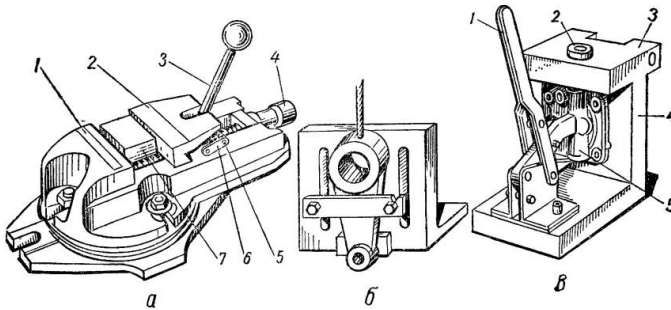


Рисунок 3 – Закріплення заготовок при свердлінні

а – в лещатах; б – на кутниках; в – у кондукторі

Налагодження лещат проводять лише під час настроювання для обробки першої деталі. Закріплення наступних деталей досягається лише переміщенням рукоятки 3. Лещата мають комбінований механізм затиску, що забезпечує при зусиллі 16 кГ на рукоятці силу затискування 900 кГ.

Лещата виготовляються шести розмірів: з шириною губок від 80 до 250 мм і найбільшою відстанню між ними від 100 до 300 мм.

Існують і інші конструкції машинних лещат із швидкодіючим затискачем.

У серійному і масовому виробництві для закріплення деталей використовуються спеціальні кондуктори, що мають запресовані загартовані напрямні втулки, які забезпечують одержання точного розміщення отворів без попереднього їх розмічання. На рис. 3, в зображено кондуктор для свердління одного отвору в деталі 5, розташованого паралельно опорній поверхні деталі. Кондуктор складається з кутника 4, до якого за допомогою шарнірно-важільного

затискача 1 притискується деталь 5, і кондукторної плити 3 з втулкою 2. Кондукторна плита розміщена на заданій відстані від базової поверхні деталі і є напрямною для інструмента.

Під час обробки отворів на свердлильних верстатах застосовується велика кількість різноманітних кондукторів, що розрізняються за формою, будовою, вагою і т. п.

До числа поворотних і пересувних пристроїв, що використовуються на свердлильних верстатах, належать **поворотні стояки, поворотні і пересувні столи**. Вони застосовуються для обробки отворів у різних деталях звичайно разом із зйомними робочими пристроями – поворотними кондукторами для встановлення і закріплення оброблюваної деталі і для направлення різального інструмента. Поворотні пристрої, що мають горизонтальну вісь обертання ділильної планшайби, прийнято називати поворотними стояками, а пристрої з вертикальною віссю обертання – поворотними столами.

Поворотні стояки призначені для обробки отворів, розміщених по колу або з різних боків у деталях типу втулок, дисків, кілець, обойм і т. ін.

Круглі **поворотні столи** застосовують для обробки отворів, розміщених по колу паралельно осі обертання в кільцях, дисках, фланцях, маточинах і інших подібних деталях. Нормалізовані столи допускають поділ на 2, 3, 4, 6, 8 і 12 рівних частин, а також під кутом 15 і 30°. Такі столи особливо широко застосовуються під час багатопозиційної обробки отворів на верстатах, оснащених багатошпіндельними головками, і на багатошпіндельних свердлильних верстатах.

Технологічні можливості методу **розточування на токарних верстатах** дуже широкі. Оброблювану заготовку встановлюють (базують) і закріплюють або в **універсальному пристосуванні (патрон, планшайба, цанга)**, або у **спеціальному пристосуванні**, що зв'язане зі шпинделем верстата. При цьому можна оброблювати різні отвори по формі, розташуванню, точності. **Для обробки довгих заготовок використовують люнет**, який підтримує заготовку у випадку її прогину від сил різання, що підвищує точність форми готової деталі.

1.2 Види інструментів, що використовуються на свердлильних верстатах.

Основні види інструментів, які можна використовувати на свердлильних верстатах, наведені на рис. 4.

Спіральне свердло (рис. 4, а). *Свердління використовують для отримання отворів.* При свердлінні досягається точність отвору за 8-11-м квалітетами.

