

ТЕМА 6 Технологія виготовлення деталей типу "Диски" і "Втулки"

Лекція 13 Конструктивні особливості деталей типу "Диски" та "Втулки"

До деталей класу «Втулки» відносять: втулки, гільзи, стакани, вкладиші, поршні та інші деталі, тобто деталі, утворені зовнішніми і внутрішніми поверхнями обертання, що мають загальну прямолінійну вісь.

Отвори у таких деталях можуть бути циліндричні ступінчасті, конічні та фасонні. Оброблення отворів виконують на свердлильних, токарних, розточних, шліфувальних, хонінгувальних та протяжних верстатах.

Технологія виготовлення деталі класу «Втулки» залежить від діаметру оброблюваного отвору, необхідної точності оброблення та шорсткості поверхні деталі.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВТУЛОК

Деякі основні види втулок, представлені на рис. 1, служать як опори обертових валів. Найчастіше застосовують втулки з відношенням $L/D > 3$ [2].

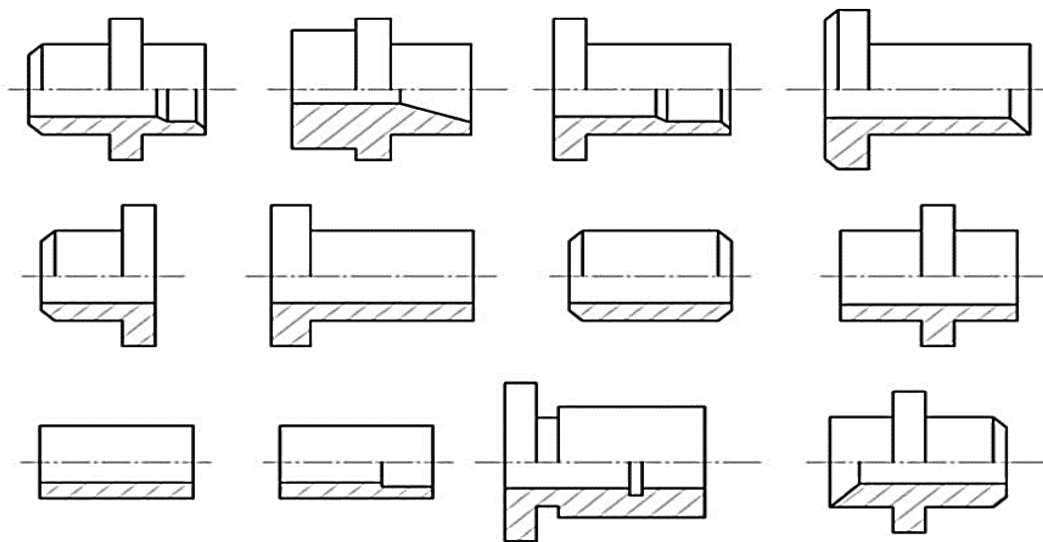


Рисунок 1. – Види втулок

Технологічні вимоги

Основним технологічним завданням є забезпечення концентричності зовнішніх поверхонь з отвором і перпендикулярності торців до осі отвору.

Точність розмірів

Діаметри зовнішніх поверхонь виконують по $h6$, $h7$; отвори по $H7$, рідше по $H8$, для відповідальних з'єднань – по $H6$.

Точність форми

У більшості випадків особливі вимоги до точності форми поверхонь не висуваються, тобто похибка форми не повинна перевищувати певної частини поля допуску на розмір.

Точність взаємного розташування

Концентричність зовнішніх поверхонь відносно внутрішніх поверхонь 0,015...0,075 мм.

Різностінність не більше 0,03...0,15 мм.

Перпендикулярність торцевих поверхонь до осі отвору – 0,2 мм на радіусі 100 мм; при осьовому навантаженні на торці, відхилення від перпендикулярності не повинні перевищувати 0,02...0,03 мм.

Якість поверхневого шару

Шорсткість внутрішніх і зовнішніх поверхонь обертання повинна бути в межах 1,6...3,2 мкм Ra ; торців – 1,6... 6,3 мкм Ra , а при осьовому навантаженні – 1,6...3,2 мкм Ra .

Для збільшення терміну служби, твердість робочих поверхонь втулок доводять до 40...60 HRC .

Матеріалами для втулок служать: сталь, латунь, бронза, сірий, ковкий, антифрикційний чавун, спеціальні сплави, металокераміка і пластмаси.

Заготовками для втулок з діаметром отвору до 20 мм служать калібровані або гарячекатані прутки, а також литі стрижні.

При діаметрі отвору більше 20 мм застосовуються суцільнотягнуті труби або порожнисті заготовки, відлиті в піщані або металеві форми. Використовують також відцентрове литво та литво під тиском.

Заготовкою для даної деталі може служити штамповка, отримана на горизонтально-кувальній машині.

Завдання забезпечення концентричності зовнішніх поверхонь відносно отвору і перпендикулярності торцевих поверхонь до осі отвору може бути вирішене наступними способами оброблення:

- зовнішніх поверхонь, отворів і торців за один установ;
- всіх поверхонь за два установи або за дві операції з базуванням при остаточному обробленні по зовнішній поверхні (оброблення від вала);
- всіх поверхонь за два установи або за дві операції з базуванням при остаточному обробленню зовнішньої поверхні по отвору (обробка від отвору).

При обробленні за один установ рекомендується такий технологічний маршрут оброблення втулки:

1. – підрізання торця в прутка, подача прутка до упору, центрування торця під свердління, свердління отвору і проточування зовнішньої поверхні; розточування або зенкерування отвору і проточування зовнішньої поверхні зі зняттям фасок на вільному торці; попереднє розвертування; остаточне розвертування; відрізування.

Ця перша операція виконується на токарно-револьверному верстаті, одношпindelному або багатшпindelному токарному автоматі;

2. – зняття фасок з протилежного торця втулки на вертикально-свердлильному або токарному верстаті;

3. – свердління отворів для змащування;

4. – нарізання мастильних канавок на спеціальному верстаті.

При обробленні втулки з труби замість свердління застосовують зенкерування або розточування отвору, далі технологічний маршрут зберігається.

При обробленні втулки з базуванням по внутрішній поверхні рекомендується такий технологічний маршрут оброблення втулки:

1. – зенкерування отвору втулки і зняття фаски в отворі на вертикально-свердлильному верстаті (технологічна база – зовнішня поверхня);

2. – протягування отвору на горизонтально-протяжному верстаті зі сферичною самоустановлювальною шайбою, яку застосовують в зв'язку з тим, що торець не оброблений;

3. – попереднє проточування зовнішньої поверхні (залежно від точності заготовки), підрізання торців і зняття зовнішніх (а часто і внутрішніх фасок на токарному багаторізцевому напівавтоматі). Базування здійснюється по внутрішній поверхні на розтискну оправку;

4. – чистове проточування зовнішньої поверхні; чистове підрізання торця.

При виборі методу базування слід віддавати перевагу базуванню по отвору, який має ряд переваг:

1. – при обробленні на жорсткій або розтискній оправці похибка установки відсутня або значно менша, ніж при обробленні в патроні з кріпленням заготовки по зовнішній поверхні;
2. – центрувальний пристрій простіший, точніший і дешевший ніж патрон;
3. – при використанні оправки може бути досягнута висока ступінь концентрації оброблення.

МЕТОДИ ОБРОБЛЕННЯ ВНУТРІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

Види і методи оброблення внутрішніх циліндричних поверхонь, досяжна точність і параметр шорсткості поверхонь основними методами наведені в табл. 1 [2].

Таблиця 1 – Шорсткість поверхні і квалітети точності при лезовому обробленні внутрішніх циліндричних поверхонь

Метод оброблення	Свердління	Зенкерування			Розвертування			Розточування			Протягування	
		чорнове	однократне	чистове	нормальне	точне	тонке	чорнове	чистове	тонке	чорнове	чистове
Квалітет точності	9-13	12-13	11-13	8-10	10-11	7-9	5-6	11-13	8-10	5-7	10-11	6-9
Шорсткість поверхонь R_a , мкм	1,6-25	6,3-25	6,3-25	0,8-6,3	0,8-12,5	0,4-6,3	0,1-3,2	1,6-25	0,4-6,3	0,2-3,2	0,8-12,5	0,2-6,3

Отвори в заготівельних цехах отримують досить просто, починаючи з діаметра 25 – 40 мм.

Оброблення отворів в деталях різних типів проводиться шляхом свердління, зенкерування, фрезерування на верстатах з ЧПК, розточуванням різцями, розвертанням, шліфуванням (внутрішнім), протягуванням,

хонінгуванням, розкатуванням кульками і роликами, продавлюванням, притиранням, поліруванням, суперфінішуванням.

Оброблення отворів зі зняттям стружки виконується лезовими і абразивними інструментами.

До способів лезового оброблення відноситься свердління, зенкерування, розвертування, розточування та протягування. Ріжучими інструментами при свердлінні є свердла (рис. 2).

Різновиди і характеристики цих інструментів наведено в довідниках [3, 4].

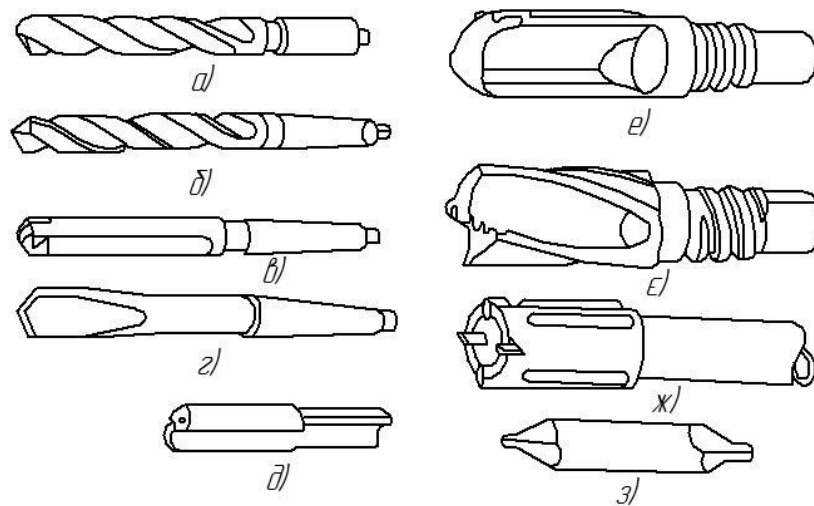


Рисунок 2. – Види свердел:

а, б – спіральні; в – з прямими канавками; г – перове; д – рушничне;
е – однокромкове; є – двокромкове; ж – для кільцевого свердління;
з – центрувальне

Оброблення отворів лезовим інструментом проводять на верстатах наступних груп: свердлильної (вертикально-свердлильні (рис. 3), радіально-свердлильні); розточної (горизонтально-розточні, горизонтальні і вертикальні викінчувально-розточні, координатно-розточні); протяжної групи (горизонтальні і вертикальні напівавтомати), як звичайного виконання, так і з ЧПК.

Крім того, отвори обробляються практично на всіх верстатах, напівавтоматах та автоматах токарної групи.

