

## Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2

### ГРУПА СВЕРДЛИЛЬНИХ ТА РОЗТОЧУВАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ. УСТРІЙ ТА РОБОТА НА НИХ

**МЕТА РОБОТИ.** Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на верстатах свердлильно-розточувальної групи, ознайомлення з будовою та класифікацією свердел, з методикою призначення різального інструменту та режимів різання.

#### 1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ

##### 1.1 Завдання для самостійної підготовки

*Ознайомитись:*

– з принциповою будовою свердлильних та розточувальних верстатів та роботами, що виконуються на них.

*Вивчити:*

- визначення свердління, зенкерування, розгортання;
- будову та класифікацію свердел.

*Скласти звіт по роботі:* звіт по роботі повинен мати: номер, назву та мету роботи; короткі теоретичні відомості, кресленик схеми різання, призначення різального інструменту

##### 1.2 Питання для самопідготовки

- 1.2.1. Операції, що виконуються на свердлильних верстатах.
- 1.2.2. Що таке свердління, зенкерування, розгортання?
- 1.2.3 Який рух в процесі свердління є головним?
- 1.2.4. Який рух в процесі свердління вважається рухом подачі?

##### 1.3 Рекомендована література

1. Технология конструкционных материалов /А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 2005. – 592 с.
2. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів:

навч. посібник / Хільчевський В. В., Кондратюк С. Є., Степаненко В. О., Лопатько К. Г. – К.: Либідь, 2002. – 328 с.

## **2 ВКАЗІВКИ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

### **2.1 Програма робіт**

2.1.1 Пояснення викладачем основних положень оброблення матеріалів на свердлильних та розточувальних верстатах.

2.1.2 Вивчити будову та класифікацію свердел з методикою призначення різального інструменту та режимів різання

2.1.3 Ознайомитись з принципом вимірювання твердості на іншому (від індивідуального завдання) приладі.

2.3.4 Скласти та захистити звіт про роботу.

### **2.2 Оснащення робочого місця**

2.2.1 Методичні вказівки

2.2.2 Свердлильний верстат, набір свердел, зенкерів, розгорток.

2.2.3 Прилади для вимірювання твердості. Плакати.

## **3 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Процес свердління виконується на свердлильних верстатах. Верстати свердлильно-розточувальної групи за конструктивними ознаками діляться на такі типи:

1. Вертикальні одношпindelні верстати з стаціонарним шпинделем на колоні, настінні та настільні. Два останніх різновиди призначені для свердління отворів діаметром до 15-20 мм.

2. Вертикальні одношпindelні верстати з нестаціонарним шпинделем (радіально-свердлильні); монтуються на фундаментній плиті або на стіні, можуть бути переносними. Призначені для свердління отворів у різних місцях громіздких і важких деталей з однієї установки.

3. Багатошпindelні свердлильні верстати.

4. Горизонтально-свердлильні верстати для глибокого свердління.

5. Центрувальні верстати – застосовуються для виготовлення центрових отворів у заготовках. Ці верстати бувають одношпindelні

односторонньої і двосторонньої дії та двошпindelні – для виконання свердління і зенкування центрального отвору в послідовному порядку.

б. Агрегатні свердлильні верстати створюються за допомогою компонування стандартних багатшпindelних свердлильних головок на спеціальних станинах, пристосованих до форми оброблюваної деталі; мають високу продуктивність і широко застосовуються у багатосерійному і масовому виробництвах.

На всіх цих верстатах виконують такі основні операції (рис. 2.1): свердління отворів у суцільному матеріалі (а); розсвердлювання раніше просвердлених, а також виготовлених при відливанні або куванні отворів до іншого великого (б); облицювання (цекування) (в).

Свердлінням називається процес одержання отворів в оброблюваному матеріалі за допомогою свердел. Головним рухом в процесі свердління є обертальний рух свердла із швидкістю  $V$ , а переміщення вздовж осі – рух подачі із швидкістю  $S$ . (рис. 2.2).