На свердлильному верстаті часто виконують *розсвердлювання* (рис. 4. б), тобто *вторинну обробку свердлом більшого діаметру раніше просвердленого отвору*, для того, щоб зберегти міжцентрову відстань при свердлінні отворів більших діаметрів, коли обробка одним свердлом більшого діаметру може дати значне відхилення при свердлінні.

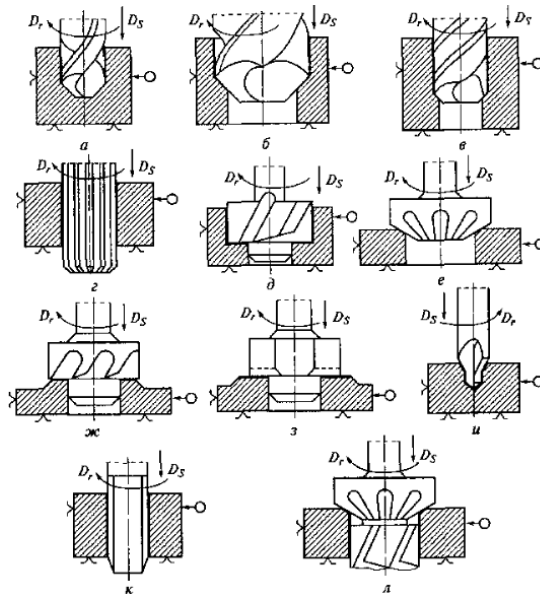


Рисунок 4 – Інструменти та схеми обробки отворів на свердлильних верстатах

Зенкер (рис. 4, в). *Зенкування застосовують для покращення геометричної форми раніше просвердленого циліндричного отвору.* Зенкування забезпечує обробку отвору після свердління на один клас вище. Зенкуванням також збільшують діаметр отвору, але, порівняно з розсвердлюванням, зенкуванням отримують більшу точність і продуктивність обробки. Зенкування добре виправляє макроегеометричні похибки обробки, а також використовується для обробки отворів, отриманих у заготовці литтям або тиском.

Розгортка (рис. 4, г). *Розгортання виконують після зенкування, для того, щоб усунути грубі сліди попередньої обробки.* Розгортання виконують

одно- або багаторазово. При однократному розгортанні досягається точність обробки отвору за 7-9-м квалітетами, а при двох- або трьохкратному розгортанню можна досягти точність за 7-8 м квалітетами. Шорсткість поверхні при цьому може бути доведена до $Ra\ 1,25 \dots 0,63$.

Розгортання є чистовою операцією, що забезпечує високу точність отворів. Розгортанням обробляють циліндричні і конічні отвори після зенкерування або розточування. **Тонке розгортання відрізняється від звичайного високою точністю і малою шорсткістю обробленої поверхні.** Однак розгортання не виправляє положення осі оброблюваного отвору, так як нормально працююча розгортка направляється оброблюваною поверхнею і знімає симетричний припуск по всьому контуру отвору. Тонке розгортання забезпечує точність 5-7-го квалітетів, шорсткість поверхні $Ra\ 1,25 \dots 0,63$ мкм.

Зенківка (рис. 4 д, е). **Зенкування застосовують** після свердління отворів **для зняття фаски.** Зенкування використовується для обробки циліндричних (рис. 4, д) і конічних (рис. 4, е) поглиблень під головки болтів і гвинтів. Для забезпечення перпендикулярності і співвісності обробленої поверхні основного отвору зенківку оснащують направляючим циліндром.

Цекувка (рис. 4, ж, з). **Цекування передбачене для підрізання торця бобишки заготовки або для отримання ступінчастого отвору.** Також обробляють торцеві опорні площини для головок болтів, гвинтів і гайок. Перпендикулярність обробленої торцевої поверхні основного отвору забезпечує направляючий циліндр цековки, яка має переставний різець 1, що встановлюється по розміру діаметра оброблюваного поверхні, і направляючу частину 2 для забезпечення співвісності поверхонь ступінчастого отвору.