Свердління. Свердлінням отримують отвори в суцільному матеріалі. Для неглибоких отворів застосовуються стандартні свердла діаметром 0,30 – 80 мм.

Найбільшого поширення набули спіральні свердла (рис. 2, а, б).

Існують два методи свердління:

1. – обертається свердло (верстати свердлильно-розточувальних груп);
- 2). – обертається заготовка (верстати токарної групи).

Оброблення отворів діаметром до 25 – 40 мм здійснюють спіральними свердлами за один перехід, а при обробленні отворів великих діаметрів (до 80 мм) – за два і більше переходів свердлінням і розсвердлюванням або іншими методами.

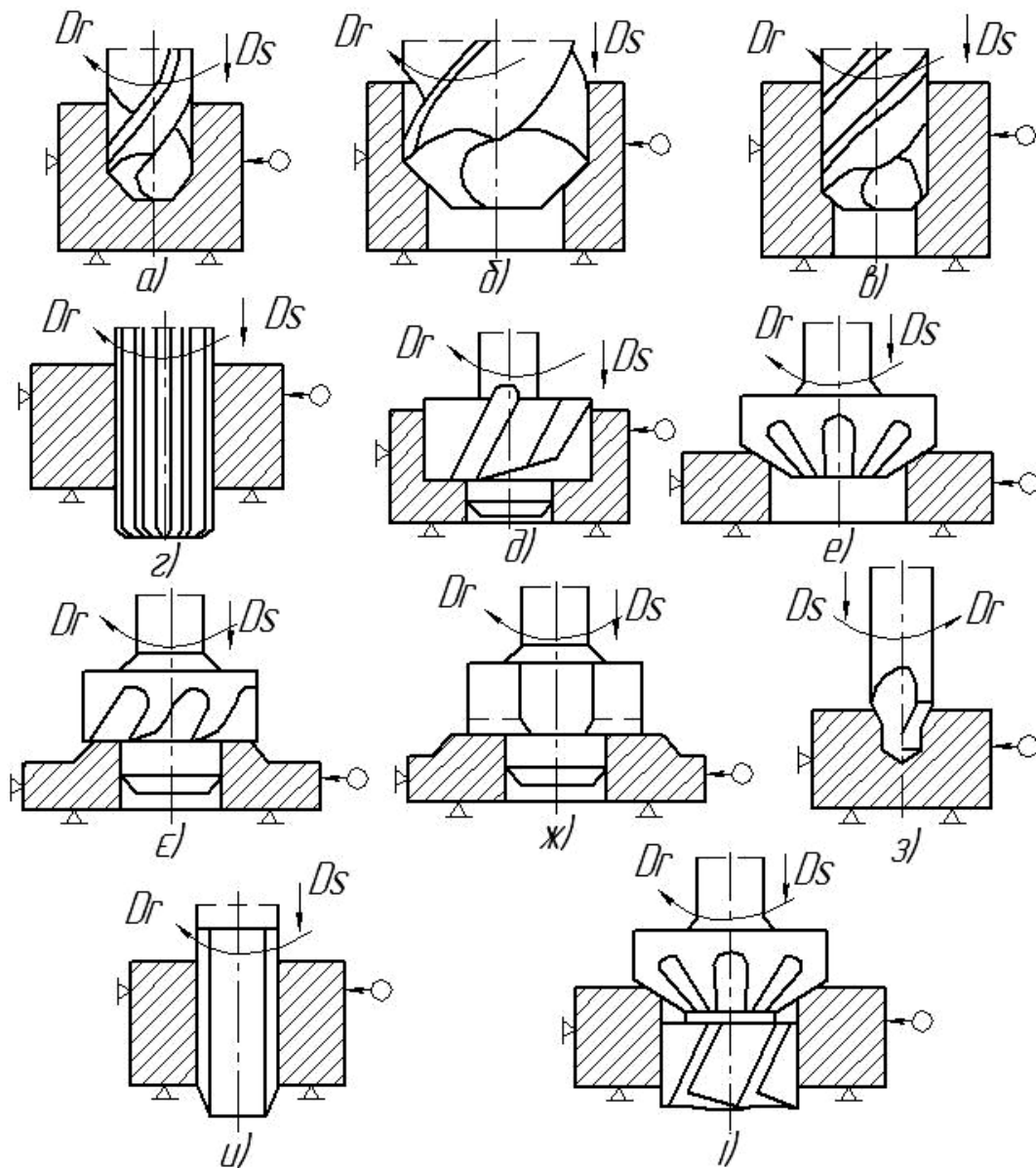


Рисунок 3 – Схеми оброблення отворів на свердлильних верстатах:
 а – свердління; б – розсвердлювання; в – зенкування; г – розвертування;
 д, е – зенкування; є, ж – цекування; з – оброблення центрувальним свердлом;
 и – нарізування різі; і – нарізування складних отворів; D_r – рух різання;
 D_s – рух подачі.

Для свердління отворів діаметром понад 80 мм застосовують свердла кільцевого свердління (рис. 2, ж) або свердлильні головки спеціальних конструкцій.

Свердла кільцевого свердління представляють собою порожнисту головку, в корпус якої вставляються різці та направляючі шпонки. Ці свердла вирізують у суцільному металі циліндричну поверхню, яка є відходом і може бути використана як заготовка для виготовлення інших деталей (рис. 4).

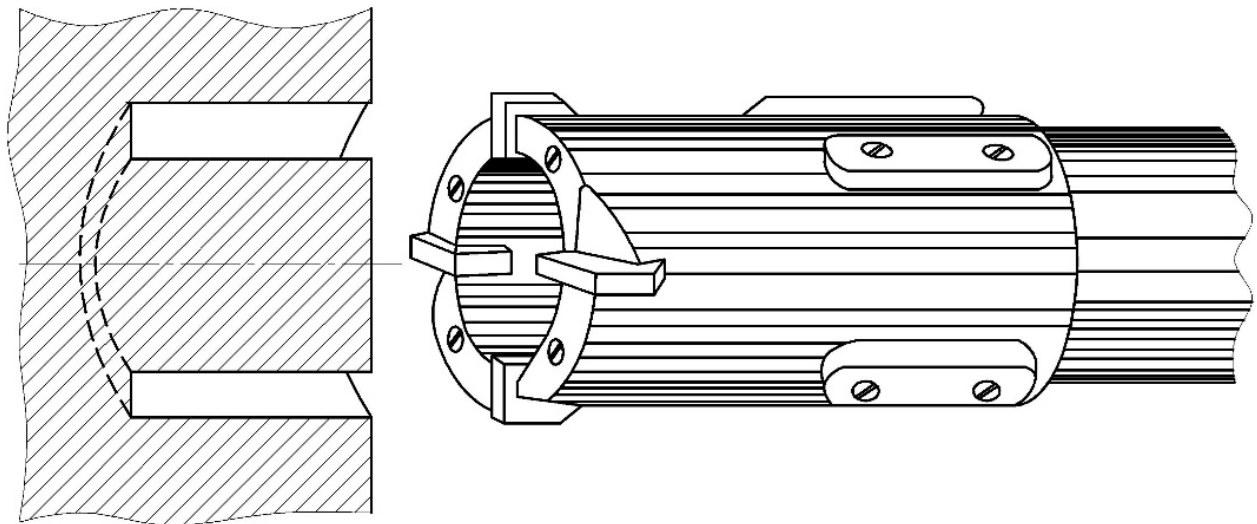


Рисунок 4. – Схема оброблення свердлом для кільцевого свердління

При обробленні глибоких отворів ($L/D > 10$) важко забезпечити спрямованість вісі отвору відносно її внутрішньої циліндричної поверхні. Чим більша довжина отвору, тим більше відведення інструмента.

Для зменшення відведення свердла чи викривлення осі отвору застосовуються такі заходи:

1. застосування малих подач, ретельне заточування свердла;
2. застосування попереднього засвердлювання (центрування);
3. свердління з напрямленням спірального свердла за допомогою кондукторної втулки (рис. 5);
4. свердління з обертанням заготовки при не рухомому або обертовому свердлі. Це найрадикальніший спосіб усунення відведення свердла, оскільки створюються умови для самоцентрування свердла;

5. свердління спеціальними свердлами при обертівій або нерухомій заготовці.

На рис. 5 показано послідовне оброблення отвору в суцільному матеріалі на вертикально-свердлильному верстаті із застосуванням направляючих втулок кондуктора.

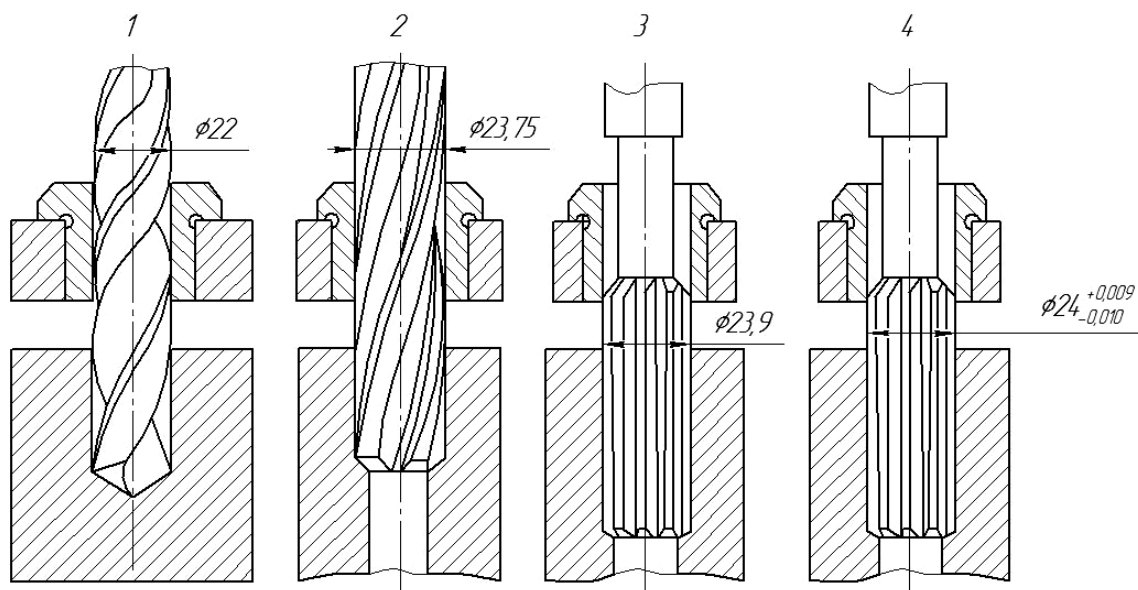


Рисунок 5. – Послідовність обробки отворів у суцільному матеріалі з використанням направляючих втулок кондуктора

До спеціальних сверدل відносяться:

- напівкруглі – різновид рушничних сверدل одностороннього різання, які застосовуються для оброблення заготовок з матеріалів, що дають крихку стружку (латунь, бронза, чавун);

- рушничні – одностороннього різання із зовнішнім відведенням мастильно-охолоджуючої рідини (МОР) і внутрішнім відведенням (ежекторні) з пластинами з твердого сплаву (припаяними або такими, що не переточуються з механічним кріпленням), призначені для високопродуктивного свердління;

- кільцеві свердла (рис. 4) для свердління отворів діаметром 80 мм і більше, довжиною до 50 мм.