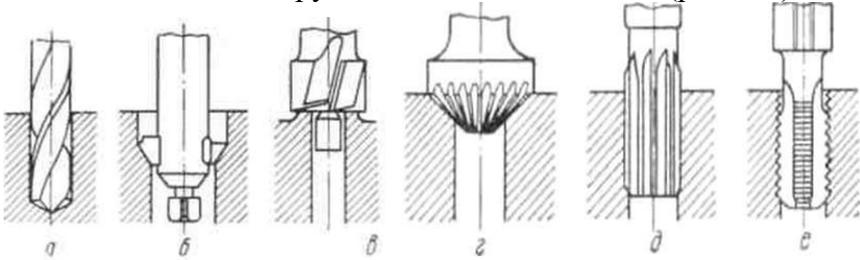


Рис. 2.1. Свердлильні роботи:

а) свердління ; б) розсвердлювання ; в) цекування ; г) розгортання ; д) розгортання ; е) нарізання різьби

Отже, свердло дістає одночасно і головний рух і подачу. Свердлінням можна обробляти глухі і наскрізні отвори в суцільному матеріалі з точністю до 12-13-го квалітету і шорсткістю  $Rz = 10-30$  мкм (ГОСТ 2789-73).

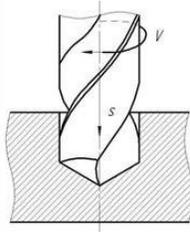


Рис. 2.2. Схема свердління

Отвори діаметром до 30 мм свердлять за один перехід, більші – за два переходи, спочатку свердлом меншого розміру, потім – необхідного діаметра.

В процесі свердління отвору, особливо малого діаметру можливе відведення свердла. Для зменшення відведення свердла роблять попереднє засвердлювання (центрування) коротким жорстким свердлом.

Центрування здійснюють на свердлильних верстатах з направляючими втулками. При свердлінні декількох отворів необхідна точність взаємного їх розташування забезпечується за допомогою кондукторів. Якщо задана точність отворів вища 9-го квалітету, то в залежності від його діаметра і виду заготовки наступна обробка здійснюється зенкеруванням, розточуванням, розгортанням. Точність взаємного розташування отворів при послідовній обробці різними інструментами здійснюється також за допомогою кондуктора, але зі змінними втулками і швидкозмінними патронами для закріплення інструментів у шпиндель верстату.

За необхідності підвищити точність просвердленого чи попередньо отриманого отвору литтям або прошиванням застосовують для обробки зенкерування. Процес отримання отворів зенкеруванням виконується зенкерами. Спиральні зенкери застосовуються для обробки наскрізних циліндричних отворів. Зенкери діаметром 12-25 мм виготовляють суцільними з конічним хвостовиком і з трьома різучими зубами, а діаметром 25 - 30 мм – насадними з чотирма чи шістьма різучими зубами. Насадні зенкери діаметром 60 - 175 мм виконують зі

сталевими рифленими ножами з пластинками із твердих сплавів.

Для обробки фасок в отворах циліндричних і торцевих поверхонь під головки заклепок, гвинтів, болтів і гайок застосовують конічні зенкери. Таким чином зенкери, залежно від їхнього призначення, поділяються на спіральні, циліндричні, конічні.

Для забезпечення заданої точності й усунення відведення осі інструмента-зенкера застосовують кондуктори.

Зенкер зі шпинделем звичайно має шарнірне з'єднання (або плаваюче). Це виключає вплив похибок, пов'язаних із биттям шпинделя щодо осі направляючих втулок на положення осі отвору деталі.

Припуск для зенкерування приблизно дорівнює 0,1 від діаметра отвору. Грубе зенкерування отворів після лиття забезпечує 13-й квалітет точності, а після свердління чи чорнового розточування – 11-12-й квалітет, шорсткість поверхні:  $Rz = 10 - 25$  мкм.

