

Безплатно

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

8 В1

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ
З ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ РІЗАННЯ»
РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ
ПРИ СВЕРДЛІННІ**

**Для студентів спеціальностей 12.01 і 12.02
усіх форм навчання, а також слухачів ФПК**

З. 4576.

Київ КПІ 1993

L - довжина робочого ходу інструмента, мм;
 l - довжина отвору, мм;
 l_1 та l_2 - довжина врізання та перебігу інструмента, мм;
 $M_{кр}$ - крутний момент, Н·м;
 N_p - потужність, яка витрачається на різання, кВт;
 n - частота обертання інструмента, $хв^{-1}$;
 P_0 - осьова сила, Н;
 R_{a1}, R_{a2} - параметри шорсткості, мкм;
 S - подача, мм/об;
 S_M - хвилинна подача, мм/хв;
 $[S]$ - допустима подача, мм/об;
 T - період стійкості інструмента, хв;
 T_0 - основний час, хв;
 t - глибина різання, мм;
 v - швидкість різання, м/с;
 $[v], [v]_1$ та $[v]_B$ - допустима швидкість різання, швидкість різання, допустима інструментом та верстатом, м/с;
 z - кількість зубців інструмента;
 α - задній кут, град;
 β - кут загострення, град;
 γ - передній кут, град;
 η - коефіцієнт корисної дії верстата;
 σ_B - границя міцності при розтяганні, МПа;
 σ_{B1} - границя міцності при згині, МПа;
 τ - дотичне напруження, МПа;
 $[\tau]$ - допустиме дотичне напруження при скручуванні, МПа;
 2φ - кут при вершині, град;
 φ - кут нахилу поперечної кромки, град;
 ω - кут нахилу гвинтової канавки, град.

ЗМІСТ

1. Загальні відомості.....	3
2. Вибір інструмента та верстата.....	5
3. Розрахунок режимів різання при свердлінні.....	11
3.1. Вихідні дані.....	11
3.2. Загальний порядок визначення режимів різання.....	11
3.3. Визначення глибини різання.....	12
3.4. Визначення подачі.....	12
3.5. Визначення швидкості різання.....	18
3.6. Вибір частоти обертання.....	22
3.7. Визначення основного часу.....	23
3.8. Висновки.....	23
4. Визначення режимів різання при зенкеруванні.....	23
5. Визначення режимів різання при розвертанні.....	27
6. Визначення основного часу при свердлінні, зенкеруванні та розвертанні.....	32
7. Загальна методика виконання роботи та основні вимоги до її оформлення.....	34
7.1. Загальний порядок виконання контрольної роботи.....	34
8. Приклади розрахунку режимів різання при свердлінні.....	35
Література.....	46
Короткий російсько-український словник.....	47
Додатки.....	48

7. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЇЇ ОФОРМЛЕННЯ

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2

РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ

Завдання

Призначити послідовність обробки отвору в суцільному матеріалі. Визначити проміжні розміри, припуски та допустимі відхилення. Вибрати матеріал та геометричні параметри різальної частини свердла, визначити його основні розміри. Розрахувати режим різання при свердлінні.

Вихідні умови наведені у Дод.1 (табл.Д.1.2).

Завдання складено у 150 варіантах. Номер варіанта вибирається у відповідності з номером групи та порядковим номером (шифром) студента в груповому журналі (табл.Д.1.1).

Якщо в групі більше 25 студентів, номер варіанта погоджується з викладачем.

Контрольну роботу виконують на писальному папері формату А4 (11), титульний аркуш оформляють згідно Дод.4.

Режими різання при свердлінні розраховують у відповідності з учбовою, нормативною та довідковою літературою [1; 3; 5; 9 - 11; 16; 18 - 20], а також цими методичними вказівками.

7.1. Загальний порядок виконання контрольної роботи

1. Виписують вихідні умови (табл.Д.1.2) та основні паспортні дані верстата (табл.Д.3.1).

2. Встановлюють послідовність обробки отвору (див. табл.1.1), призначають припуски, проміжні розміри та допустимі відхилення (див. табл.1.2) або встановлюють послідовність обробки отвору з зазначенням номінальних розмірів (табл.Д.3.1).

3. Вибирають марку інструментального матеріалу та геометричні параметри різальної частини свердла (див. рис.2.1 та табл.2.3).

4. Розраховують режими різання (див. розділ 3).

При виконанні розрахунків можна користуватися таблицями піднесення до степеня [15].

Розрахунки, описи та обґрунтування у пояснювальній записці ілюструються рисунками, схемами та кресленнями. Необхідно навести креслення свердла з усіма розмірами та допустимими відхиленнями, позначенням шорсткості кришлявих та робочих поверхонь, значеннями кутів.