Зенкерування. Зенкерування отворів – попередє оброблення литих, штампованих або просвердлених отворів під подальше розвертування, розточування або протягування. При обробленні отворів по 13 – 11- му квалітету зенкерування може бути остаточною операцією. Зенкуванням обробляють

циліндричні заглиблення (під головки гвинтів, гнізд під клапани, тощо), торцеві та інші поверхні (рис. 3).

Ріжучим інструментом при зенкеруванні є зенкер. Зенкери виготовляють суцільними з кількістю зубів 3 – 8 і більше, діаметром 3 – 40 мм; насадними діаметром 32 – 100 мм і збірними з регульованим діаметром 40 – 120 мм (рис. 6).

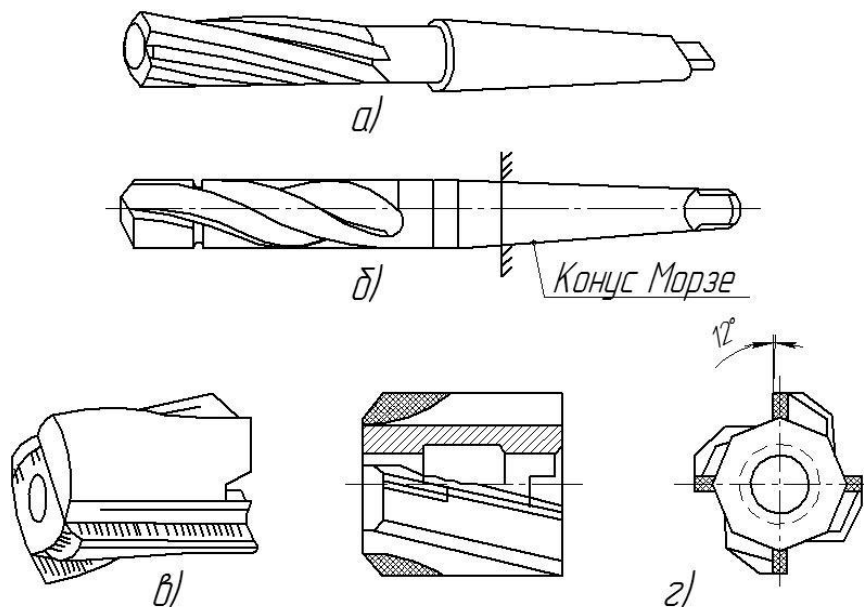


Рисунок 6. – Види зенкерів:

а – спіральний; *б* – спіральний з пластинками з твердого сплаву; *в* – насадний;
г – насадний з пластинами із твердого сплаву

Зенкерування є продуктивним методом: підвищує точність попередньо оброблених отворів, частково виправляє викривлення осі після свердління.

Для підвищення точності оброблення використовують пристосування з кондукторними втулками (рис. 5).

Зенкером обробляють наскрізні й глухі отвори. Зенкери виправляють, але не усувають повністю викривлення осі отвору, досягаючи шорсткість 12,5 – 6,3 мкм *Ra*.

Розвертування. Розвертування отворів – чистове оброблення отворів з точністю до 7 -го квалітету. Розвертуванням обробляють отвори тих же діаметрів, що і при зенкеруванні. Розвертки розраховані на зняття малого припуску. Вони відрізняються від зенкерів великою кількістю (6 – 14) зубів.

Розвертуванням досягається висока точність діаметральних розмірів і форми, а також мала шорсткість поверхні.

Слід зазначити, що оброблений отвір виходить дещо більшого діаметру, ніж діаметр самої розвертки. Таке розбивання може складати 0,005 – 0,08 мм.

Для отримання отворів 7-го квалітету застосовують дворазове розвертування; 6-го – триразове. Під остаточне розвертування залишають припуск розміром 0,05 мм і менше.

Для розверток з твердих сплавів рекомендуються такі режими:

– для чавуну – $v=7\ldots 20$ м/хв; $S=2\ldots 7$ мм/об; $t=0,15$ мм, в якості мастильно-охолоджуючої рідини використовується гас (досягається точність розмірів $IT6$; шорсткість 1,6 мкм Ra);

– для сталі – $v=4\ldots 10$ м/хв; $S=2\ldots 4$ мм/об; $t=0,1\ldots 0,15$ мм (при використанні мастильно-охолоджуючої рідини за точністю досягаються ті ж результати, що і при обробленні чавунних заготовок).

Для підвищення продуктивності праці при обробленні отворів в крупносерійному і масовому виробництві широко застосовують комбіновані ріжучі інструменти (рис. 7; 8; 9), які дозволяють виконувати послідовно за один прохід чорнове і чистове оброблення поверхні або суміщати кілька видів оброблення (наприклад, свердління, зенкерування, розвертування, підрізання торця), або обробляти кілька поверхонь.

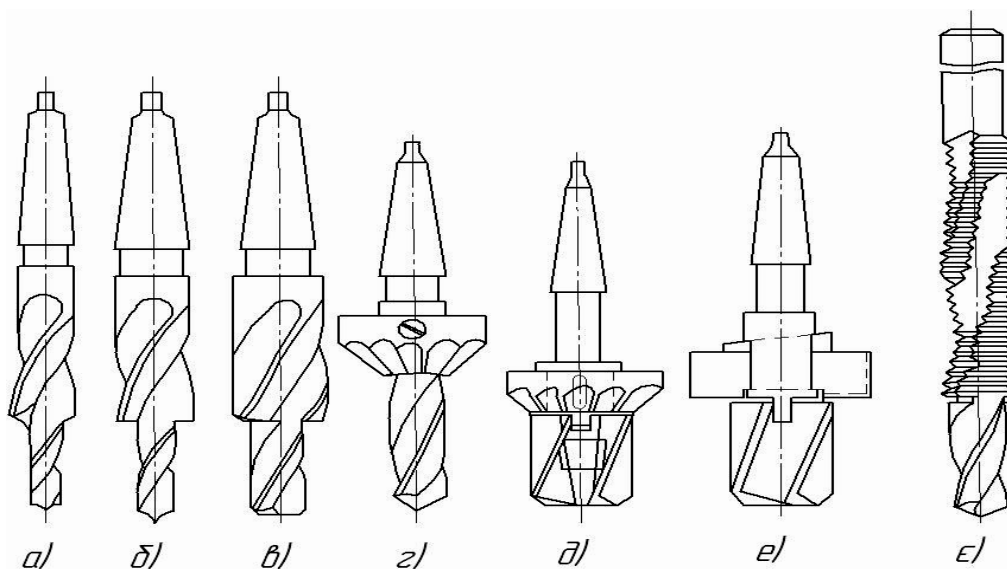


Рисунок 7. – Комбіновані інструменти:

a – ступінчасте свердло; $б$ – свердло-зенкер; $в$ – ступінчастий зенкер;
 $г$ – свердло-зенківка; $д$ – зенкер-зенківка; $е$ – зенкер-цековка;
 $є$ – свердло-мітчик

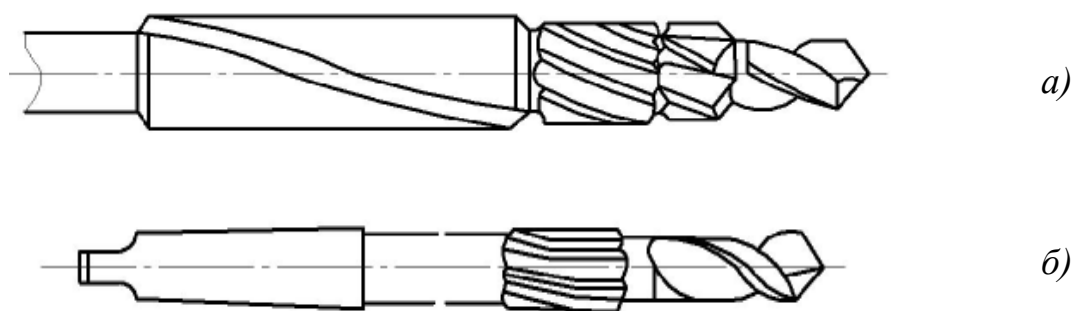


Рисунок 8. – Комбінований інструмент для обробки отворів:
а – свердло-зенкер-розвертка; б – свердло-розвертка

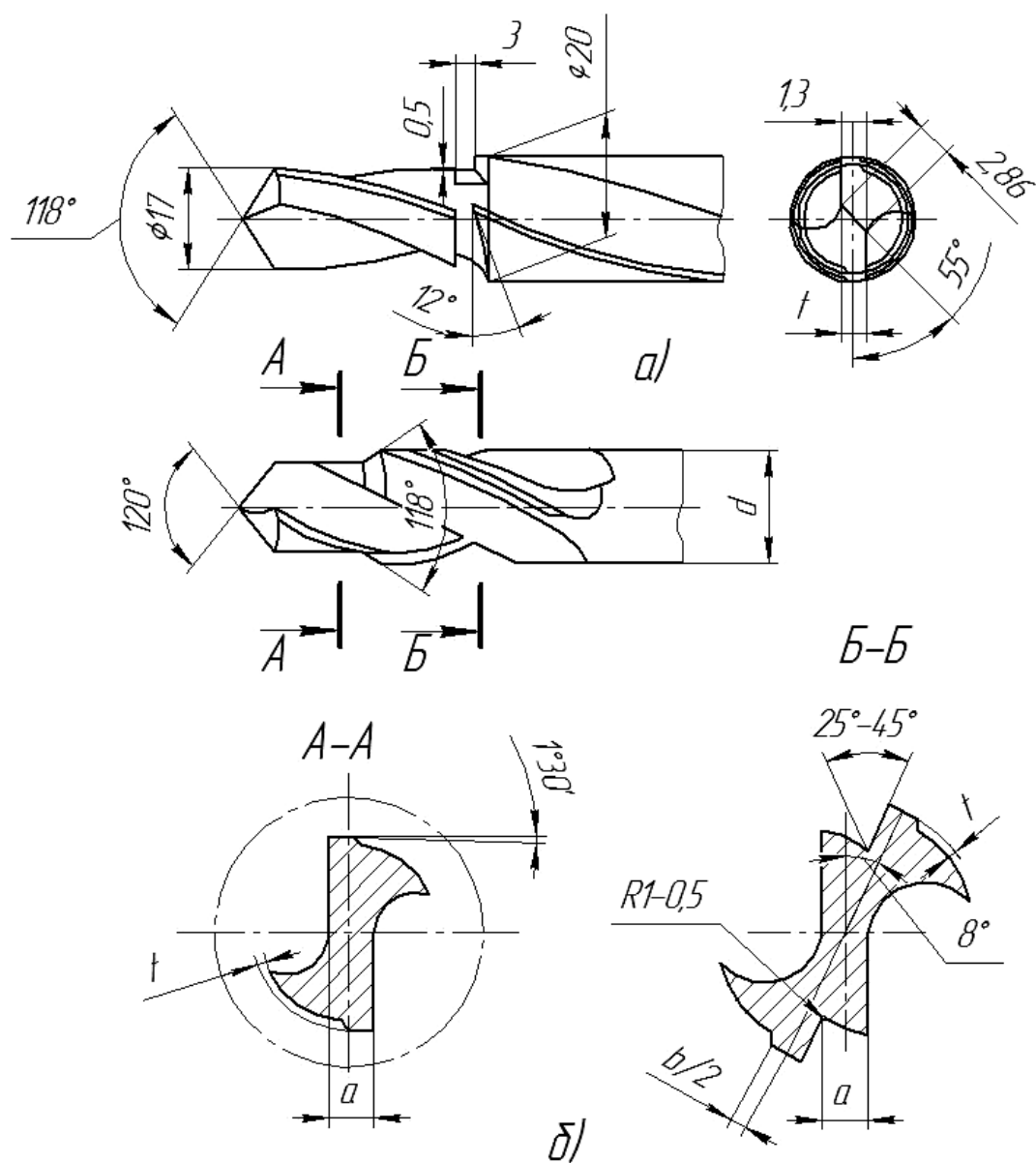


Рисунок 9. – Конструкції комбінованих сверدل, які використовуються
при малих перепадах діаметрів

Розточування. Розточування основних отворів, що визначають конструкцію деталі, проводять на горизонтально-розточних, координатно-розточних, радіально-свердлильних, карусельних і агрегатних верстатах, оброблювальних центрах, а також в деяких випадках на токарних верстатах.

