

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

М.Г. Левкович, О.М. Лясота, П.В. Босюк

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних занять студентів всіх форм навчання

**«Оброблення деталей на свердлильних  
верстатах»**

з дисципліни  
«Відновлення деталей»

Тернопіль  
2014



Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Кафедра автомобілів

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«Відновлення деталей»  
для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний  
транспорт» усіх форм навчання

Тернопіль  
2014

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт».

Укладачі: к.т.н., доц. Левкович М.Г.;  
к.т.н., доц. Лясота О.М.  
асистент Босюк П.В.

Рецензент: д.т.н., проф. Пилипець М.І.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Левкович М.Г.

Розглянуто та схвалено на методичному семінарі кафедри автомобілів, протокол №1 від 27 серпня 2014 р.

Рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол № 1 від 29.08.2014 р.

## ЗМІСТ

1. Теоретичні відомості	4
1.1 Характеристика процесу свердління	4
2. Практична частина	6
2.1 Призначення різального інструменту	6
2.2 Призначення режимів різання	8
3. Структура звіту	10
4. Контрольні запитання	10
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	11
Додаток А	12
Додаток Б	14
Додаток В	16

**Тема.** Оброблення матеріалів на свердлильних верстатах

**Мета роботи:** *Набуття практичних навичок із оброблення матеріалів на свердлильних верстатах, ознайомлення з будовою та класифікацією свердел, з методикою призначення різального інструменту та режимів різання.*

## **1. Теоретичні відомості**

### **1.1 Характеристика процесу свердління**

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

1. *Вертикальні одношпindelні верстати з стаціонарним шпindelем* на колоні, настінні і настільні. Дві останні різновидності призначені для свердління отворів діаметром до 15- 20 мм.

2. *Вертикальні одношпindelні верстати з нестаціонарним шпindelем* (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 і двошпindelні - для виконання свердління і зенкування центрального отвору в послідовному порядку.

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

На всіх цих верстатах виконують такі основні операції (рис.1):

- а) свердління отворів у суцільному матеріалі (*a*);
- б) розсвердлювання раніше просвердлених, а також виготовлених при відливанні або куванні отворів до іншого великого (*b*);
- в) облицювання (цекування) (*в*);

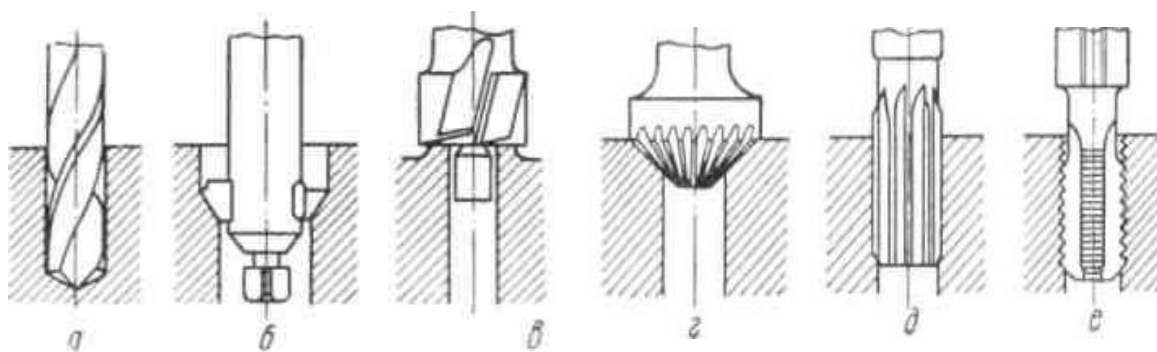


Рисунок 1 - Основні свердлильні роботи:

г) зенкування ( $z$ ); д) розвірчування ( $\partial$ ); є) нарізування різі ( $\epsilon$ )

*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).

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).

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

В процесі свердління отвора, 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 із змінними втулками і швидкозмінними патронами для закріплення інструментів у шпиндель верстата.