В тексті наводять посилання на використану літературу з зазначенням номера джерела та сторінки. На закінчення наводиться список використаної літератури, особистий підпис і дата.

8. ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ПРИ СВЕРДЛІННІ

Приклад 1.

На вертикально-свердильному верстаті мод.2А125 обробити наскрізний отвір $D = 22H9$ на глибину $l = 80$ мм. Матеріал заготовки - сталь 40 з границею міцності $\sigma_B = 569$ МПа (~ 57 кгс/мм²), гарячекатаний прокат.

Розрахувати режим різання при свердлінні. Охолодження - емульсією.

Розв'язання.

Призначаємо послідовність обробки (див. табл.1.1): свердління, зенкерування, розвертання.

Визначаємо проміжні розміри та допустимі відхилення (див. табл.1.2):

- діаметр остаточно обробленого отвору $D = 22H9 (+0,052)$;

- діаметр отвору після зенкерування $D = (22,0 - 0,2)^{+0,13} = 21,8^{+0,13}$;

- діаметр отвору після свердління $D = (21,8 - 1,2)^{+0,21} = 20,6^{+0,21}$.

Згідно ГОСТ 885-77 (див. табл.Д.2.2) вибираємо свердло діаметром $D_{св} = 20,5$ h9 (-0,052). Приймаємо матеріал різальної частини - швидкорізальна сталь марки Р9К5 [20, ч.1, табл.5].

Форма заточки - подвійна з підточуванням поперечної кромки (див. табл.2.2, 2.3). Геометричні параметри: $2\phi = 118^\circ$; $\alpha = 12 \dots 9^\circ$; $2\phi_0 = 70^\circ$; $B = 4,5$ мм; $\phi = 55^\circ$; $A = 2,6$ мм; $l = 6$ мм; $\omega = 30^\circ$.

Паспортні дані вертикально-свердильного верстата мод.2А125:

1. Найбільший умовний діаметр свердління сталі 45 - 28 мм.
2. Отвір у шпинделі верстата - конус Морзе М3.
3. Частота обертання шпинделя, хв⁻¹:
 $n = 97 - 140 - 195 - 272 - 392 - 545 - 680 - 960 - 1360$.
4. Подача шпинделя, мм/об:
 $S = 0,1 - 0,13 - 0,17 - 0,22 - 0,28 - 0,36 - 0,48 - 0,62 - 0,81$.
5. Найбільше зусилля подачі
 $[P]_{\text{мп}} = 9000$ Н (~ 900 кгс).
6. Найбільший крутний момент на шпинделі - $M_{\text{макс}} = 250$ Н·м.
7. Потужність головного двигуна - $N_{\text{дв}} = 2,8$ кВт.

Розраховуємо режим різання.

1. Подача визначається з умови

$$[S] = \min \{ [S]_{\text{MC}}, [S]_{\text{PK}}, [S]_{\text{TO}}, [S]_{\text{MP}} \}$$

Подача, допустима міцністю стержня свердла, визначається за формулою (3.6):

$$[S]_{\text{MC}} = \left[2\sigma_B D^{(3-z_M)} / (10^6 \sqrt{3} \cdot n_p \cdot C_M \cdot K_M) \right]^{1/U_M}$$

де $\sigma_B = 2300$ МПа (див. табл. Д.1.6); $D = 20,5$ мм; $n_p = 2,5$; $C_M = 0,0345$; $z_M = 2$; $U_M = 0,8$ (див. табл. 3.1); $K_M = (\sigma_B / 750)^{0,75}$, $n_p = 0,76$ (див. табл. 3.2).

$$[S]_{\text{MC}} = \left[\frac{2 \cdot 2300 \cdot 20,5^{(3-2)} \cdot 750^{0,75}}{10^6 \cdot \sqrt{3} \cdot 2,5 \cdot 0,0345 \cdot 569^{0,75}} \right]^{1/0,8} = 0,73 \text{ мм/об.}$$

Подача, допустима міцністю різальних кромки свердла, визначається за формулою (3.7):

$$[S]_{\text{PK}} = C_g \cdot D^{x_g}$$

де $C_g = 0,064$ (див. табл. 3.4); $x_g = 0,6$;

$$[S]_{\text{PK}} = 0,064 \cdot 20,5^{0,6} = 0,39 \text{ мм/об.}$$

Подача, допустима точністю обробленого отвору, визначається за табл. 3.5. Для діаметра свердла понад 20 до 30 мм при обробці сталі з $\sigma_B < 800$ МПа по 2 групі подач знаходимо

$$[S]_{\text{TO}} = 0,46 \dots 0,53 \text{ мм/об.}$$

Подача, допустима міцністю механізму подачі верстата, визначається за формулою (3.9):

$$[S]_{\text{MP}} = \left[(P_O)_{\text{МП}} / (10 \cdot C_P \cdot K_P \cdot D^{z_P}) \right]^{1/U_P}$$