Існують два основних способи розточування:

- розточування, при якому обертається заготовка (на верстатах токарної групи);
- розточування, при якому обертається інструмент (на верстатах розточної групи).

Типовими для токарних верстатів операціями є розточування одного отвору і розточування співвісних отворів різцем (рис. 10).

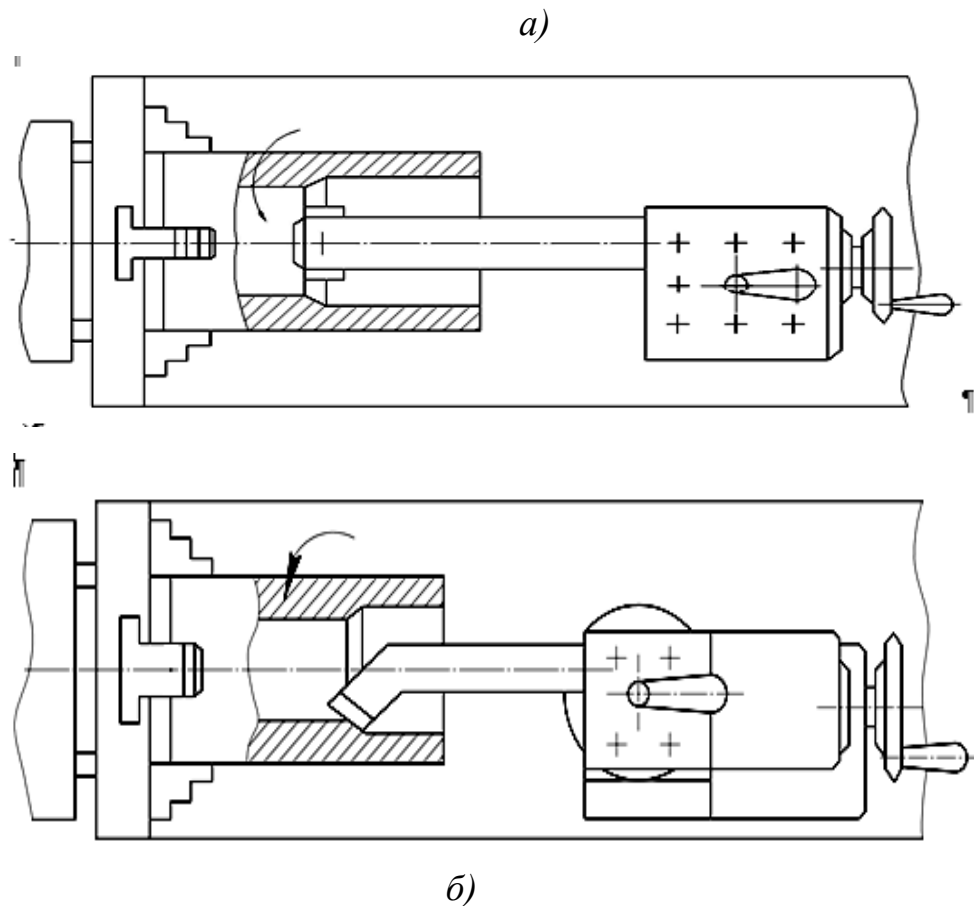


Рисунок 10. – Схеми розточування на токарних верстатах:

- а – різцем, який закріплений в різцетримачі;
- б – різцем, який закріплений в консольній оправці

Типовими операціями для розточних верстатів є розточування отвору, співвісних отворів і розточування отворів з паралельними осями.

Існують три основні способи розточування отворів на горизонтально-розточних верстатах (рис. 11).

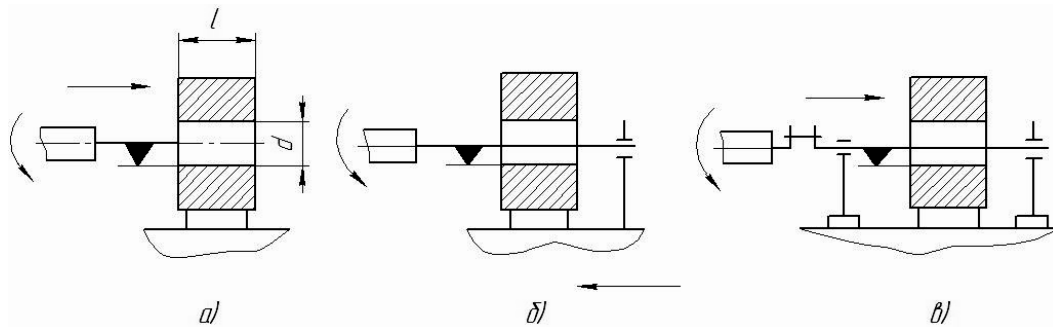


Рисунок 11. – Теоретичні схеми розточування на розточних верстатах:

а – консольними оправками; *б* – борштангами з однією опорою;

в – борштангами з двома опорами

1. – розточування консольними оправками (рис. 11, *а*);
2. – розточування борштангами-качалками з використанням опори задньої стійки (мал.11, *б*);
3. – розточування в кондукторах при шарнірному з'єднанні розточних оправок з шпинделем верстата (рис. 11, *в*).

Розточування борштангами з використанням задньої опори, (стійки), (варіант 2) застосовують при виготовленні великих важких деталей, що мають отвори в протилежних стінках або отвори, що мають довжину, яка не на багато перевищує їх діаметр. В цьому випадку опора задньої стійки і шпиндель повинні бути співвісні. Вивірювання проводять у вертикальних і горизонтальних площинах, але при цьому значно зростає допоміжний час.

Розточування борштангами з передньою і задньою опорами (варіант 3) проводиться за допомогою кондукторного пристосування, що забезпечує подвійне напрямлення інструменту і повністю визначає відносне положення інструмента і заготовки. Інструмент або оправки в цьому випадку з'єднуються з верстатом шарнірно. При цьому не потрібно точного відносного положення шпинделя і напрямних елементів пристосування, що призводить до скорочення часу на налагодження.

Протягування. Протягування отворів застосовують у масовому, крупносерійному і серійному виробництвах. Протягування є одним з

прогресивних способів оброблення металів різанням, як відносно продуктивності, так і досягнення точності і чистоти поверхні. У порівнянні з розвертуванням, наприклад, протягування в 8 – 9 разів продуктивніше.

Протягування здійснюється багатолезових інструментом – протяжкою, яка протягується через оброблюваний отвір (рис. 12). Внутрішнім протягуванням обробляють різні отвори: круглі (циліндричні), щіцеві, багатогранні та ін.

При протягуванні на протяжних верстатах заготовку встановлюють на жорсткій (рис. 12, *а*) або сферичній опорі (рис. 12, *б*), якщо торець деталі не перпендикулярний осі отвору.

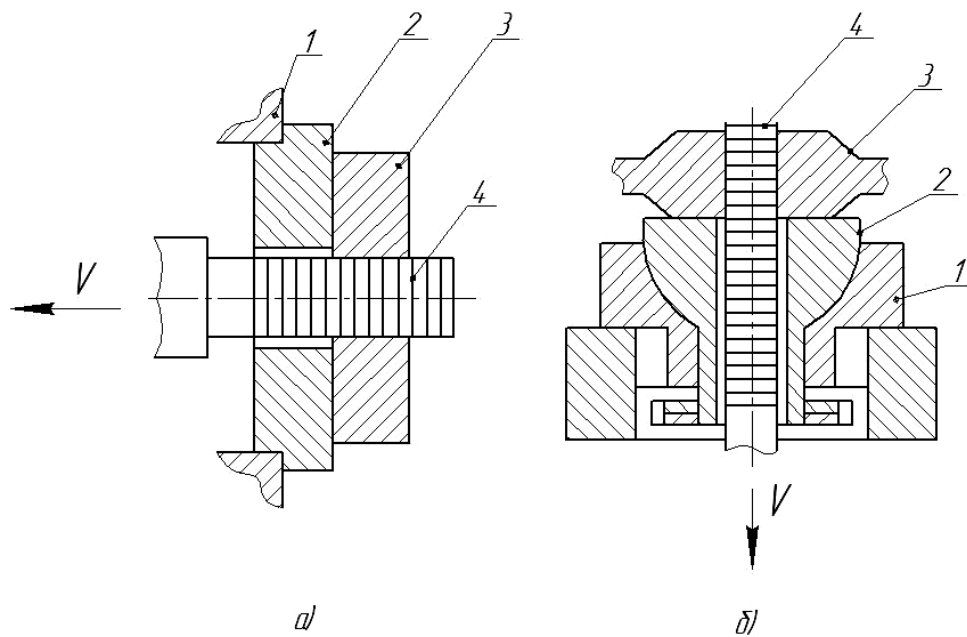


Рисунок 12. – Схеми протягування отворів:

а – горизонтальна; *б* – вертикальна; 1 – жорстка опора; 2 – шарова опора;
3 – оброблювальна заготовка; 4 – протяжка

Для протягування застосовують горизонтальні і вертикальні протяжні верстати-напівавтомати.

Горизонтальні протяжні напівавтомати застосовуються для внутрішнього протягування. Вертикальні напівавтомати використовують як для внутрішнього, так і зовнішнього протягування. Вони займають в 2 – 3 рази менше площі, ніж горизонтальні.

Припуск під протягування при обробленні циліндричних отворів становить 0,5 – 1,5 мм на діаметр отвору.

Прошивання. Прошиванням називають аналогічне протягуванню оброблення коротшим інструментом – прошивкою (рис. 13, б).