За необхідності підвищити точність просвердленого чи попередньо отриманого отвору литтям або прошиванням застосовують для обробки зенкерування. Процес отримання отворів зенкеруванням виконується

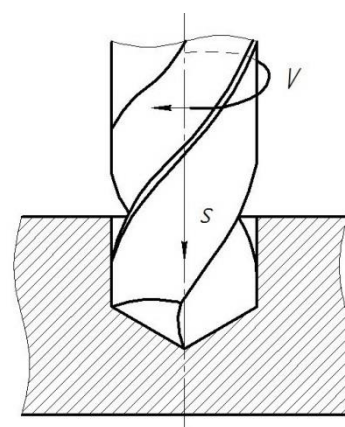


Рисунок 2 - Схема свердління

зенкерами. Спіральні зенкери застосовуються для обробки наскрізних циліндричних отворів. Зенкери діаметром 12-25 мм виготовляють суцільними з конічним хвостовиком і з трьома ріжучими зубами, а діаметром 25 - 30 мм - насадними з чотирма чи шістьма ріжучими зубами. Насадні зенкери діаметром 60 - 175 мм виконують зі сталевими рифленими ножами з пластинками із твердих сплавів.

Для обробки фасок в отворах циліндричних і торцьових поверхонь під головки заклепок, гвинтів, болтів і гайок застосовують конічні зенкери (рис.1,*a*). 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 із шпинделем звичайно має шарнірне з'єднання або плаваюче. Це виключає вплив похибок, пов'язаних з 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 квалітета 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 направленням. Залежно від необхідної точності розгортання виконується одним чи двома розгортками. Отвір 7-го квалітета точності обробляється одною розгорткою, а 5-го квалітета точності - двома розгортками.

## **2. Практична частина**

### **2.1 Призначення різального інструменту**

Для свердління та розсвердлювання найчастіше використовують спіральні свердла. Можна використовувати перові свердла та свердла для глибокого свердління. Діаметр свердла призначається відповідно до діаметра



отвору. Свердління отворів діаметром більше 30 мм рекомендується проводити за два проходи.

Для виконання лабораторної роботи дані рекомендується брати з додатків А згідно варіанту заданого викладачем.

Потрібно вказати кут біля вершини свердла  $2\phi$ . Для обробки конструкційних сталей та чавуну  $2\phi = 116^\circ - 118^\circ$ . При обробці корозійностійких сталей, латуні, алюмінієвих сплавів, міді  $2\phi = 125^\circ - 150^\circ$ . При обробці пластмас, твердих бронз та твердих чавунів  $2\phi = 80^\circ - 110^\circ$ .

Потрібно також прийняти форму загострення свердла. Свердла діаметром до 12 мм мають тільки нормальне загострення (Н). При обробці конструкційних сталей свердлами діаметром 12-80 мм можна призначити нормальне загострення з підточуванням поперечної кромки (НП). Це веде до зменшення осьової сили. Для підвищення стійкості свердлам можна придати подвійне загострення. Такі свердла рекомендуються для обробки конструкційних сталей з підвищеною міцністю.

Для обробки сталюого та чавунного литва з поверхневою кіркою можна призначити подвійне загострення з підточуванням поперечної кромки. Якщо на литві поверхнева кірка зрізана, то рекомендується подвійне загострення з підточуванням поперечної кромки та направляючих стрічок (ДСП). Для обробки чавуну без кірки рекомендується подвійне загострення з підточуванням та зрізуванням поперечної кромки (ДП-2). Більш ґрунтовні рекомендації до призначення геометричних параметрів свердел приведені на стор. 150-151 [6] або 359-361 [4].

Свердла виготовляються із інструментальної легованої сталі 9ХС, швидкорізальних сталей Р12, Р6М5, Р6М3 та інших. Використовують також свердла з припаяною пластиною ВК8, ВК6, Т5К10, Т15К6 та ін. Свердла діаметром до 6 мм можуть повністю виготовлятися із твердих сплавів ВК6М, ВК8М, ВК10М. Для призначення матеріалу свердла можна користуватися рекомендаціями на стор. 114-118 [8], на стор. 445 [3] або на стор. 353, 354 [4]. У зв'язку з тим, що свердління не відзначається високою точністю (11 - 14 квалітет) та якістю обробки ( до  $Ra = 25 \div 12,5$  мкм), для підвищення якості та точності обробки після свердління, литва, або штампування призначають зенкерування. Зенкери забезпечують точність обробки за 11-9 квалітетами та якість обробки до  $Ra = 3,2 \div 12,5$  мкм або до  $Rz = 12,5 \div 50$  мкм.