де $(P_O)_{\text{МП}} = 9000$ Н; $C_P = 68$; $z_P = 1$; $U_P = 0,7$ (див. табл. 3.1); $K_P = K_{M_P} = (\sigma_B / 750)^{0,75}$, $n_p = 0,75$ (див. табл. 3.2); $\sigma_B = 569$ МПа.

$$[S]_{\text{MP}} = \left[\frac{9000 \cdot 750^{0,75}}{10 \cdot 68 \cdot 20,5 \cdot 569^{0,75}} \right]^{1/0,7} = 0,72 \text{ мм/об.}$$

Отже, $[S] = [S]_{\text{PK}} = 0,39 \text{ мм/об.}$

На верстаті є найближчі подачі: менша $S_p = 0,36$ мм/об та більша $S_{p+1} = 0,48$ мм/об. Перевіримо, чи можна працювати з найближчою більшою подачею. Оскільки $f, f \cdot [S] = 1,1 \cdot 0,39 = 0,43 < 0,48$, приймаємо $S = S_p = 0,36 \text{ мм/об.}$

2. Призначаємо період стійкості T свердла (див. табл. 3.8). Для швидкорізального свердла $D = 20,5$ мм при обробці сталі рекомендується $T = 45$ хв. Припустимий знос свердла $h_g = 0,8$ мм (3, табл. III.51).

3. Визначаємо швидкість різання

$$[v] = \min \{ [v]_1, [v]_B \}$$

Швидкість, допустима свердлом, визначається за формулою (3.10):

$$[v]_1 = C_v \cdot K_v \cdot D^{z_v} / (60 \cdot T^m \cdot i^{x_v} \cdot S^{y_v})$$

де $C_v = 9,8$; $z_v = 0,4$; $x_v = 0$; $y_v = 0,5$; $m = 0,2$ (див. табл. 3.7); $K_v = K_{M_v} \cdot K_{I_v} \cdot K_{L_v} \cdot K_{O_v} \cdot K_{S_v}$; $K_{M_v} = C_M (750 / \sigma_B)^{0,75}$ (див. табл. 3.10), $C_M = 1$; $n_p = 0,9$; $K_{I_v} = 1$ (див. табл. 3.9); $K_{L_v} = 0,85$ для відношення $L/D \approx 4$ (див. табл. 3.11); $K_{O_v} = 1$ (див. табл. 3.12); $K_{S_v} = 1$ (див. табл. 3.13).

$$K_v = 1 \cdot (750 / 569)^{0,9} \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 1,09.$$

$$[v]_1 = \frac{9,8 \cdot 1,09 \cdot 20,5^{0,4}}{60 \cdot 45^{0,2} \cdot 10,25^{0,5} \cdot 0,36^{0,5}} = 0,464 \text{ м/с.}$$

Швидкість різання, допустима верстатом, визначається за формулою (3.15):

$$[v]_B = N_{\text{ДВ}} \cdot \eta / (20 \cdot C_M \cdot D^{z_M} \cdot i^{x_M} \cdot S^{y_M} \cdot K_M)$$

де $N_{\text{ДВ}} = 2,8$ кВт; $\eta = 0,95$; $C_M = 0,0345$; $z_M = 2$; $y_M = 0,8$ (див. табл. 3.1); $K_M = (569 / 750)^{0,75}$ (див. табл. 3.2).

$$[v]_B = \frac{2,8 \cdot 0,95 \cdot 750^{0,75}}{20 \cdot 0,0345 \cdot 20,5^{2,0} \cdot 10,25^{0,8} \cdot 0,36^{0,8} \cdot 569^{0,75}} = 0,468 \text{ м/с.}$$

Оскільки $[v]_1 < [v]_B$, то $[v] = [v]_1 = 0,464 \text{ м/с.}$

Частота обертання шпинделя, що відповідає цій швидкості,

$$[n] = (1000 \cdot 60 \cdot [v]) / (\pi \cdot D)$$

$$[n] = (1000 \cdot 60 \cdot 0,464) / (\pi \cdot 20,5) = 432,3 \text{ хв}^{-1}$$

На верстаті є наближені частоти: менша $n_n = 392 \text{ хв}^{-1}$ та більша $n_{n+1} = 545 \text{ хв}^{-1}$.