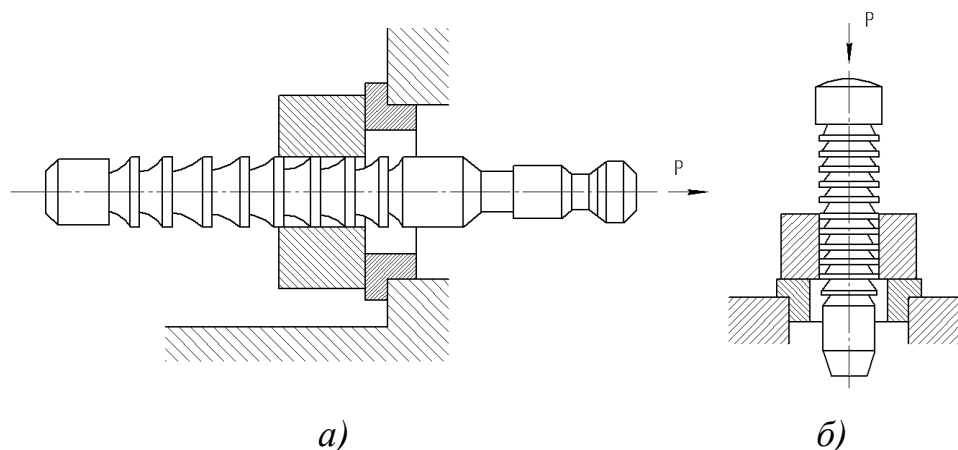


Рисунок 13. – Схема роботи протяжного інструменту:
а – протяжка; б – прошивка

Внутрішні поверхні втулок обробляються і з використанням абразивного інструменту. В табл. 2 приведені досяжні при абразивному обробленні внутрішніх циліндричних поверхонь шорсткість поверхонь і квалітет точності.

Таблиця 2 – Шорсткість поверхонь і квалітет точності при абразивному обробленні внутрішніх циліндричних поверхонь

Метод оброблення	Шліфування			Фінішні методи	
	попереднє	чистове	тонке	хонінгування	притирання
Квалітет точності	8-9	6-7	5-6	5-6	4-5
Шорсткість поверхонь Ra , мкм	0,4-6,3	0,3-3,2	0,1-1,6	0,1-1,6	0,1-1,6

При прошиванні інструмент сприймає напруження стиснення, а при протягуванні – розтягу (рис. 13), тому прошивку виготовляють відносно невеликої довжини (250...400 мм).

Для оброблення отворів застосовують внутрішнє шліфування, хонінгування і притирання.

Внутрішнє шліфування. Внутрішнє шліфування застосовують для остаточного оброблення отворів гартованих деталей або в тих випадках, коли

неможливо застосувати інші, продуктивніші методи оброблення. Воно здійснюється на внутрішньошліфувальних верстатах і безцентрово-внутрішньошліфувальних автоматах. Отвори обробляють на прохід і методом врізання (короткі отвори).

Можливе шліфування наскрізних, «глухих», конічних та фасонних отворів (рис. 14). Відкриті циліндричні і конічні отвори значної довжини шліфують методом поздовжньої подачі (на прохід), а короткі – методом врізання. На рис. 14 приведені схеми шліфування на внутрішньошліфувальному верстаті.

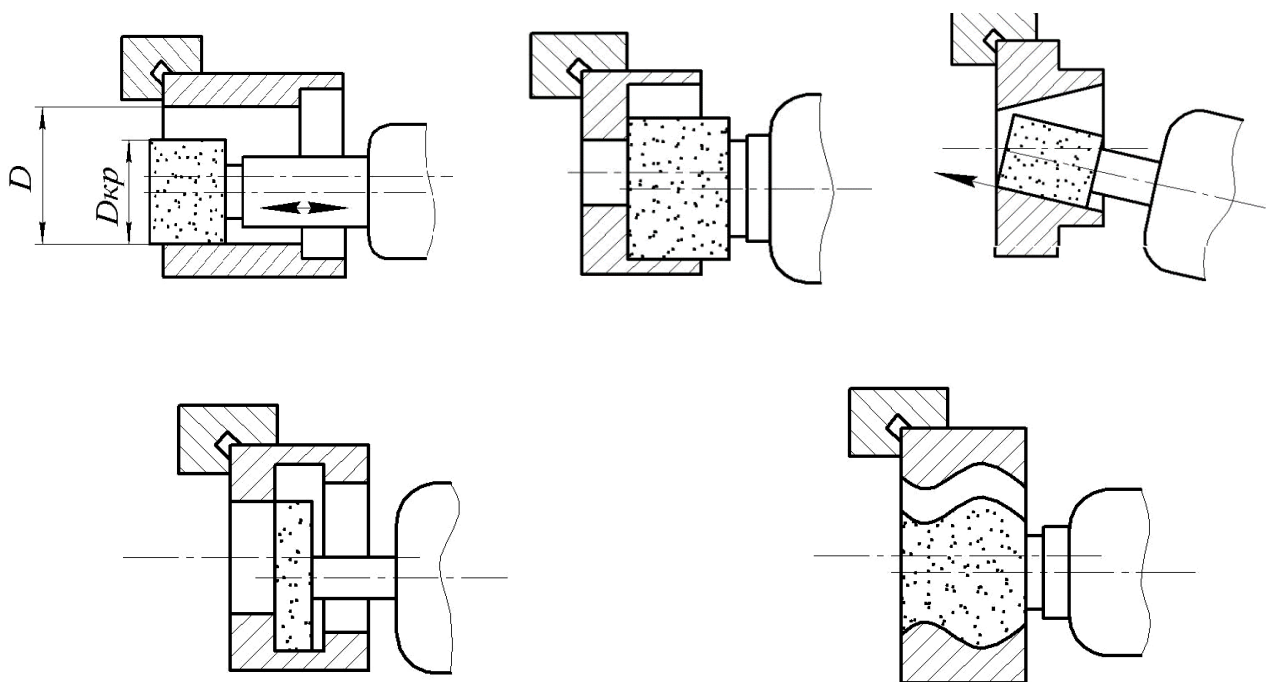


Рисунок 14. – Схеми шліфування на внутрішньошліфувальних верстатах

Схема оброблення отвору на внутрішньошліфувальному верстаті показана на рис. 15.

Внутрішнє шліфування має свої технологічні особливості.

Діаметр абразивного круга вибирають максимальним, який допускається діаметром оброблюваного отвору $D_{кр} = (0,8 \dots 0,9) D_{отв}$.

Висоту (ширину) круга приймають залежно від довжини оброблюваного отвору $L_{кр} = 0,8 L_{дет}$.

Чистовим шліфуванням забезпечується точність розмірів отворів IT6 – IT7; шорсткість поверхні – 0,8 – 3,2 мкм Ra . При тривалому виходжуванні досягається 0,4 мкм Ra .

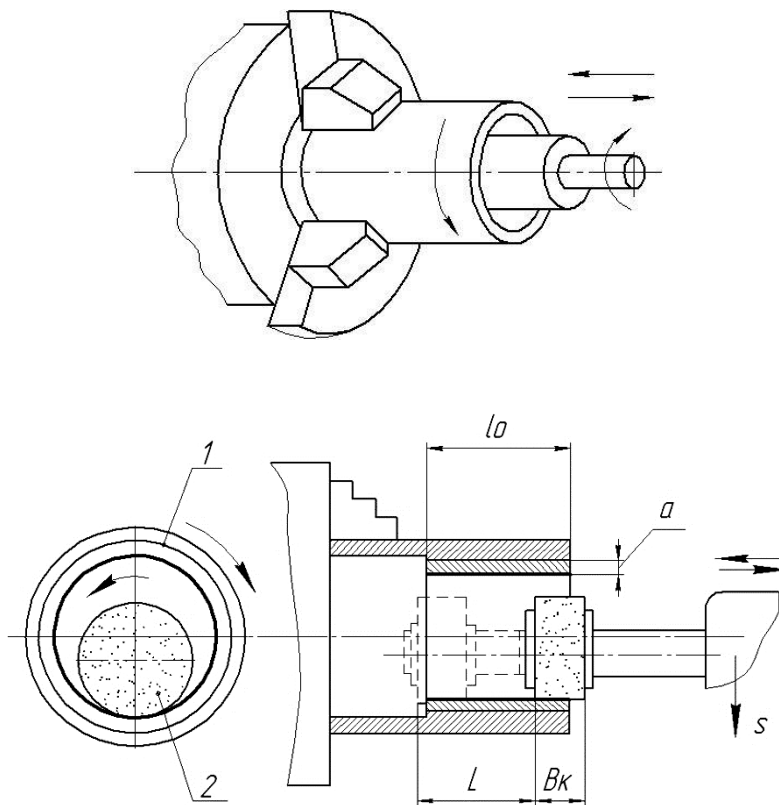


Рисунок 15. – Схема оброблення отвору на внутрішньошліфувальному верстаті

Для внутрішнього шліфування рекомендуються такі режими різання:

- для чавуну $v_{кр} = 20 - 30$ м/с;
- для сталі $v_{кр} = 30 - 45$ м/с;
- $v_{заг} = (0,015 - 0,03)v_{кр}$;
- $S_{позд} = (0,2 - 0,3)B_k$ – чистове шліфування;
- $S_{позд} = (0,6 - 0,8)B_k$ – чорнове шліфування.

Припуск на шліфування отворів залежать від діаметра отвору і його довжини і рекомендуються в межах 0,07 – 0,25 мм для діаметрів до 30 мм; 0,18 – 0,75 для діаметрів до 250 мм.

Найпоширенішим методом є шліфування на прохід з поздовжнім рухом подачі. Це шліфування забезпечує точність розмірів, форми і, при відповідному базуванні, точність взаємного розташування оброблених поверхонь.

Для шліфування торця деталі після шліфування отвору в ній, доцільно використовувати верстати, що мають крім круга для шліфування отвору, круг для шліфування торця. Це забезпечує дотримання високої точності перпендикулярності торцевої поверхні і осі отвору за рахунок оброблення за один установ.

Розрізняють три основних види внутрішнього шліфування:

- 1.– в обертовій заготовці;
- 2.– в нерухомій заготовці (планетарне);
- 3.– безцентрове.

Різні методи шліфування отворів показані на рис. 16.