Припуск на зенкерування частіше всього залишають  $(0,05 \div 0,1) d$ ;  $d$  – діаметр оброблюваного отвору.

Після зенкерування або розточування можна призначити розвертування, яке забезпечить 6-9 квалітет точності та чистоту поверхні до  $Ra = 0,32 \div 6,3$  мкм. Глибина різання при розвертуванні не перевищує  $0,1 \div 0,4$  мм.

Зенкерування та розвертування ділять на чорнове та чистове. Відповідно потрібно призначити інструменти.

Зенкери та розвертки можуть бути з сталей 9ХС, швидкорізальних сталей, або мають пластини із сплавів ВК6, ВК8, ВК8В, Т5К10, Т15К6, Т14К8. Для зенкерів і розверток необхідно призначити геометричні параметри, особливо кут  $\varphi$ . Для зенкерів, що оброблюють конструкційні сталі і кольорові сплави –  $\varphi = 60^\circ$ , для обробки чавуну  $\varphi = 30^\circ-60^\circ$ .

Для ручних розверток  $\varphi = 0,5 \div 1,5^\circ$ . Машинні розвертки для обробки сталі і кольорових сплавів мають  $\varphi = 12 \div 15^\circ$ , для обробки чавуну і важкооброблюваних матеріалів  $\varphi = 3 \div 5^\circ$ . Для обробки глухих отворів ручні розвертки мають  $\varphi = 45^\circ$ , а машинні – ( $\varphi = 60^\circ$ ). Для призначення зенкерів та розверток можна користуватися рекомендаціями на стор. 153-160 [8], або стр. 354, 361- 363 [4].

Після вибору інструменту потрібно вказати також верстат, на якому буде проводитися обробка.

## 2.2 Призначення режимів різання

Як уже відзначалося вище, головним рухом свердла є обертальний. Цей рух свердло дістає від шпинделя верстата. Тому швидкістю різання при свердлінні називається колова швидкість свердла відносно стінки отвору (рис. 3а). Максимальне значення ця швидкість має на периферії свердла і зменшується в міру наближення до його центра, де вона дорівнює нулеві. При обчисленнях застосовують максимальну величину цієї швидкості, яку вираховують за формулою

$$v = \frac{\pi D n}{1000} \quad (1)$$

де  $D$  - зовнішній діаметр свердла, в мм;

$n$  - число обертів свердла (або шпинделя верстата) за хвилину.

Одночасно з обертанням свердло дістає від шпинделя верстата переміщення вздовж своєї осі. Величина переміщення свердла в міліметрах за один оберт називається подачею і позначається буквою  $S$ .

Вибирається подача з таблиць (додаток Б), або з таблиць 25, 26, 27 (стор. 277, 278) [8], з карти С-2 (стор. 110 -113) [5] або з карт 41-73 (стор. 103-135) [4], з карт 2.46, 2.47, 2.48, 2.49 (стор. 255-262) [3]. Вибране значення подачі потрібно скорегувати за паспортом верстата, на якому ведеться обробка. При розрахунку режиму різання для багато інструментальної свердлильної головки подачу потрібно визначити для кожного свердла та прийняти за розрахункову найменшу із вибраних подач.

Глибина різання при свердлінні в суцільному матеріалі (рис. 3а) дорівнює половині діаметра свердла, тобто

$$t = \frac{D}{2} \text{ мм} \quad (2)$$

При розсвердлюванні (рис. 3 б) глибина різання дорівнює піврізниці між діаметром свердла і діаметром отвору до розсвердлювання:

$$t_p = \frac{D - D_0}{2} \text{ мм} \quad (3)$$

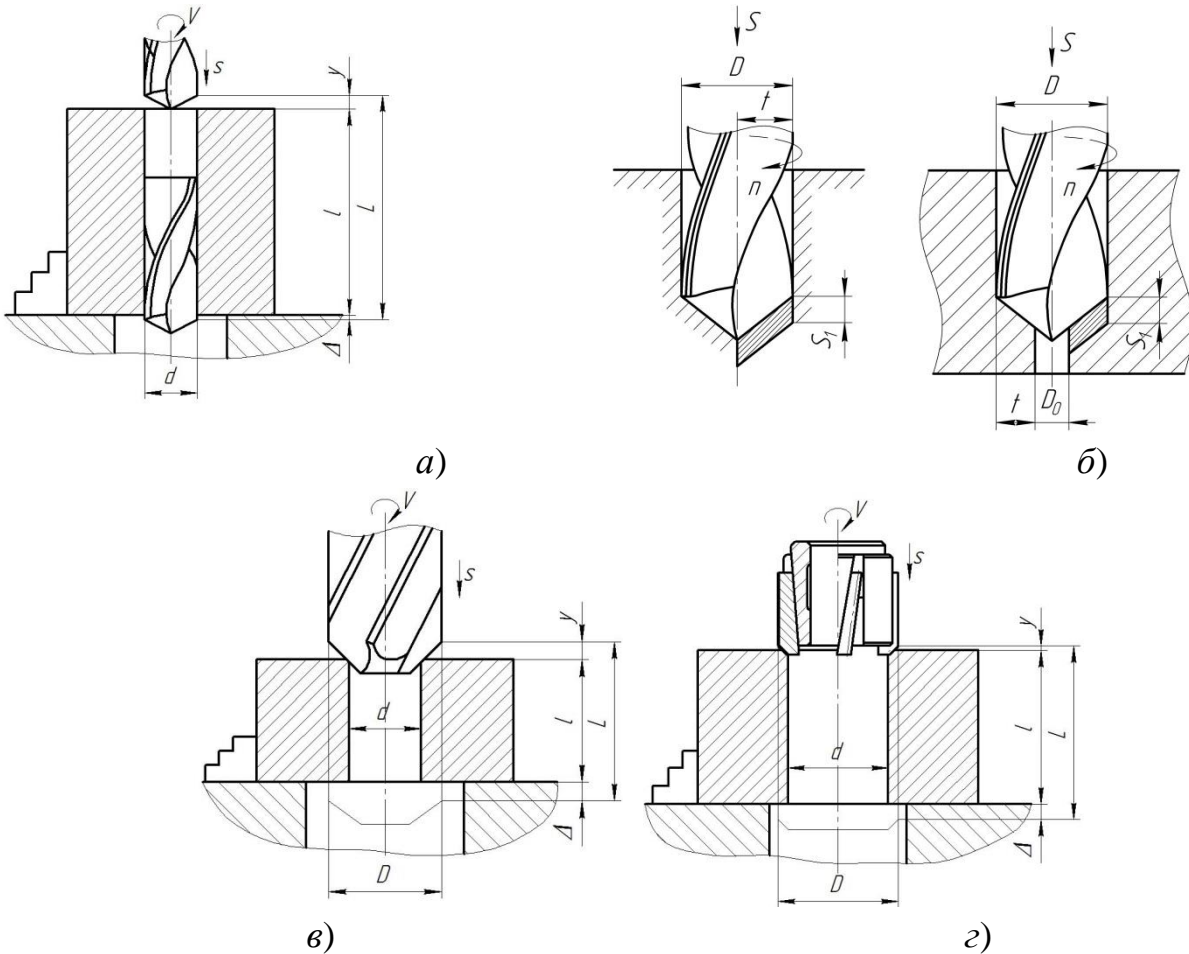


Рисунок 3 – Елементи режимів різання в процесі обробки отворів:

а) – свердлінням; б) – розсвердлюванням; в) – зенкеруванням;

г) – розвертуванням

Глибина різання для зенкерування та розвертування (рис. 3 в, г) визначається:

$$t_p = \frac{D - d}{2} \text{ мм} \quad (4)$$

Якщо зенкерування чи розвертування проводиться за декілька проходів, то загальний припуск ділиться між проходами відповідно до якості обробки.

### 3. Структура звіту

1. Мета роботи
2. Короткі теоретичні відомості
3. Креслення схеми різання
4. Призначення різального інструменту
5. Вибір режимів різання
6. Висновок
7. Список літератури