Визначимо подачу при роботі з найближчою більшою частотою обертання за формулою (3.17):

$$[S_{n+1}] = S \cdot \left(\frac{n}{n_{n+1}} \right)^{1/\nu}$$

Оскільки $\nu = (\omega)_1$, то $\nu = \nu_n = 0,5$; $S = 0,36 \text{ мм/об}$.

$$[S_{n+1}] = 0,36 \cdot (432,3/545)^{1/0,5} = 0,225 \text{ мм/об}$$

Порівняємо обчислену подачу з найвищими на верстаті: меншою $S_n = 0,22 \text{ мм/об}$ та більшою $S_{n+1} = 0,28 \text{ мм/об}$. Оскільки $1,1 \cdot [S_{n+1}] = 1,1 \cdot 0,225 = 0,247 < S_{n+1} = 0,28$, приймаємо $S_{n+1} = S = 0,22 \text{ мм/об}$.

Порівняємо хвиліні подачі $(S_{хв})_n = S_n \cdot n_n = 0,36 \cdot 392 = 141,12 \text{ мм/хв}$ та $(S_{хв})_{n+1} = S_{n+1} \cdot n_{n+1} = 0,22 \cdot 545 = 119,9 \text{ мм/хв}$ вибираємо більшу, що забезпечить вищу продуктивність праці.

Отже остаточно приймаємо $S = 0,36 \text{ мм/об}$ та $n = 392 \text{ хв}^{-1}$.

Фактична швидкість різання:

$$v_\phi = \pi \cdot D \cdot n / (60 \cdot 1000);$$

$$v_\phi = \pi \cdot 20,5 \cdot 392 / (60 \cdot 1000) = 0,42 \text{ м/с}$$

Визначимо основний час:

$$T_0 = L / (n \cdot S) = (l_1 + l_2) / (n \cdot S);$$

$l = 80 \text{ мм}$; $l_1 + l_2 = 10 \text{ мм}$ (див. табл. 6.1)

$$T_0 = (80 + 10) / (392 \cdot 0,36) = 0,64 \text{ хв}$$

Приклад 2.

На вертикально-свердильному верстаті мод. 2А135 обробити глухий отвір діаметром $D = 40\text{Н9}$ на глибину $l = 120 \text{ мм}$, матеріал заготовки - сірий чавун твердістю $HB' = 220$.

Розрахувати режим різання при свердлінні.

Розв'язання.

Призначаємо послідовність обробки (див. табл. 1.1): свердління, розсвердлювання, зенкерування та розвертання.

Визначаємо проміжні розміри та допустимі відхилення (див. табл. 1.2):

- діаметр остаточно обробленого отвору $D = 40\text{Н9} (+0,062)$;
- діаметр отвору після зенкерування $D = (40,0 - 0,25)^{+0,16} = 39,75^{+0,16}$;

$$= \text{діаметр отвору після розсвердлювання } D = (39,76 - 1,6)^{+0,25} = 38,25^{+0,25};$$

$$= \text{діаметр отвору після свердління } D = (38,25 - 13,25)^{+0,21} = 25,0^{+0,21}$$

Згідно ГОСТ 885-77 (див. табл. Д.2.2) виберемо для свердління свердло діаметром $D_{св} = 25 \text{ Н9} (-0,052)$, для розсвердлювання - $D_{св} = 38 \text{ Н9} (-0,062)$.

Розглянемо два варіанти: обробку швидкохідальним та твердосплавним свердлом.

Варіант 1. Матеріал різальної частини свердла - швидкохідальна сталь марки Р10К545 [20, ч.1, табл. 5].

Форма заточки - подвійна з підточкою поперечної кромки (див. табл. 2.2, 2.3). Геометричні параметри: $2\phi = (118 \pm 3)^\circ$; $\alpha = (16 \pm 3)^\circ$; $2\phi_0 = (70 \pm 5)^\circ$; $B = 4,5 \pm 0,5 \text{ мм}$; $\phi = 55^\circ$; $A = 2,5 \pm 0,5 \text{ мм}$; $l = 5 \pm 0,5 \text{ мм}$; $\omega = 30^\circ$.