Центрувальне свердло (рис. 4, и). **Центрування – обробка центрових базових отворів на валах.**

Мітчик (рис.5.4, к). **Нарізання різьби виконується мітчиками різної конструкції після свердління отвору.** При цьому необхідний зворотний хід шпинделю (реверсування) для виворачування мітчика із заготовки після нарізання різьби. Виключення складають так звані падаючі мітчики (які випадають з гнізда шпинделю) і спеціальні гайкові мітчики. У яких нарізані гайки переміщуються послідовно на гладку частину стержня мітчика. При цьому швидкість руху подачі повинна дорівнювати кроку різьби ($S_0=h$).

Комбінованим інструментом обробляють складні поверхні отворів (рис. 4, л).

1.3 Види отворів

Обробка отворів, що займає в загальному об'ємі мех. обробки значне місце, здійснюється при обертальному та поступальному рухах інструменту або заготовки.

Отвори можна розділити наступним чином:

- **кріпильні отвори** в різноманітних деталях (отвори для кріпильних болтів, гвинтів, шпильок, заклепок та ін.);
- **ступінчасті або гладкі отвори** різної конфігурації і точності в деталях, що являють собою тіла обертання. Під **ступінчастими** мають на увазі **отвори різних діаметрів, розташовані на одній осі послідовно один за іншим**. Їх оброблюють свердлом (в ряді випадків з наступним zenкуванням чи розгортанням) або різцем разом з токарною обробкою зовнішніх циліндричних поверхонь;
- отвори можуть бути **відкритими з двох сторін – наскрізні**, або з одного боку – **глухі**;
- **відповідальні отвори** в корпусних деталях, точність обробки яких визначає правильність роботи і довговічність вузлів машин (наприклад, редуктори) або якість роботи всієї машини (наприклад, отвори для шпинделів в корпусних деталях верстатів). Точність виготовлення таких отворів звичайно відповідає 7-8 квалітетам і вище. Оброблюють такі отвори на різних верстатах універсального та спеціального призначення;
- **глибокі отвори** з відношенням $L/d > 5$, наприклад отвори шпинделів верстатів, пустотілих верстатів. Такі отвори оброблюють на верстатах спеціального призначення;
- **конічні та фасонні отвори** (з криволінійною твірною), які оброблюють інструментом з конічними або криволінійними ріжучими кромками або розточуванням з копіювальним пристосуванням.
- **профільні** (не круглого перерізу) отвори, що оброблюються протягуванням, прошиванням або довбанням.

В залежності від призначення отворів до них можуть пред'являти наступні **вимоги**:

- витримання розміру отвору по діаметру з заданою точністю;
- прямолінійність осі отвору і твірної її поверхні;
- правильність циліндричної форми отвору (відсутність конус ноті, овальності, огранювання);
- перпендикулярність торцевим поверхням деталі.

В деталях машин найчастіше зустрічаються циліндричні отвори. Обробка отворів круглого перерізу виконується на свердлильних, розточних, токарних,

карусельних, револьверних верстатах, токарно-револьверних напівавтоматах і автоматах, протяжних та шліфувальних верстатах.

Досягти необхідної точності обробки отворів важче, ніж зовнішніх поверхонь тіл обертання. З цієї причини допуски на точність отворів 1-го і 2-го класів більше, ніж допуски на зовнішні циліндричні поверхні тих же розмірів.

Обробляти отвори можна зняттям і без зняття стружки. Знімати стружку можна лезовим і абразивним інструментом або абразивним порошком.

Лезовим інструментом можна вести свердління, zenкування, розгортання, розточування, зокрема тонке (алмазне) розточування, протягування.

Абразивним інструментом здійснюють шліфування, хонінгування, суперфінішіровання (суперфініш).

Абразивним порошком – притирання (доведення).

Обробка отворів без зняття стружки проводиться калібруванням за допомогою вигладжуючих прошивок і кульок, а також розточуванням.

Ефективним методом виготовлення отворів є пробивання їх в штампах.