### 4. Контрольні запитання

1. Які операції виконуються на свердлильних верстатах?
2. Що таке свердління?
3. Який рух в процесі свердління є головним?
4. Який рух в процесі свердління вважається рухом подачі?
5. Який рух в процесі свердління отримує свердло?
6. Які отвори можна обробляти свердлінням?
7. Які заходи проводять для зменшення відведення свердла в процесі свердління отвору малого діаметра?
8. Для чого проводять засвердлювання (центрування) перед свердлінням отворів?
9. Що таке зенкерування та розверчування?
10. Що таке розточування?
11. З якою точністю можна обробити отвори свердлінням?
12. Яку точність забезпечує зенкерування та розверчування?
13. Які свердла застосовують для свердління отворів?
14. Що називається швидкістю різання при свердлінні?
15. За якою формулою вираховують швидкість різання?
16. Що таке подача в процесі свердління, як вона визначається?
17. Як визначається глибина різання при свердлінні, розсвердлюванні?
18. Як визначається глибина різання для зенкерування та розсортування?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Аршинов В.А. Резание металлов и режущий инструмент [Текст] / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. - М.: Машиностроение, 1975. – 440 с.
2. Грановский Г.И. Резание металлов [Текст] / Г.И. Грановский, В.Г. Грановский. - М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
3. Кирилович В.А. Нормування часу та режимів різання для токарних верстатів з ЧПК [Текст] / В.А. Кирилович, П.П. Мельничук, В.А. Яновський. - Житомир: ЖІТГ, 2001.
4. Нефёдов Н.А. Сборник задач по резанию металлов и режущему инструменту [Текст] / Н.А. Нефёдов, К.А. Осипов. - М.: Машиностроение, 1990. – 444 с.
5. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках [Текст] / М.: Машиностроение, 1974. - Часть 1.
6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 2. М. Машиностроение, 1974.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 3. М. Машиностроение, 1974.
8. Режимы резания металлов. Справочник [Текст] / под ред. Б.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. – 515 с.
9. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986. - Т.2. – 656 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] / под ред. А.Н. Малова. - М.: Машиностроение, 1972. - Т.2. – 408 с.
11. Справочник металлиста. Т. 5, под ред. Б.А. Богуславского. М. Машиностроение, 1978.
12. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник металлиста [Текст] / під ред. В.И. Баранчикова. - М.: Машиностроение, 1990. - Т.5. – 150с.
13. Сердюк В.С. Основи оброблення матеріалів різанням та інструмент. Навчальний посібник для студентів спеціальності «Технічне обслуговування і ремонт устаткування підприємств машинобудування» [Текст] / В.С. Сердюк. – К.: Освіта України, 2006. –186 с.

## Додаток А

Призначити інструмент і вибрати подачу для обробки отвору діаметром  $D$ , або з діаметра  $d$  до діаметра  $D$ , якщо глибина отвору  $l$ . Матеріал заготовки і умови обробки вибрати з таблиці А1. Обробка отвору проводиться на свердлильному верстаті.

Таблиця А1 – Дані до виконання лабораторної роботи

№ п/п	Матеріал заготовки	$d$ , мм	$D$ , мм	$l$ , мм	Характер отвору	Жорсткість кріплення
1.	Сталь 45, НВ 179	-	13Н12	90	Наскрізний	Достатня
2.	СЧ 18, НВ 235	-	20Н13	40	Глухий	Мала
3.	Сталь 40, НВ 165	15	28Н12	30	Наскрізний	Середня
4.	Дюралюміній	19	20Н9	40	Наскрізний	-
5.	Бронза	49,8	50Н6	40	Наскрізний	-
6.	Сілумін	32	60Н11	120	Глухий	Достатня
7.	СЧЗО, НВ 255	26	28,9Н10	100	Глухий	-
8.	Сталь Ст.3, НВ 140	-	10Н11	60	Наскрізний	Середня
9.	Сталь 40Х, НВ 220	21,4	20Н9	100	Глухий	-
10.	Сталь 40Х, НВ 220	10,5	12Н11	80	Наскрізний	-
1.	СЧЗО, НВ 255	20	36Н11	40	Наскрізний	Мала
12.	Сталь 45Х, НВ 229	-	6,7Н11	32	Глухий	Достатня
13.	Сталь Ст.3, НВ 140	31,5	32Н7	60	Наскрізний	-
14.	Бронза	28	50Н12	150	Глухий	Середня
15.	СЧ 40, НВ 285	-	24Н12	20	Наскрізний	Мала
16.	Сталь 18ХГТ, НВ 229	56	60Н12	110	Наскрізний	-
17.	Латунь	9,5	10Н9	50	Глухий	-
18.	КЧ 50-4, НВ 241	-	22Н13	100	Глухий	Середня
19.	КЧ 33-8, НВ 136	30	50Н12	30	Наскрізний	Середня
20.	Сталь 40, НВ 165	40	41,8Н9	30	Глухий	-
21.	Сталь 40, НВ 165	7,5	8Н10	42	Наскрізний	-
22.	Бронза, НВ 120	-	10Н11	8	Наскрізний	Мала
23.	Сталь Ст.3, НВ 140	16	40Н11	45	Глухий	Мала
24.	Сілумін	30	32Н10	80	Наскрізний	-
25.	СЧЗО, НВ 250	79,8	80Н7	150	Наскрізний	-
26.	СЧ 40, НВ 280	23,5	24Н11	50	Глухий	-