Паспортні дані вертикально-свердильного верстата мод. 2А135:

1. Найбільший умовний діаметр свердління сталі 45 - 35 мм.
2. Отвір у шпинделі - конус Морзе №4.
3. Частота обертання шпинделя, хв^{-1} :
 $n = 69 - 100 - 140 - 195 - 275 - 400 - 530 - 750 - 1100$.
4. Подача шпинделя, мм/об:
 $S = 0,12 - 0,15 - 0,20 - 0,25 - 0,32 - 0,43 - 0,57 - 0,72 - 0,96 - 1,22 - 1,6$.
5. Найбільше зусилля подачі $[P_{0,1}]_{\text{МП}} = 16000 \text{ Н}$.
6. Найбільший крутний момент на шпинделі - $M_{\text{макс}} = 400 \text{ Н}\cdot\text{м}$.
7. Потужність головного двигуна - $N_{\text{дв}} = 4,5 \text{ кВт}$.
8. Коефіцієнт корисної дії - $\eta = 0,85$.

Розраховуємо режим різання.

1. Подача визначається з умови

$$[S] = \min \{ [S]_{\text{МС}}, [S]_{\text{РХ}}, [S]_{\text{ТО}}, [S]_{\text{МП}} \}$$

Подачу, допустиму міцність стержня свердла, розраховуємо за формулою (3.6):

$$[S]_{\text{МС}} = \left[2\sigma_D^{(3-2z_M)} / (10^6 \sqrt{3} \cdot n_b \cdot C_M \cdot K_M) \right]^{1/\nu_M}$$

де $\sigma_D = 2500 \text{ МПа}$ (див. табл. Д.1.6); $D = 25 \text{ мм}$; $n_b = 4$; $C_M = 0,021$; $z_M = 2,0$; $\nu_M = 0,8$ (див. табл. 3.1); $K_M = (HB'/190)^{0,4}$, $n_M = 0,6$ (див. табл. 3.2); $HB' = 220$.

$$[S]_{mc} = \left[\frac{2 \cdot 2500 \cdot 25^{(3-2)} \cdot 190^{0,6}}{10^6 \cdot \sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0,021 \cdot 220^{0,6}} \right]^{1/0,6} = 0,74 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму міністю різальних кромок свердла, визначаємо за формулою (3.7):

$$[S]_{pk} = C_s \cdot D^{x_s}$$

де $C_s = 0,075$ (див. табл. 3.4); $x_s = 0,6$;

$$[S]_{pk} = 0,075 \cdot 25^{0,6} = 0,517 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму точністю обробленого отвору, знаходимо у табл. 3.5. Для $D = 25$ мм при обробці чавуну твердістю HB > 200

$$[S]_{to} = 0,9 \dots 1,05 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму міністю механізму подачі верстата, визначаємо за формулою (3.9):

$$[S]_{mt} = \left[(P_0)_{mt} / (10 \cdot C_p \cdot K_p \cdot D^{z_p}) \right]^{1/y_p}$$

де $(P_0)_{mt} = 15000$ Н; $C_p = 42,7$; $z_p = 1,0$; $y_p = 0,8$ (див. табл. 3.1);

$K_p = K_M = (HB'/190)^{n_p}$; $n_p = 0,6$ (див. табл. 3.2); $HB' = 220$.

$$[S]_{mt} = \left[\frac{15000 \cdot 190^{0,6}}{10 \cdot 42,7 \cdot 25^{1,0} \cdot 220^{0,6}} \right]^{1/0,8} = 1,27 \text{ мм/об.}$$

Найменша подача обмежується міністю різальних кромок свердла, отже для дальшого розрахунку приймаємо

$$[S] = [S]_{pk} = 0,517 \text{ мм/об.}$$

На верстаті є найближчі подачі: менша $S_p = 0,43$ мм/об та більша $S_{p+1} = 0,57$ мм/об. Перевіримо, чи можна працювати з більшою подачею. Оскільки $f \cdot [S] = 1,1 \cdot 0,517 = 0,569 \approx 0,57$, приймаємо $S = S_{p+1} = 0,57$ мм/об.

2. Призначаємо період стійкості T свердла (див. табл. 3.8). Для гвинтового свердла $D = 25$ мм із швидкорізальної сталі при обробці сірого чавуну рекомендується період стійкості $T = 75$ хв. Допустимий знос по задній поверхні на відстані 1,5 мм від різка $h_2 = 0,3$ мм (див. (3, табл. III.5, с. 49)).