Для досягнення точності при обробці отворів застосовують збільшену кількість робочих ходів, щоб таким чином поступово доводять похибку першочергової обробки до допустимих розмірів. Так, якщо для обточування гладкого валу по 8-му, 9-му квалітетам точності достатньо два робочих ходи, то для обробки отвору того ж діаметру та точності знадобиться не менше чотирьох операцій або переходів: свердління двома свердлами, zenкування та одно- чи двохкратне розгортання.

При обробці отворів навіть з відносно великою кількістю переходів у звичайних умовах не вдається досягнути високої точності по співвісності оброблюваного отвору і якої-небудь зовнішньої циліндричної поверхні оброблюваної заготовки. Тому, коли необхідно забезпечити співвісність отвору з іншими поверхнями з високою стелінню точності, необхідно спочатку остаточно обробити отвір, а потім, встановивши заготовку цим отвором на точну оправку, обробити остаточно поверхні заготовки.

Отвори діаметром до 80 мм в суцільному металі свердлять спіральними свердлами на свердлильних верстатах, а також на різноманітних верстатах токарної групи. Для свердління отворів діаметром більше 80 мм застосовують свердлильні головки спеціальних конструкцій. Цю операцію, як правило, виконують на свердлильних верстатах.

2.1 Загальні відомості про процес свердління

Свердління є най розповсюдженим методом отримання циліндричних отворів в суцільному матеріалі заготовки, ріжучим інструментом є свердло. Рух свердла відносно заготовки забезпечують або обертанням свердла при нерухомій заготовці, або при обертанні заготовки при нерухомому свердлі.

Для зменшення бокового суміщення в момент початку свердління без застосування пристосувань для деталі попередньо виконують або засвердлювання більш коротким жорстким свердлом, або накернювання в центрі майбутнього отвору.

Точність діаметра, отриманого після свердління отвору в основному залежить від точності діаметра свердла. Точність положення осі отриманого отвору відносно базових поверхонь заготовки в основному залежить від точності базування заготовок в пристосуванні, в тому числі і від точності кондуктора.

Подальша обробка отриманого отвору в залежності від необхідної точності і класу шорсткості поверхні проводиться зенкування, розгортання, розточування, протягуванням. **При свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах обертається оброблювана деталь.** При свердлінні отворів з обертанням інструмента увод свердла від потрібного напрямку осі отвору більше (рис. 5), ніж при свердлінні з обертанням деталі. Для зменшення уводу свердла при обробці на свердлильних верстатах застосовують кондуктори з направляючими (кондукторними) втулками (рис. 6), які направляють свердло в необхідне місце заготовки, забезпечуючи точність положення осі отвору відносно двох поверхонь заготовки.

Отвори діаметром більше 30 мм в суцільному матеріалі зазвичай свердлять двома свердлами (перше меншого і друге більшого діаметру з метою зменшення осьової сили і запобігання значного відведення свердла від наміченого напрямку).

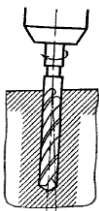


Рисунок 5 – Увод свердла

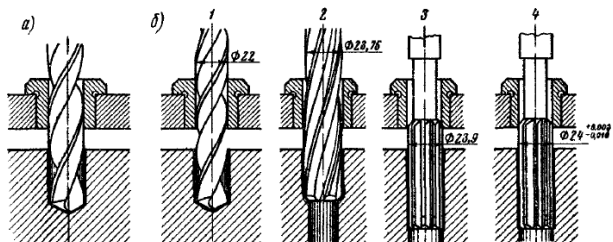
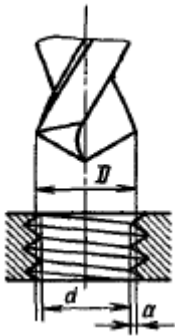


Рисунок 6 – Обробка отвору із застосуванням кондуктора

При виготовленні отворів діаметром більше 30 мм по 3-му класу точності і 5-7-му класам шорсткості поверхні після свердління застосовують зенкер і розгортку, а для діаметрів менше 30 мм після свердла – тільки розгортку. При виготовленні отворів діаметром від 15 до 20 мм по 2-му класу точності і по 5-7-му класам шорсткості після свердла застосовують зенкер і розгортку; для діаметрів більше 20 мм після свердла і зенкера застосовують одну або дві розгортки (чорнову і чистову) (рис. 6, б).