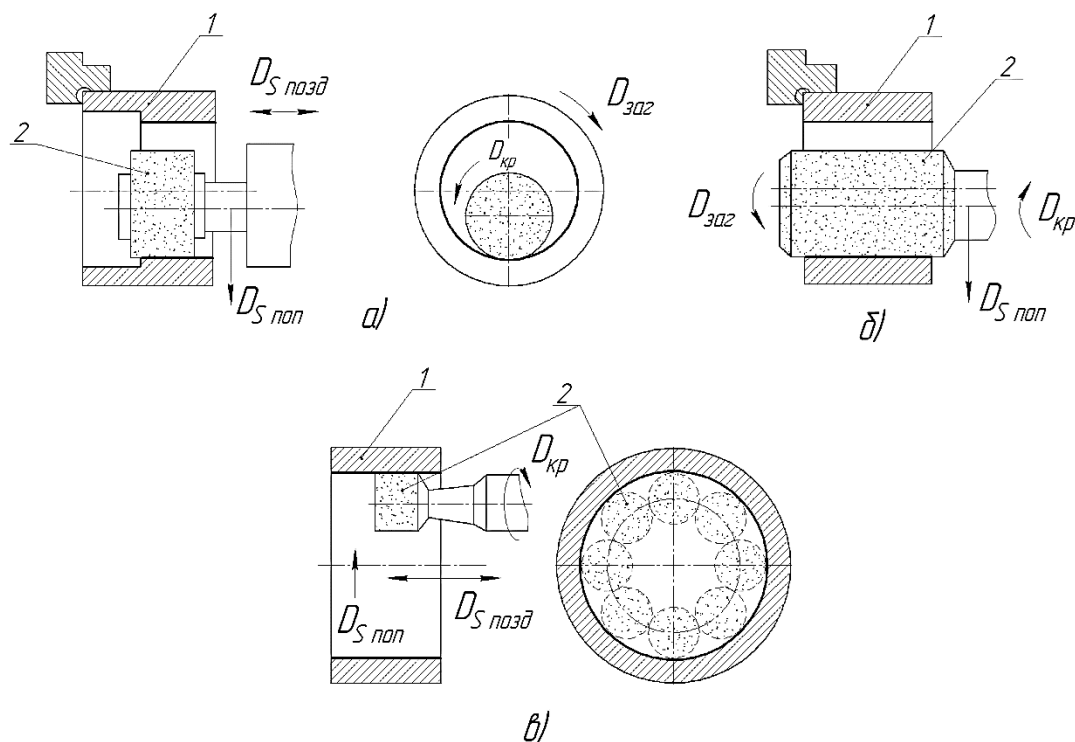


Рисунок 16. – Схеми шліфування отворів:

a – з поздовжньою подачею; *б* – з поперечною подачею; *в* – планетарне;
 1 – заготовка; 2 – шліфувальний круг

Шліфування отвору під час обертання заготовки здійснюється так само, як шліфування зовнішніх поверхонь тіл обертання.

Шліфування отвору в нерухомій заготовці застосовують при обробленні отворів у великих заготовках, які важко обертати. При цьому методі заготовка встановлюється на стіл верстата і залишається нерухомою під час оброблення.

Шпиндель і шліфувальний круг мають чотири руху: 1 – обертання навколо своєї осі; 2 – планетарний рух по колу внутрішньої поверхні заготовки; 3 – зворотно-поступальний рух уздовж осі заготовки, 4 – поперечне переміщення (поперечний рух подачі). Цей метод менш продуктивний, ніж перший.

При внутрішньому безцентровому шліфуванні базою для установки заготовки служить зовнішня попередньо оброблена поверхня.

Хонінгування. Хонінгування є одним з методів викінчувального оброблення отворів.

Процес здійснюється за допомогою хонінгувальних головок (хонів) зі вставними абразивними брусками (рис. 17, а). Хонінгування виконується на спеціальних верстатах, які поділяють на дві групи: вертикально-хонінгувальні і горизонтально-хонінгувальні.

Хонінгувальна головка здійснює поєднані рухи: обертальний і зворотно-поступальний при постійному тиску абразивних брусків на оброблювану поверхню в середовищі мастильно-охолоджувальної рідини. Схема хонінгування приведена на рис. 17.

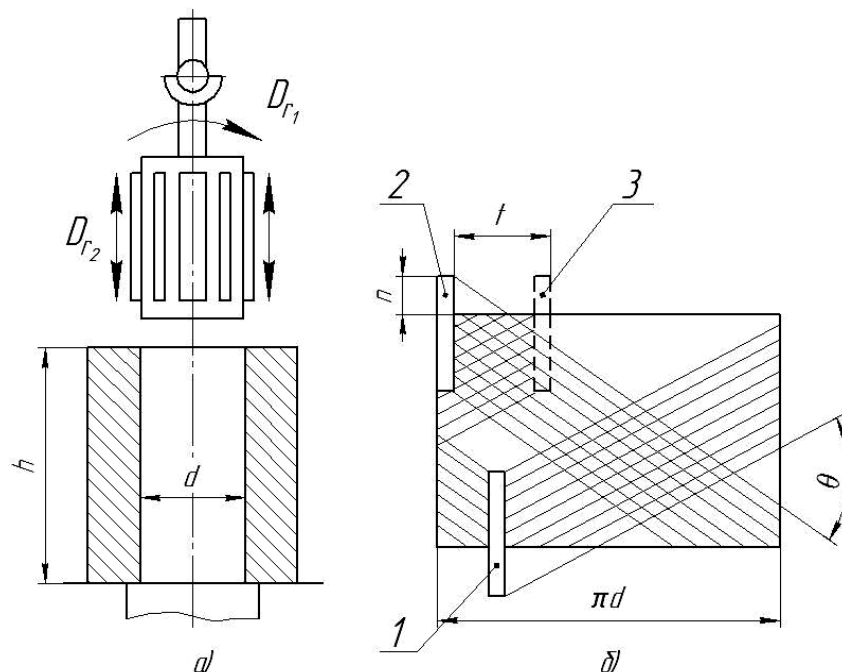


Рисунок 17. – Схема хонінгування отвору:

a – схема процесу хонінгування; *б* – схема траєкторії слідів оброблення

Процес різання здійснюється поєднанням обертального і зворотно-поступального рухів, які зазвичай надаються хонінгувальній головці, але можуть бути надані і оброблюваній деталі.

У першому варіанті нерухома оброблювана деталь, а в другому – інструмент. Внаслідок такого поєднання рухів, траєкторія руху абразивних зерен по оброблюваній поверхні представляє собою сітку гвинтових мікроскопічних ліній – слідів переміщення абразивних зерен. Кут θ перетину цих слідів залежить від співвідношення швидкостей (рис. 17, б).

На рис. 17, б показана розгортка оброблюваної поверхні. Похилими лініями показаний гвинтовий шлях зерна при прямому і при зворотному напрямках поступального руху хонінгувальної головки. На схемі вказано цифрами положення бруска (отже, і хонінгувального зерна) на початку прямого ходу (2), в кінці прямого ходу (1) і в кінці зворотного ходу головки (3). Звідси видно, що довжина ходу встановлюється з деяким перебігом, щоб виключити неповну обробку матеріалу на кінцях отвору і тим самим забезпечити однаковий розмір діаметру, як в середині, так і з торців деталі. Крім того, видно, що хонінгувальна головка робить на кожному подвійному ході деяке перекриття f оброблюваної поверхні в напрямку обертального руху. Це необхідно для виключення повторення траєкторії одного і того ж зерна.

Абразивні бруски завжди контактують з оброблюваною поверхнею, оскільки мають можливість розсуватися в радіальному напрямку. Тиск бруска контролюється. Найефективніше працюють головки з більшою кількістю брусків. Крім абразивних брусків застосовують і бруски із синтетичних алмазів на металевій зв'язці. Верхній алмазовмісний шар має товщину 2...2,5 мм. Алмазним хонінгуванням досягається найефективніше оброблення завдяки високій стійкості алмазних брусків.

Розсування брусків у радіальному напрямку здійснюється механічним, гідравлічним або пневматичним методами. В процесі хонінгування одержують гладку й блискучу поверхню з точністю 4 – 6 го- квалітетів і шорсткістю поверхні 0,01 – 0,02 Ra мкм. Точність форми, що досягається для отворів діаметром 100 – 120 мм, становить 0,01 – 0,02 мм.

Хонінгувальна головка обертається зі швидкістю 60 – 75 м/хв при обробленні сталевих заготовок. Швидкість зворотно-поступального руху головки близько 12 – 15 м/хв. Тиск брусків на оброблювану поверхню становить від 0,05 до 0,20 МПа. Припуск на оброблення – 0,05 – 0,10 мм, як правило, знімається за 1 – 2 хвилини (загалом припуск становить 0,01 – 0,07 мм для сталі

і 0,02 – 0,20 мм для чавуну). У якості змащувально-охолоджувальних рідини використовують гас.

При цьому методі оброблення знімаються як мікронерівності, що залишилися після попередньої операції, так і деяка частина основного металу, що дозволяє усувати такі спотворення форми як конусоподібність, овальність, бочкоподібність.

Складний рух брусків забезпечує велику площу контакту (кількість зерен абразиву, що одночасно беруть участь в різанні, в 500 – 1000 разів більша, ніж при шліфуванні), що забезпечує високу продуктивність процесу, а малий тиск брусків (в 6 – 10 разів менший, ніж при шліфуванні) дозволяє зрізати дуже тонкі шари металу (до 0,005 мм) і забезпечує високу чистоту поверхні. Зазвичай тривалість хонінгування становить 1 – 5 хвилин.

Попереднє оброблення отворів під хонінгування може бути виконане розточуванням, зенкеруванням, розвертуванням або шліфуванням і повинне забезпечувати точність оброблення не нижче, 7 – 8- го квалітету і 6,3 – 3,2 мкм *Ra*.

Хонінгування практично витіснило оброблення отворів притиранням, оскільки притирання є малопродуктивним процесом.

ПРИКЛАДИ ТИПОВИХ МАРШРУТІВ ВИГОТОВЛЕННЯ ВТУЛОК

Приклад 1.

Короткий опис операцій і операційні ескізи для виготовлення втулки (рис. 18).

Заготівельна.

Заготовка одержана на горизонтально-ковальній машині (ГКМ).

005. Токарна з ЧПК.

Виконується на токарному верстаті з ЧПК РТ-706.

Розточити поверхню під шліфування начисто; підрізати торець; розточити фаски (рис. 19).

010. Токарна з ЧПК.

Виконується на верстаті з ЧПК РТ-706.

Точити поверхні 1 (під шліфування) 2,3,4 начисто, підрізати торець і фаски (рис. 20).