3. Визначаємо допустиму швидкість різання

$$[v] = \min \{ [v]_1, [v]_B \}$$

Швидкість, допустиму свердлом, обчислюємо за формулою (3.10):

$$[v]_1 = v = C_v \cdot K_v \cdot D^{z_v} / (60 \cdot T^m \cdot f^x \cdot S^{y_v})$$

де $C_v = 17,1$; $z_v = 0,25$; $x_v = 0$; $y_v = 0,4$; $m = 0,125$ (див. табл. 3.7);

$K_v = K_{M_v} \cdot K_{1_v} \cdot K_{2_v}$; $K_{M_v} = (190/HB')^{1,3}$ (див. табл. 3.10); $K_{1_v} = 1,15$ (див. табл. 3.9); $K_{2_v} = 0,75$ для відношення $l/D \approx 5$ (див. табл. 3.11);

$$K_v = 190^{1,3} \cdot 1,15 \cdot 0,75 / 220^{1,3} = 0,718$$

$$[v]_1 = \frac{17,1 \cdot 0,718 \cdot 25^{0,25}}{60 \cdot 75^{0,125} \cdot 12,5^{0,4} \cdot 0,57^{0,4}} = 0,335 \text{ м/с.}$$

Швидкість різання, допустиму верстатом, визначаємо за формулою (3.15):

$$[v]_B = N_{дв} \cdot \eta / (20 \cdot C_M \cdot D^{z_M-1} \cdot f^{x_M} \cdot S^{y_M} \cdot K_M)$$

де $N_{дв} = 4,5$ кВт; $\eta = 0,85$; $C_M = 0,021$; $z_M = 2,0$; $y_M = 0,8$ (див. табл. 3.1);

$K_M = (HB'/190)^{n_M}$; $n_M = 0,6$ (див. табл. 3.2); $HB' = 220$.

$$[v]_B = \frac{4,5 \cdot 0,85 \cdot 190^{0,6}}{20 \cdot 0,021 \cdot 25^{(2-1)} \cdot 12,5^{0,8} \cdot 0,57^{0,8} \cdot 220^{0,6}} = 0,51 \text{ м/с.}$$

Оскільки $[v]_1 < [v]_B$, приймаємо $[v] = [v]_1 = 0,335$ м/с.

Обчислюємо частоту обертання шпинделя, яка відповідає цій швидкості,

$$[n] = 1000 \cdot 60 \cdot [v] / (\pi \cdot D);$$

$$[n] = 1000 \cdot 60 \cdot 0,335 / (\pi \cdot 25) = 256 \text{ хв}^{-1}.$$

На верстаті є найближчі частоти: менша $n_B = 195 \text{ хв}^{-1}$ та більша $n_{B+1} = 275 \text{ хв}^{-1}$.

Визначимо за формулою (3.17) розрахункову подачу, якщо працювати з найближчою більшою частотою обертання

$$[S_{B+1}] = S \cdot \left[[n] / n_{B+1} \right]^{1/y}$$

Оскільки $[v] = [v]_1$, то $y = y_v = 0,4$; $S = 0,57$ мм/об.

$$[S_{B+1}] = 0,57 \cdot (256/275)^{1/0,4} = 0,47 \text{ мм/об.}$$

Розрахункова подача потрапила у той же проміжок $S = 0,43$ та $S_{p+1} = 0,57$ мм/об. Через те, що $f \cdot [S_{B+1}] = 1,1 \cdot 0,47 = 0,517 < S_{p+1}$, приймаємо $S_{B+1} = 0,43$ мм/об.

Порівняємо $(S_{XB})_k = S_k \cdot n_k = 0,57 \cdot 195 = 111,15 \text{ мм/хв}$ та $(S_{XB})_{k+1} = S_{k+1} \cdot n_{k+1} = 0,43 \cdot 275 = 118,25 \text{ мм/хв}$. Оскільки $(S_{XB})_{k+1} > (S_{XB})_k$, остаточно приймаємо $S = S_{k+1} = 0,43 \text{ мм/од}$ та $n = n_{k+1} = 275 \text{ хв}^{-1}$.

Фактична швидкість різання

$$v_{\phi} = \pi \cdot D \cdot n / (60 \cdot 1000),$$

$$v_{\phi} = \pi \cdot 25 \cdot 275 / (60 \cdot 1000) = 0,36 \text{ м/с.}$$

Основний час

$$T_0 = L / (n \cdot S) = (l_1 + l_2) / (n \cdot S);$$

$l = 120 \text{ мм}; l_1 + l_2 = 9 \text{ мм}$ (табл. 6.1)

$$T_0 = (120 + 9) / (275 \cdot 0,43) = 1,09 \text{ хв.}$$

Варіант II. Матеріал різальної частини свердла - твердий сплав марки ВК8 (див. [3, табл. 1.7, с. 15]).