На рис. 6, б показані схеми обробки отворів на вертикально-свердильному верстаті із зазначенням розмірів, які визначають припуск під кожен інструмент. Кожен інструмент повинен бути спрямований втулкою кондуктора, в іншому випадку напрямок і точність можуть бути неправильні (1 – свердління, 2 – зенкерування, 3 – чорнове розгортання, 4 – чистове розгортання).

При свердлінні отворів під різьбу діаметр D свердла приймається більше внутрішнього діаметра різьби d на величину $a = 0,30 \dots 0,4$ глибини різьблення (рис. 7).

Рисунок 7 – Свердління отвору під різьбу

Точні конічні отвори послідовно обробляють свердління, зенкерування ступінчастим зенкером, розгортанням кінчною розгорткою зі стружкорозділними канавками, розгортанням гладкою кіночною розгорткою.

При **свердлінні глибоких отворів** на звичайних свердильних верстатах спіральні свердла не можуть забезпечити правильного напрямку і прямолінійності осі отвору. Відбувається увод свердла в сторону від напрямку, заданого віссю обертання шпинделю. Так як спіральне свердло не в достатній мірі здійснює прямолінійність напрямку осевого руху ріжучих кромок.

Щоб попередити увод свердла або викривлення осі отвору, при глибокому свердлінні застосовують наступні способи та прийоми роботи:

- невеликі подачі, а також ретельну заточку свердла з дотриманням рівномірності нахилу обох ріжучих кромок, нагляд за зношенням свердла і налипанням металу на ріжучі та допоміжні кромки, необхідне охолодження свердла;
- попереднє засвердлювання за допомогою короткого свердла великого діаметра (з кутом при вершині $2\phi = 90^\circ$), яке особливо необхідне при свердлінні отворів свердлами невеликих діаметрів на револьверних верстатах і автоматах;

- свердління з направленням спірального свердла за допомогою кондукторної втулки при порівняно невеликих відношеннях довжини отвору до діаметра;

- свердління при заготовці, що обертається; в цьому випадку має місце самоцентрування свердла в протилежність його звичайній схильності до уводу.

Відлиті або відштамповані отвори обробляються спочатку чорним зенкером, а потім в залежності від необхідної точності і класу шорсткості – чистовим зенкером, разгорткою, протяжкою та ін.

Іноді замість зенкерів застосовують двосторонні розточувальні пластини в оправках. Вони дешевші у виготовленні, але менш продуктивні, ніж зенкери. Оправка з різцями застосовується для обробки отворів великих діаметрів в дрібно- та середньо серійному виробництві на вертикальних, але частіше, на горизонтально-розточувальних верстатах.

При одночасній обробці декількох отворів діаметром більше 30 мм, що знаходяться на одній осі, в серійному і крупносерійному виробництвах застосовуються оправки з насадними зенкерами.

Фаски в отворах знімаються зенківкою.

2.2 Призначення і типи свердильних верстатів

Свердильні верстати призначені для чорної, чистої та викінчувальної обробки гладких циліндричних і конічних поверхонь та різьб в отворах кінцевими інструментами – свердлами, зенкерами, зенківками, цековками, розвертками та мітчиками – у різних за конструкцією заготовках. Інструмент під час обробки отримує обидва формотворні рухи: головний обертний різання та осьовий подачі.

Вертикально-свердильні верстати ефективні під час обробки заготовок середніх та невеликих розмірів в одиничному, дрібно- та середньосерійному типах виробництвах. Для обробки малих заготовок використовують ***настільно-свердильні верстати.***

Крупногабаритні заготовки обробляють на радіально-свердильних верстатах, наприклад моделі 2Н55.

Вертикально-свердильні верстати з ЧПК, наприклад, моделі 2Р135Ф2, оснащені хрестовим столом і шестипозиційною інструментальною головкою. Це дає змогу вести координатну обробку багатьох отворів у заготовці в напівавтоматичному режимі. Такі верстати ефективні в серійному виробництві.