## Продовження таблиці А1

27.	Сталь 20, НВ 134	61,7	62Н6	60	Наскрізний	-
28.	СЧ 18, НВ 200	20	52Н13	80	Наскріний	Середня
29.	Сталь 60Г, НВ 265	75	80Н12	30	Наскрізний	-
30.	Сталь 20, НВ125	15	27Н12	65	Наскрізний	достатня
31.	Сталь 40, НВ 165	12	32Н12	85	глухий	середня
32.	Сталь 60, НВ 202	18	36Н13	40	глухий	мала
33.	Сталь 80, НВ 330	20	37Н12	200	наскрізний	середня
34.	Сталь 65Г, НВ 220	30	50Н12	250	Наскрізний	достатня
35.	Сталь 35Х, НВ 197	8,5	24Н12	30	глухий	середня
35.	Сталь 45Х, НВ 229	15	18Н12	50	глухий	мала
37.	Сталь 25ХГТ, НВ 217	15	42Н13	100	Наскрізний	середня
38.	Сталь 35ХСА, НВ 241	8	10Н12	55	Наскрізний	середня
39.	Сталь АІІ, НВ 160	25	30Н12	90	глухий	середня
40.	Сталь А30, НВ 85	4	6Н12	20	глухий	достатня
41.	КЧ 63-2 НВ 269	4	6,7Н 12	40	глухий	середня
42.	КЧ 37-12 НВ 163	16	30Н 12	90	наскрізн	мала
43.	КЧ 245-6 НВ 241	12	20Н12	60	глухий	середня
43.	СЧ 10 НВ 229	20	50Н12	30	наскрізн	достатня
44.	СЧ 20 НВ 241	18	42Н12	80	наскрізн	мала
45.	СЧ 25 НВ 250	18	42Н12	80	наскрізн	мала
46.	СЧ 30 НВ 255	22	30Н12	62	глухий	достатня
47.	СЧ 40 НВ 285	13	16Н18	35	глухий	середня
48.	СЧ 45 НВ 289	10	28Н12	48	наскрізн	мала
49.	Дюралюміній $\sigma_B=392 \text{ МПа}$	14	22Н12	82	глухий	мала
50.	Сілумін $\sigma_B = 353 \text{ МПа}$	6,7	8,5Н12	20	глухий	достатня
51.	Латунь ЛЦ40С, $\sigma_B = 215 \text{ МПа}$ НВ 70	11	25Н12	60	глухий	середня
52.	Латунь ЛЦ40Мц3А $\sigma_B = 441 \text{ МПа}$ НВ 115	22	48Н12	130	наскрізний	достатня
53.	Бр. А11Ж6Н6 $\sigma_B = 587 \text{ МПа}$ НВ 250	28	34Н12	38	глухий	достатня

## Рекомендації щодо вибору подач для свердління

Таблиця Б1 – Подачі, мм/об, для свердління і розсвердлювання отворів

Діаметр свердла D, мм	Сталь				Чавуни, мідні та алюмінієві сплави	
	НВСІ60	160 - 240	240 - 300	НВ>300	НВ<170	НВ>170
2-4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,04-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4-6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6-8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8-10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10-12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12-16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16-20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20-25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25-30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30-40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40-50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-0,81

*Примітка:* 1. При відношенні глибини отвору до діаметра  $L/D = 3 - 5$  вводити коефіцієнт  $K_{ls} = 0,9$ ; при  $L/D = 5 - 7$   $K_{ls} = 0,8$ ; при  $L/D = 7 - 10$   $K_{ls} = 0,75$ .

2. Для обробки отворів з квалітетом точності Н11, під наступне розвертування чи під нарізування різьби вводити коефіцієнт  $K_{os} = 0,5$ .