Форма заточки - подвійна з підточкою поперечної кромки (див. [5, рис. 17, табл. 45, с. 150-152]). Геометричні параметри: $2\varphi = (18 \pm 3)^\circ$; $\alpha = (12 \pm 3)^\circ$; $2\varphi_0 = (70 \pm 5)^\circ$; довжина вторинної різальної кромки $B = 4,6 \pm 0,5 \text{ мм}$; довжина підточеної поперечної кромки $A = 2,5 \pm 0,5 \text{ мм}$; довжина підточки $l = 5 \pm 0,5 \text{ мм}$ (див. табл. 3.1).

Розраховуємо режим різання.

1. Подачу, допустиму міцність стержня свердла, розраховуємо за формулою (3.6):

$$[S]_{MC} = \left[2\sigma_B D^{(3-z_M)} / (10^6 \sqrt{3} \cdot n_p \cdot C_M \cdot K_M) \right]^{1/y_M}$$

де $\sigma_B = 1800 \text{ МПа}$ (при виготовленні стержня свердла із загартованої до $HRC_s 48 \dots 52$ сталі 40X або XHP); $D = 25 \text{ мм}$; $n_p = 4$; $C_M = 0,012$, $z_M = 2,2$, $y_M = 0,8$ (див. табл. 3.1); $K_M = (HB'/190)^{n_M}$, $n_M = 0,5$ (див. табл. 3.2); $HB' = 220$.

$$[S]_{MC} = \left[\frac{2 \cdot 1800 \cdot 25^{(3-2,2)} \cdot 190^{0,5}}{10^6 \cdot \sqrt{3} \cdot 4 \cdot 0,012 \cdot 220^{0,5}} \right]^{1/0,8} = 0,45 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму міцність різальних кромки свердла, визначаємо за формулою (3.7):

$$[S]_{PK} = C_s \cdot D^{z_s}$$

де $C_s = 0,07$ (див. с. 15); $z_s = 0,6$;

$$[S]_{PK} = 0,07 \cdot 25^{0,6} = 0,433 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму точність обробленого отвору, знаходимо за табл. 3.6. Для $D = 25 \text{ мм}$ при обробці чавуну твердість $HB > 170$

$$[S]_{TO} = 0,35 \dots 0,5 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму міцність механізму подачі верстата, визначаємо за формулою (3.9):

$$[S]_{MI} = \left[[P_0]_{MI} / (10 \cdot C_P \cdot K_P \cdot D^{z_P}) \right]^{1/y_P}$$

де $[P_0]_{MI} = 15000 \text{ Н}$; $C_P = 42$; $z_P = 1,2$; $y_P = 0,75$ (див. табл. 3.1);

$K_P = K_{MP} = (HB'/190)^{n_P}$; $n_P = 1,08$ (див. табл. 3.2); $HB' = 220$.

$$[S]_{MI} = \left[\frac{15000 \cdot 190^{1,08}}{10 \cdot 42 \cdot 25^{1,2} \cdot 220^{1,08}} \right]^{1/0,75} = 0,547 \text{ мм/об.}$$

Таким чином, подача обмежується точністю обробленого отвору. Для дальшого розрахунку приймаємо

$$[S] = [S]_{TO} = 0,35 \dots 0,5 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо за паспортним верстата $S = 0,43 \text{ мм/об.}$

2. Призначаємо період стійкості T свердла (див. табл. 3.8). Для свердла з твердого сплаву діаметром від 21 до 30 мм при обробці сірого чавуну рекомендується період стійкості $T = 50 \text{ хв}$. Допустимий знос по збідній поверхні на відстані 1,5 мм від різка $h_g = 0,3 \text{ мм}$ (див. [3, табл. III.5, с. 49]).

3. Визначаємо допустиму швидкість різання

$$[v] = m \cdot n \cdot [v]_1 \cdot [v]_2$$

Швидкість різання, допустиму свердлом, обчислюємо за формулою (3.10):

$$[v]_1 = v = C_v \cdot K_v \cdot D^{z_v} / (60 \cdot T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v})$$

де $C_v = 34,2$; $z_v = 0,45$; $x_v = 0$; $y_v = 0,3$; $m = 0,2$ (див. табл. 3.7);

$K_v = K_{v_1} = (190/220)^{1,25}$ (див. табл. 3.10); $HB' = 220$.

$$[v]_1 = \frac{34,2 \cdot 25^{0,45} \cdot 190^{1,25}}{60 \cdot 50^{0,2} \cdot 12,5^0 \cdot 0,43^{0,3} \cdot 220^{1,25}} = 1,19 \text{ м/с.}$$

Швидкість різання, допустиму потужністю верстата, визначаємо за формулою (3.15):

$$[v]_B = N_{дв} \cdot \eta / (20 \cdot C_M \cdot D^{(z_M-1)} \cdot t_M^2 \cdot S_{M, K_M}^2)$$