Для отримання на свердлильному верстаті отворів високої точності (5-6-го квалітету точності, із шорсткістю  $Rz = 2,5 - 0,15$  мкм) у матеріалах з твердістю  $HRC < 40$  використовують розгортання. Інструмент – розгортка відрізняється від зенкера великим числом зубів і меншим кутом у плані. Необхідною умовою досягнення високої точності обробки при розгортанні є рівномірність припуску, що знімається, і строгий збіг осі розгортання з віссю оброблюваного отвору. Розгортки під час роботи повинні вільно встановлюватися в отворі чи мати точний напрямок. Розгортка направляється кондукторними втулками з нижнім, верхнім чи подвійним напрямом. Залежно від необхідної точності розгортання виконується одним чи двома розгортками. Отвір 7-го квалітету точності обробляється одною розгорткою, а 5-го квалітету точності – двома розгортками.

Спіральне свердло (рис. 2.3) складається з робочої частини  $l_1$ , шийки  $l_3$  і хвостовика  $l_4$ . У свою чергу, робоча частина має різальну частину  $l_2$  і частину, що калібрує (напряму)  $l_1-l_2$ .

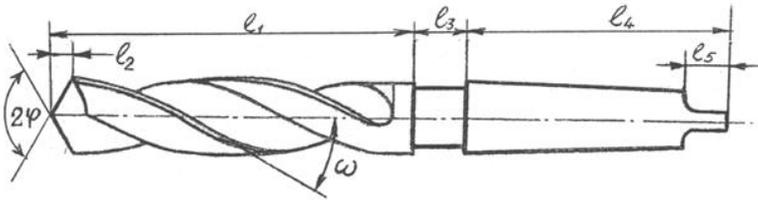


Рис. 2.3. Складові частини спірального свердла

Різальна частина за допомогою двох різальних кромок обробляє заготовку. Напрямна частина сприяє точному переміщенню свердла в оброблюваному отворі. Хвостовик конічної форми призначений для закріплення свердла в отворі шпинделя; хвостовик циліндричної форми – для закріплення свердла в спеціальному затискному пристрої – патроні. Лапка  $l_5$  запобігає прокручуванню свердла в отворі шпинделя.

На рис. 2.3:  $l_1$  – робоча частина;  $l_2$  – різальна частина;  $l_1$ - $l_2$  – частина, що калібрує;  $l_3$  – шийка;  $l_4$  – хвостовик;  $l_5$  – лапка;  $\omega$  – кут нахилу гвинтової канавки;  $2\varphi$  – кут різальної частини.

Робоча частина свердла складається із таких елементів (рис. 2.4): передня 3 і задня 1 поверхні, головне різальне ребро 4, поперечне ребро 5 і стрічка 2.

Передня поверхня  $A\gamma$  – гвинтовий рівчак, по якому сходять стружка. Задня поверхня  $A\alpha$  – повернута до поверхні різання. Спіральне свердло має дві передні й дві задні поверхні. Головним різальним ребром  $K$  називається лінія перетину передньої і задньої поверхонь, а лінія перетину задніх поверхонь є поперечним ребром. На напрямній частині свердла залишають дві вузькі стрічки, відстань між якими визначає діаметр свердла. Щоб знизити тертя між напрямною частиною свердла та стінкою отвору, величина діаметра свердла зменшується у напрямку від різальної частини до хвостовика.

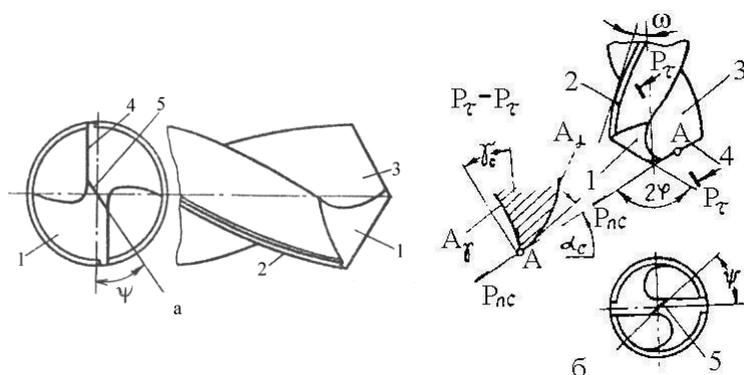


Рис. 2.4. Елементи (а), координатні площини та кути (б) спірального свердла:

1 – задня поверхня  $A_{\alpha}$ ; 2 – стрічка; 3 – передня поверхня  $A_{\gamma}$ ; 4 – головне різальне ребро К; 5 – поперечне ребро;  $P_{\tau}$  – головна січна площина;  $P_{nc}$  – статична площина різання; А – точка на головному різальному ребрі;  $2\varphi$  – кут при вершині свердла;  $\gamma$  – передній і  $\alpha$  – задній кути;  $\psi$  – кут нахилу поперечного ребра;  $\omega$  – кут нахилу гвинтового ривчака

Взаємне розташування у просторі елементів свердла визначається його кутами. Під час вимірювання кутів свердла використовують координатні площини (статична площина різання, головна січна площина), а також площину, перпендикулярну до осі свердла. Статична площина різання  $P_{nc}$  проходить через головне різальне ребро дотично до поверхні головного руху, тобто до поверхні, утвореної різальним ребром свердла, якому наданий тільки головний рух різання. Головна січна площина  $P_{\tau}$  проведена перпендикулярно до головного різального ребра.

Геометрію спірального свердла в статистиці визначають: кут при вершині свердла, передній і задній кути, кут нахилу поперечного ребра і кут нахилу гвинтового ривчака.

Кут при вершині свердла  $2\varphi$  вимірюють між головними різальними ребрами. Свердла, призначені для обробки сталі й чавуну середньої твердості, мають величину  $2\varphi = 116...118^{\circ}$ . Під час

свердління м'яких металів цей кут зменшують до  $80...90^\circ$ , а під час свердління твердих металів його збільшують до  $130...140^\circ$ .

Передній кут  $\gamma$  в розглядуваній точці А вимірюють у головній січній площині. Він утворений дотичною, проведеною через точку А до передньої поверхні, і лінією, що проходить через цю точку перпендикулярно до статичної площини різання. Максимальна величина переднього кута на периферії свердла дорівнює  $25...30^\circ$ , а з наближенням точки А до поперечного ребра значення  $\gamma$  поступово зменшується до нуля і далі набуває від'ємного значення.

Задній кут  $\alpha$  також вимірюють у головній січній площині. Кут  $\alpha$  утворюється дотичною до задньої поверхні, проведеною через точку А, і статичною площиною різання. Мінімальне значення заднього кута на периферії свердла становить  $8...10^\circ$ , а максимальне його значення близько осі свердла –  $20...26^\circ$ .

Кут нахилу поперечного ребра  $\psi$  лежить у площині, нормальній до осі свердла, і утворюється проекціями головного різального і поперечного ребер на цю площину. Величина кута  $\psi$  змінюється в межах  $50...55^\circ$ .

Кут нахилу гвинтового ривчака  $\omega$  утворюється між віссю свердла і дотичною до гвинтової лінії по зовнішньому діаметру свердла. Зі збільшенням кута  $\omega$  зростає передній кут, завдяки чому полегшується стружкоутворення, але водночас зменшується міцність свердла. Середнє значення кута  $\omega$  становить  $24...30^\circ$ .

## **4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ**

4.1 Після ознайомлення з будовою та класифікацією ріжучих елементів свердла, оберіть правильно ріжучий інструмент та розрахуйте режими різання за індивідуальним завданням.

4.2 Виміряйте твердість деталі на іншому від індивідуального завдання приладі.

4.3 Складіть звіт по роботі.

## **5 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

- 5.1 Які операції виконуються на свердлильних верстатах?
- 5.2 Що таке свердління?
- 5.3 Який рух в процесі свердління є головним?
- 5.4 Який рух в процесі свердління вважається рухом подачі?
- 5.5 Який рух в процесі свердління отримує свердло?
- 5.6 Які отвори можна обробляти свердлінням?
- 5.7 Які заходи проводять для зменшення відведення свердла в процесі свердління отвору малого діаметра?
- 5.8 Для чого проводять засвердлювання (центрування) перед свердлінням отворів?
- 5.9 Що таке зенкерування та розгортання?
- 5.10 Що таке розточування?
- 5.11 З якою точністю можна обробити отвори свердлінням?
- 5.12 Яку точність забезпечує зенкерування та розгортання?
- 5.13 Які свердла застосовують для свердління отворів?