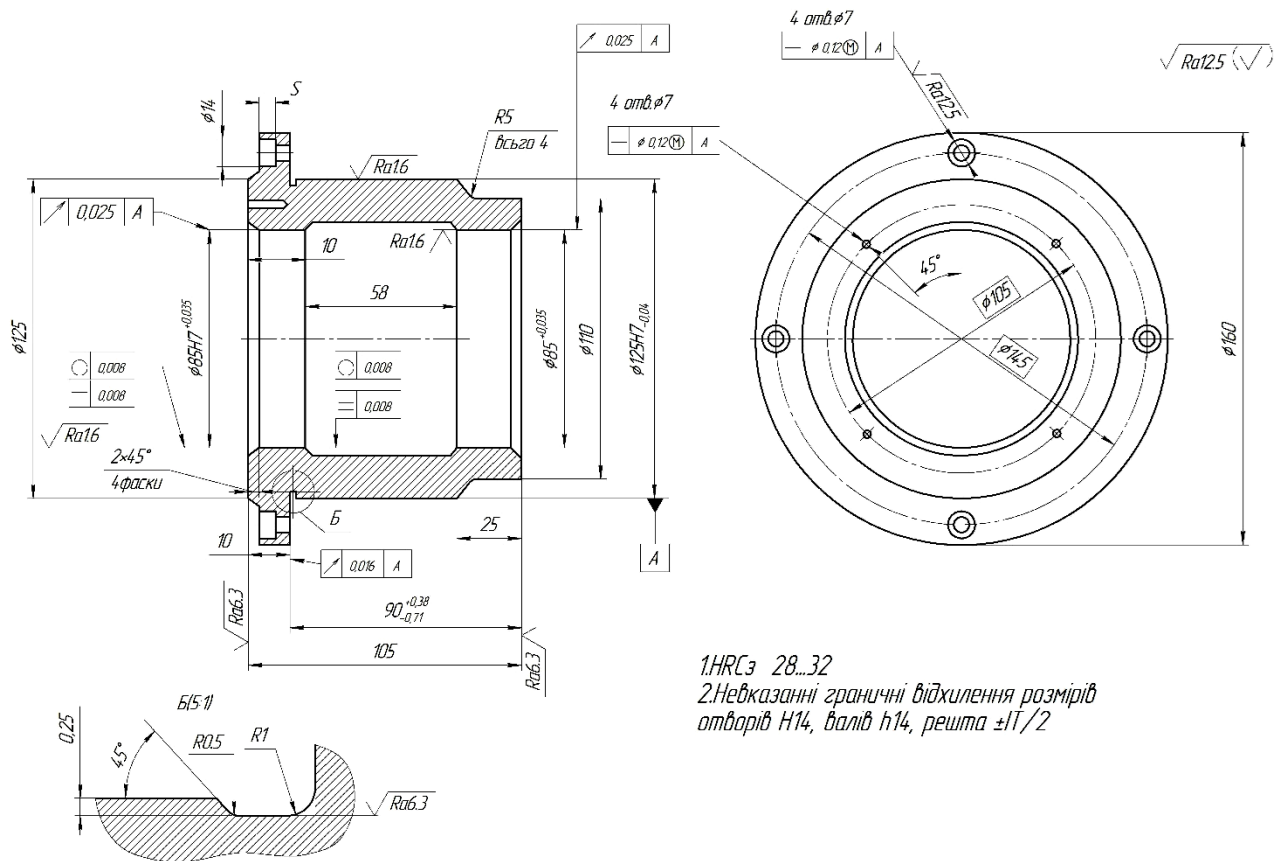
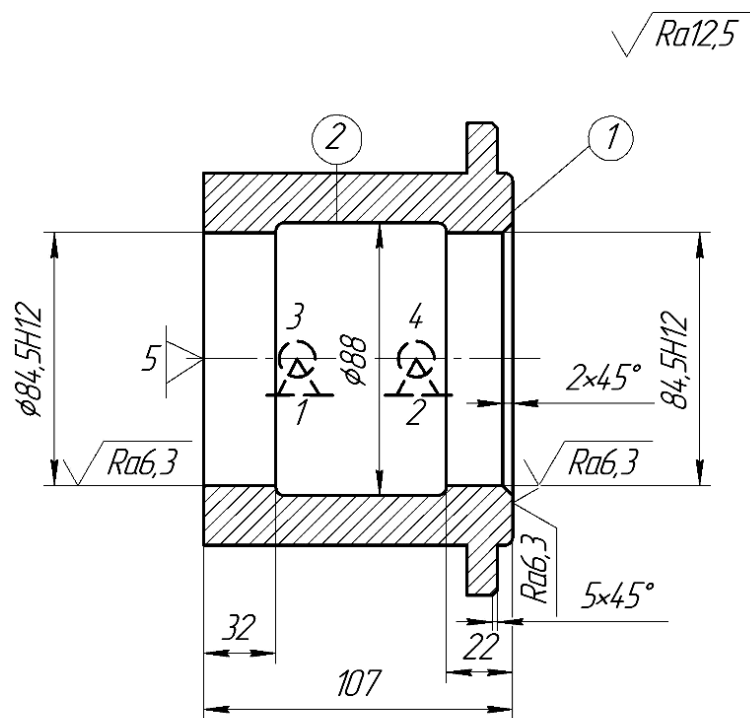
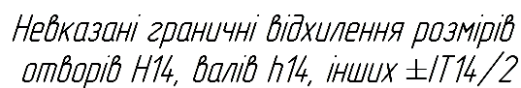


Рисунок 18. – Втулка

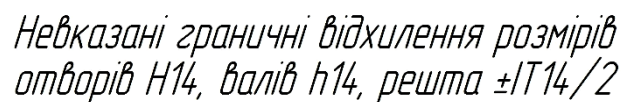


Невказані граничні відхилення розмірів отворів H14, валів h14, решта $\pm IT14/2$

Рисунок 19. – Операційний ескіз операції 005



Свердли́ти чотири отвори 1 і зенкувати чотири отвори 2 (рис. 21); свердління отворів під різь і нарізування різі (на ескізі не показані).



23

020. Термічна.

Гартувати до твердості 50...55 HRC_e .

025. Внутрішньошліфувальна попередня.

Виконується на верстаті 3227.

Шліфувати поверхні 1 і 2, (ескіз аналогічний операції 035).

030. Круглошліфувальна попередня.

Виконується на верстаті 3А153.

Шліфувати поверхню 1 і торець 2 (ескіз аналогічний операції 040).

035. Внутрішньошліфувальна чистова.

Виконується на верстаті 3227.

Шліфувати поверхні 1, 2 (рис. 22).

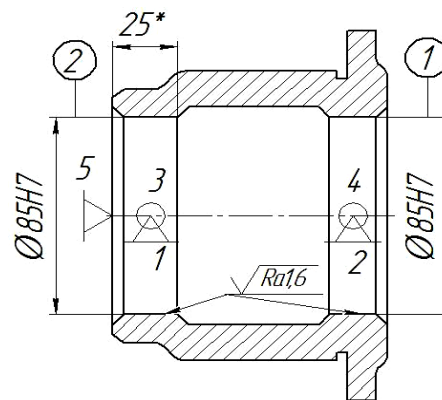


Рисунок 22. – Операційний ескіз операції 035

040. Круглошліфувальна чистова.

Виконується на верстаті 3А153.

Шліфувати поверхню 1 і торець 2 (рис. 23).

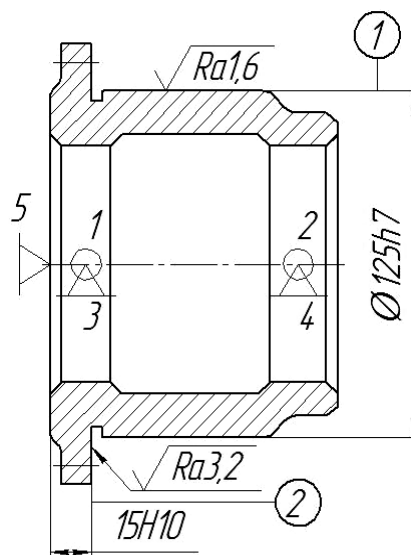


Рисунок 23. – Операційний ескіз операції 040

Приклад 2.

Опис операцій із зазначенням основних засобів технологічного оснащення для виготовлення втулки з фланцем (рис. 24).

Матеріал деталі – сталь 45.

Заготовка – штамповка з отвором (як довідковий матеріал використано дані табл. 3).