В масовому та крупносерійному виробництві використовують спеціалізовані та спеціальні напівавтоматичні багатошпиндельні та агрегатні верстати. Висока продуктивність таких верстатів зумовлена паралельною (одночасною) обробкою багатьох отворів з однієї або кількох сторін заготовки чи кількох заготовок. Глибокі отвори ($l > 10d$) свердлять свердлами для глибокого свердління на спеціалізованих верстатах для глибокого свердління – горизонтально-свердлильних.

2.3 Обробка на розточувальних верстатах

Розточувальні верстати призначені для чорнової, чистової, а іноді лише для фінішної обробки отворів в основному в заготовках корпусних деталей отворів з точно координованими осями (блоки двигунів, коробки передач).. Тут головний обертовий рух здійснює інструмент, а поступальний рух подачі – інструмент або заготовка. На багатьох верстатах є також можливість свердлити, зенкерувати та розвертати отвори, нарізати в отворах різьби, фрезерувати і точити площини. Розточувальні верстати можуть мати вертикальний або горизонтальний шпиндель. В останньому випадку верстати мають також поворотний стіл для заготовки. Така конструкція верстата надає йому широкі технологічні можливості, зокрема обробляти заготовки з чотирьох сторін повертаючи їх зі столом навколо вертикальної осі.

При розточуванні отворів на верстатах токарної групи заготовка 1, закріплена в пристосуванні 8, обертається з кутовою швидкістю ω , а різець 2 здійснює рух повздовжньої $S_{\text{повзд}}$ (рис. 8, а) або поперечної $S_{\text{поп}}$ подачі (рис. 8, б). Для розточування використовують стандартні та спеціальні різці, що затискаються у різцетримачі 3 безпосередньо чи через спеціальні державки. Форма спеціальних різців звичайно залежить від профілю поверхні оброблюваного отвору.

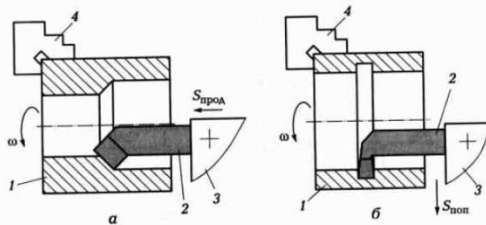


Рисунок 8 – Схеми розточування отворів
а) з повздовжньою подачею; б) з поперечною подачею

Найбільшого поширення набули *такі різновиди верстатів*:

- *горизонтально-розточувальні* – для послідовної обробки отворів і площин з різних сторін середніх та великих заготовок в одиничному й серійному виробництві;

- *координатно-розточувальні* з вертикальним шпинделем – для високоточної обробки отворів в одиничному і дрібносерійному виробництві;

- *алмазно-розточувальні* – для викінчувальної обробки високоточних отворів в умовах масового і крупносерійного виробництва;

- *розточувальні верстати з ЧПК* з вертикальним або горизонтальним шпинделем у магазині на 12...100 інструментів. Такі верстати мають надзвичайно широкі технологічні можливості, тому їх називають оброблювальними центрами. Вони ефективні для обробки отворів і площин складних корпусних деталей у серійному виробництві;

- *агрегатні розточувальні верстати*. Завдяки високій продуктивності - одночасно обробляють велику кількість отворів - поширені в масовому виробництві.

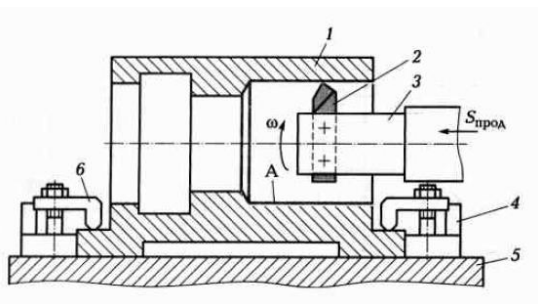


Рисунок 9 – Схема розточування отвору на розточному верстаті

На рис. 10 показані схеми основних видів робіт, виконуваних на горизонтально-розточувальні верстати, із зазначенням рухів основних складальних одиниць верстата.