3. При середній жорсткості системи ВПД вводити коефіцієнт  $K_{жс} = 0,75$ ; при малій жорсткості  $K_{жс} = 0,5$ .

4. Для свердл оснащених твердим сплавом вводити коефіцієнт  $K_{is} = 0,6$ .

5. Для розсвердлювання наскрізних отворів подачі можна збільшувати в 2 рази порівняно зі свердлінням.

Таблиця Б2 – Подачі, мм/об, для зенкерування отворів

Матеріал заготовки	Діаметр зенкера D, мм							
	<15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-60	60-80
Сталь	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,9	0,8-1,0	0,9-1,2	1,0-1,3	1,1-1,3	1,2-1,5
Чавун, НВ<200 і мідні та алюмінієві сплави	0,7-0,9	0,9-1,1	1,0-1,2	1,1-1,3	1,2-1,7	1,6-2,0	1,8-2,2	2,0-2,4
Чавун, НВ>200	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,2	1,2-1,4	1,3-1,5	1,4-1,5

*Примітка:* 1. Для зенкерування глухих отворів подачу більше 0,3- 0,6 мм/об не призначати.

2. Для обробки отворів з точністю за 9 - 11 квалітетами або під нарізування різьби вводити коефіцієнт  $K_{os} = 0,7$ .



Таблиця Б3 – Подача, мм/об, для розверстування отворів

Чорнове розвертування отворів розвертками із швидкорізальної сталі

Матеріал заготовки	Діаметр розвертки D, мм									
	<10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-50	50-60	60-80
Сталь	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Чавун, HB<200 і мідні сплави	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3	5,0
Чавун, HB>200	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,4	3,8

*Примітка:* 1. Для чистового розвертування з точністю по 9 - 11 квалітетах і шорсткістю поверхні Ra = 3,2 - 6,3 мкм вводити коефіцієнт  $K_{os} = 0,8$ ; для чистового розвертування з точністю за 7 квалітетом і шорсткістю поверхні Ra = 0,4 - 0,8 мкм вводити коефіцієнт  $K_{os} = 0,7$

2. Для твердосплавних розверток вводити коефіцієнт  $K_{is} = 0,7$ .

3. Для розвертування глухих отворів подачу більше 0,2 - 0,5 мм/об не призначати.

## ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ

Таблиця В1 – Свердлильні верстати (в мм)

Параметри	Моделі верстатів							
	2М112	2Н118	2Н125	2Н135	2Н150	2Р135Ф2-1	2М55	2М57
Найбільш умовний діаметр сверд. в сталі	12	18 мм	25	35	50	35	50	75
Робоча поверхня стола	250x250	1,7	400x450	450x500	500x560	400...710		
Найбільша відстань від торця шпинделя до робочої поверхні стола	400	0,8	700	750	800	600	450...1600	400...2000
Виліт шпинделя (відстань від осі шпинделя до твірної колони)	190	5500	250	300	350	450	375...1600	500...2000
Найбільший хід шпинделя	100	150	200	250	300	-	-	-
Найбільше вертикальне переміщення: свердлильної (револьверної) головки стола	300 -	250	170 270	170 300	250 360	560 -	- -	- -
Найбільше переміщення: вертикальне (рукава на колоні) горизонтальне (свердлильної головки по рукаву)	- -		- -	- -	- -	- -	750 1225	1100 1500
Частота обертання шпинделя, об/хв.	450...450 0	180; 250; 355; 500; 710; 1000	45...200 0	31...1400	22...1000	45...2000	20...2000	12,5...1600
Подача шпинделя (револьверної головки), мм/об (мм/хв.)	ручна	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56	0,1...1,6	0,1...1,6	0,05...2,24	(10...500)	0,056...2,5	0,063...3,15
Потужн. ел.двигуна приводу гол. руху, кВт	0,6		2,2	4,0	7,5	3,7	5,5	7,5
<i>Примітки:</i> 1. Верстати моделей 2М112, 2Н125, 2Н135, 2Н150, 2Р135Ф2-1 вертикально-свердлильні. 2. Верстат моделі 2Р135Ф2-1 із шестипозиційною револьверною головкою, хрестовим столом і ЧПУ, а модель 2М112 настільний. 3. Верстати моделей 2М55, 2М57 радіально-свердлильні.								