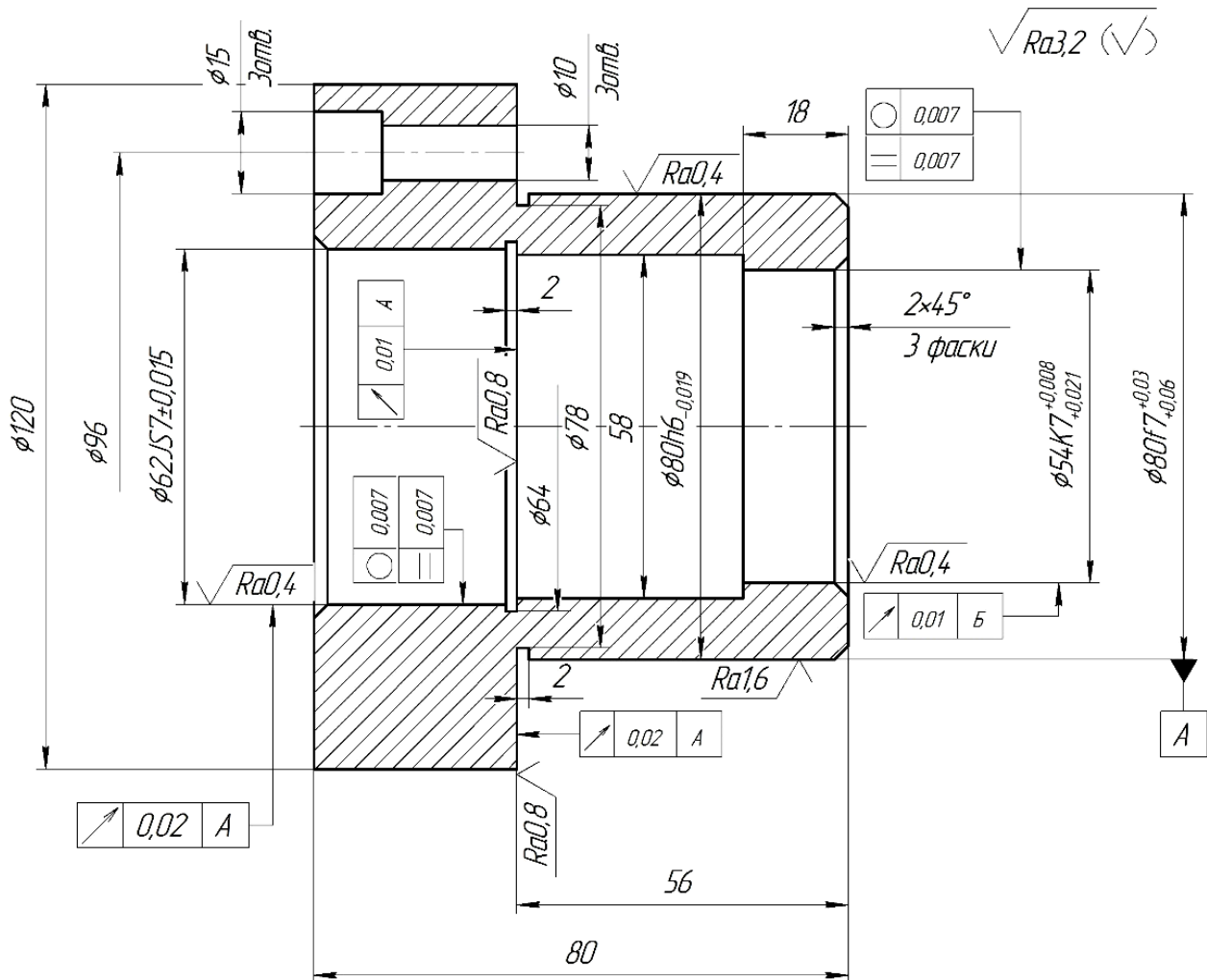


Рисунок 24. -Втулка з фланцем

Таблиця 3 - Типові процеси оброблення

Оброблюваний елемент або технічна вимога	Квалітет	Ra, мкм	Процес
Отвір діаметром до 30 мм	11	25	Свердління і розточування
	10	12,5	Свердління і розточування (зенкерування)
	8 – 9	6 – 1,6	Свердління, розточування і розвертування (свердління, зенкерування і розвертування)
	7	1,6 – 0,4	Свердління, зенкерування, розточування, дворазове розвертування або свердління, розточування і внутрішнє шліфування гартованих деталей.
	10	12,5	Розточування або зенкерування.
	9	3,2	Дворазове розточування або зенкерування.
	8	1,6	Зенкерування або дворазове розточування і одноразове розвертування або зенкерування, і протягування.
Відлиті або штамповані отвори діаметром більше 30 мм	7	0,8 – 0,4	Чорнове зенкерування, чистове зенкерування та дворазове розвертування або зенкерування і протягування або протягування без попереднього оброблення або розточування з подальшим внутрішнім шліфуванням.
Співвісність отвору і зовнішньої поверхні, перпендикулярність торця	10	12,5	З одного установка розточування або зенкерування отвору і розточування зовнішньої поверхні і торця. З одного установка розточування отвору або зенкерування з наступним розвертанням.
Співвісність отвору і зовнішньої поверхні, перпендикулярність торця	8 – 10	3,2 – 1,6	З одного установка шліфування отвору, зовнішньої поверхні і торця після токарного оброблення.
	7	0,8 – 0,4	Перший установ – в патроні оброблення отвору дворазовим розвертанням або внутрішнім шліфуванням, одночасне шліфування торця або протягування отвору.
	6	0,8 – 0,2	Другий установ – на оправці з використанням отвору деталі в якості бази, шліфування зовнішньої поверхні і торця.

005.Токарназ ЧПК операція.

Обробити отвори діаметрами 62JS7, 58, 54K7;
зовнішню поверхню діаметром 120 мм;
проточити виточки діаметром 64×2 і 78×2 мм;
точити дві фаски і торець діаметром 120 мм остаточно;
точити торець діаметром 120×80 мм з припуском на шліфування.

Верстат.

Токарний з ЧПК 16K20T.

Пристосування.

Самоцентрувальний трьохкулачковий патрон з пневмоприводом.

Базування.

По поверхні діаметром 80 мм і по торцю.

Ріжучі інструменти.

Контурний, розточний і прорізний різці, оснащені пластинками
твердого сплаву T14K8;
зенкери діаметрами 53,8 і 61,8 мм;
розвертки діаметрами 53,93; 54; 61,93 і 62 мм.

Вимірювальний інструмент.

Індикаторний нутромір з діапазоном вимірювання 50...75 мм і ціною
поділки 0,001 або 0,01 мм;
штангенциркуль ЩЦ-I з діапазоном вимірювання 150 мм і ціною
поділки ноніуса 0,1 мм;
калібри-пробки 54K7 і 62JS7.

010. Токарна гідрокопіювальна операція.

Точити поверхні діаметром 80f7 і 80h6 з припуском на шліфування,
торець і фаску остаточно.

Верстат.

Токарний гідрокопіювальний напівавтомат 1H713.

Пристосування.

Оправка і повідковий патрон.

Базування.

Базування по отворах діаметрами 62JS7, 54K7 і по торцю.

Ріжучий інструмент.

Різці, оснащені пластинами твердого сплаву T14K8.

Вимірювальний інструмент.

Штангенциркуль ЩЦ-I з діапазоном вимірювання 0...150 мм і ціною поділки ноніуса 0,1 мм.

015. Вертикально-свердлильна операція.

Свердлити три отвори діаметром 10×14 мм.

Верстат.

Вертикально-свердлильний 2Н118.

Пристосування.

Переналагоджувальний кондуктор з пневмоприводом.

Базування.

По отвору діаметром 54K7 і по торцю.

Ріжучий інструмент.

Комбіноване свердло діаметром 10×14 мм.

020 Круглошліфувальна операція.

Шліфувати поверхні діаметром 80f7, 80h6 і торець діаметром 120×80 мм остаточно.

Верстат.

Кругло шліфувальний 3К12.

Пристосування.

Оправка і повідковий пристрій.

Базування.

По отворах діаметром 62JS7 і 54K7.

Вимірювальний інструмент.

Важільна скоба з діапазоном вимірювання 75 – 100 мм і ціною поділки шкали 0,002 мм;

калібри-скоби 80f7 і 80h6.

У наведеному прикладі не вказані деякі ріжучі та вимірювальні інструменти, а також наладки, використовувані при обробленні всіх деталей групи.

Розглянемо деякі рекомендації при проектуванні процесів виготовлення деталей типу втулок, фланців та ін.

Спочатку на токарному верстаті обробляють точні та інші отвори, оскільки за допомогою розверток можна забезпечити 7 – 8- й квалітети точності і

шорсткість 0,4 мкм Ra . Потім, не міняючи установу, обточують до кулачків зовнішні поверхні деталі з припуском на шліфування, так як на токарному верстаті нормальної точності економічно оброблювати ці поверхні не точніше 10- го квалітету, до шорсткості 1,6 мкм Ra і грубіше.

Найпродуктивнішим в середньо серійному виробництві для таких операцій (оброблення внутрішніх, зовнішніх і торцевих поверхонь з одного установу) є токарно-револьверні верстати або верстати з ЧПК, оснащені багатопозиційною інструментальною головкою. Карта наладки револьверної головки наведена на рис. 25.

Інші операції виконуються з базуванням деталі по обробленому отвору і торцю. Іноді передбачають попереднє оброблення всіх поверхонь. Ці операції виконують до першої операції (005) наведеного вище технологічного процесу. Подальше оброблення можна виконувати відповідно до типового процесу.

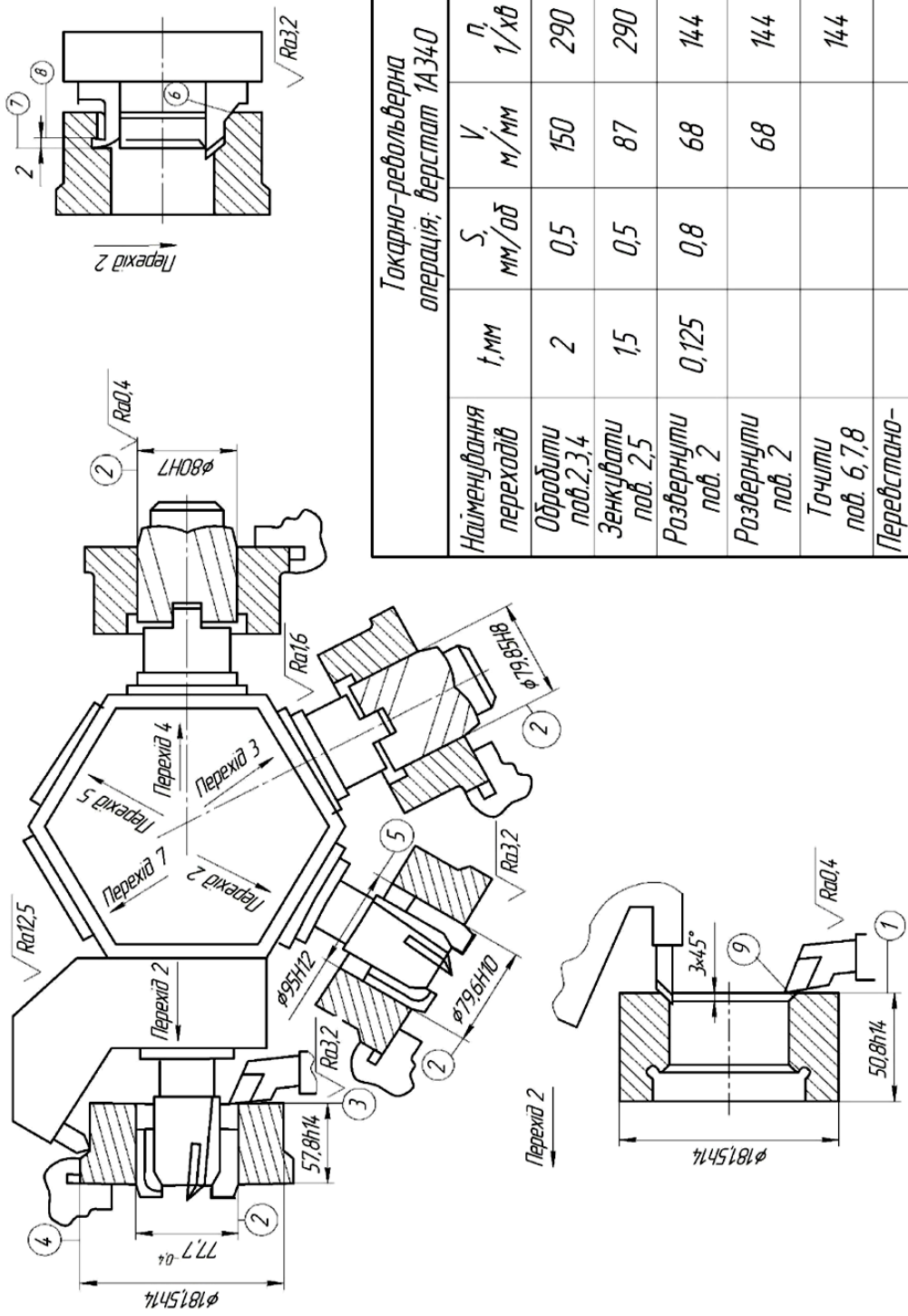
При обробленні втулок і фланців в масовому і крупносерійному виробництвах доцільно застосовувати наступний порядок.

1) Зенкерування отвору і зняття на ньому фаски на вертикально-свердлильному верстаті.

2) Протягування отвору на горизонтально- або вертикально-протяжному верстаті. Якщо фланець має глухий або конічний отвір, то він обробляється розверткою. У втулок, запресованих в корпус, залишають припуск під остаточне оброблення отвору.

Попереднє проточування зовнішньої поверхні, підрізання торців і зняття зовнішніх фасок виконують на токарному багаторізцевому напівавтоматі. На цій операції заготовку базують по центральному отвору на консольній або на центрувальній розтискній оправці.

Чистове проточування зовнішньої поверхні проводять на токарному або багаторізцевому напівавтоматах. На наступних операціях виконують зняття фасок з протилежного торця, свердління отвору для змащування, оброблення мастильних канавок і шліфування зовнішньої поверхні втулки (фланця).



Токарно-револьверна операція; верстат 1А340						
Найменування переходів	t, мм	S, мм/об	V, м/мм	n, 1/хв	T, хв	T, хв
Обробити пов. 2, 3, 4	2	0,5	150	290	0,35	3,36
Зенкувати пов. 2, 5	1,5	0,5	87	290	0,26	
Розвернути пов. 2	0,125	0,8	68	144	0,43	
Розвернути пов. 2			68	144	0,43	
Точити пов. 6, 7, 8				144	0,1	
Передістанувити деталь						
Точити пов. 1, 4, 9						

Рисунок 25. – Наладка для токарно-револьверної операції