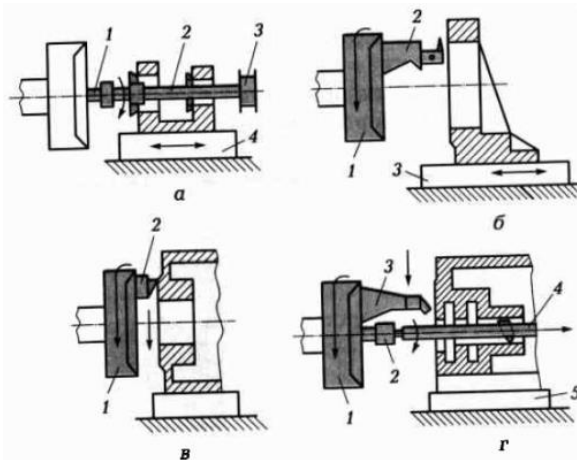


Рисунок 10 – Способи обробки заготовок на горизонтально-розточувальному верстаті

На рис. 10, а показано одночасне розточування двох концентричних отворів різцями, закріпленими на борштанзі 2, яку приводить в обертання шпиндель 1 і підтримує люнет 3 задньої стійки. При обробці заготовки стіл 4 переміщається паралельно осі шпинделя (поздовжня подача). Цей спосіб розточування з поздовжньою подачею столу застосовуються у разі, коли розташовані співвісно розточувані отвори мають значну довжину і можливий прогин борштанги 2.

На рис. 10, б показано розточування отвору великого діаметру за допомогою різця, закріпленого у різцетримачі 2, який закріплений на планшайбі 1. Поздовжня подача заготовки здійснюється рухом стола 3, а радіальна подача різця – радіальним переміщенням різцетримача на планшайбі. Цим способом можна розточувати отвори великого діаметру, але порівняно малої довжини.

На рис. 10, в показана обробка «летючим» супортом торця заготовки після розточування отвору. В даному випадку заготовка нерухома і стіл не переміщається. Планшайба 1 обертає різцетримач 2 із закріпленим різцем, який переміщається радіально, обробляючи торцеву поверхню заготовки. Ця операція часто зустрічається при обробці великих несиметричних поверхонь.

На рис. 10, г наведений приклад спільної роботи шпинделя 2 і планшайби 1. Одночасно розточується отвір різцем, закріпленим на борштанзі 4, і обробляється торець заготовки різцем, закріпленим у різцетримачі 3. Заготовка разом зі столом 5 залишається нерухомою.

При **координатному розточуванні** положення осей розточуваних отворів задається двома розмірами (координатами), які відраховують від базисних

настановних площин деталі. Установка осі шпинделя розточувального верстата на задані координати здійснюється за допомогою градуйованих лінійок і ноніуса, наявних на верстаті, або за допомогою спеціальних вкладишів, регульованих за розміром відповідних координат. Координатне розточування підвищує точність міжцентрових відстаней та їх співвісність, спрощує обробку і збільшує продуктивність.

Тонке (алмазне) розточування отворів

Дуже часто чистове оздоблення отворів проводиться методом **тонкого розточування**. Суть цього способу полягає в тому, що розточування проводиться при великій швидкості, малій глибині різання і малій подачі. Крім алмазних різців для розточування застосовують різці з пластинками твердих сплавів, які також дають хороші результати щодо шорсткості і точності обробленої поверхні. Конструкції верстатів для алмазного розточування повинні бути міцними і жорсткими; вібрацій шпинделя і станини не повинно бути. Швидкість різання для чавуну – 120-250, для бронзи – 300-400, для бабіту – 400-1000, для алюмінієвих сплавів – 500-1500 м/хв. Глибина різання близько 0,05-0,10 мм при подачах 0,01-0,08 мм / об.

Тонке розточування має такі переваги:

- відсутність в порах обробленої поверхні абразивних зерен, що спостерігається при обробці абразивним інструментом;
- легко досягається точність 2-го і навіть 1-го класів і точність в 0,010 і до 0,005 мм на овальність і конусність отворів діаметром 100-200 мм;
- проста конструкція ріжучого інструменту, оснащеного алмазом або твердим сплавом;
- можливість отримання поверхні 9-10-го класів шорсткості.