де $N_{дв} = 4,5$ кВт; $\eta = 0,85$; $C_M = 0,012$; $z_M = 2,2$; $y_M = 0,8$ (див. табл. 3.1);

$K_M = (N_{дв}' / 130)^{0,5}$; $n_M = 0,6$ (див. табл. 3.2); $N_{дв}' = 220$.

$$[v]_B = \frac{4,5 \cdot 0,85 \cdot 190^{0,5}}{20 \cdot 0,012 \cdot 25^{(2,2-1)} \cdot 12,5^0 \cdot 0,43^{0,8} \cdot 220^{0,5}} = 0,611 \text{ м/с.}$$

Оскільки $[v]_B < [v]_1$, приймаємо $[v] = [v]_B = 0,611$ м/с.
Визначаємо оптимальну частоту обертання шпинделя

$$[n] = 1000 \cdot 60 \cdot [v] / (\pi \cdot D);$$

$$[n] = 1000 \cdot 60 \cdot 0,611 / (\pi \cdot 25) = 466,8 \text{ хв}^{-1}.$$

На верстаті є найближчі частоти: менша $n_k = 400 \text{ хв}^{-1}$ та більша $n_{k+1} = 530 \text{ хв}^{-1}$.

Визначимо за формулою (3.17) розрахункову подачу, якщо працювати в найближчій більшій частоті обертання

$$[S_{k+1}] = S \cdot \left(\frac{[n]}{n_{k+1}} \right)^{1/y}$$

Оскільки $[v] = [v]_B$, то $y = y_M = 0,8$ (див. табл. 3.1);

$$[S_{k+1}] = 0,43 \cdot (466,8/530)^{1/0,8} = 0,367 \text{ мм/об.}$$

На верстаті є найближчі подачі, менша $S_q = 0,32$ мм/об та більша $S_{q+1} = 0,43$ мм/об. Перевіримо можливість роботи з більшою подачею. Оскільки $1,1 \cdot [S_{k+1}] = 1,1 \cdot 0,367 = 0,404 < S_{p+1} = 0,43$, приймаємо $S = S_q = 0,32$ мм/об.

Порівнюємо подачі $(S_{XB})_k = S_k \cdot n_k = 0,43 \cdot 400 = 172$ мм/хв та $(S_{XB})_{k+1} = S_{k+1} \cdot n_{k+1} = 0,32 \cdot 530 = 169,6$ мм/хв. Оскільки $(S_{XB})_k > (S_{XB})_{k+1}$, остаточно приймаємо $S = S_k = 0,43$ мм/об та $n = n_k = 400 \text{ хв}^{-1}$.

Фактична швидкість різання

$$v_{ф} = \pi \cdot D \cdot n / (60 \cdot 1000),$$

$$v_{ф} = \pi \cdot 25 \cdot 400 / (60 \cdot 1000) = 0,524 \text{ м/с.}$$

Основний час

$$T_0 = L / (n \cdot S) = (l_1 + l_2) / (n \cdot S);$$

$l = 120$ мм; $l_1 + l_2 = 9$ мм (табл. 6.1)

$$T_0 = (120+9) / (400 \cdot 0,43) = 0,75 \text{ хв.}$$

Оскільки потужності верстата мод. 2A135 не вистачає для повного використання свердла з твердого сплаву, варто перевести обробку на більш потужний верстат. Візьмемо, наприклад, вертикально-свердлильний верстат мод. 2Н150 з двигуном потужністю $N_{дв} = 7,5$ кВт; $\eta = 0,85$. Якщо прийняти $S = 0,4$ мм/об, то швидкість, допустима верстатом,

$$[v]_B = \frac{7,5 \cdot 0,85 \cdot 190^{0,5}}{20 \cdot 0,012 \cdot 25^{(2,2-1)} \cdot 12,5^0 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 220^{0,5}} = 1,08 \text{ м/с.}$$

Швидкість, допустима свердлом,

$$[v]_1 = \frac{34,2 \cdot 25^{0,45} \cdot 190^{1,25}}{60 \cdot 50^{0,2} \cdot 12,5^0 \cdot 0,4^{0,3} \cdot 220^{1,25}} = 1,22 \text{ м/с.}$$

$[v] = [v]_B = 1,08$ м/с.

Знаходимо оптимальну частоту обертання шпинделя

$$[n] = 1000 \cdot 60 \cdot 1,08 / (\pi \cdot 25) = 825 \text{ хв}^{-1}.$$

Найближчі частоти обертання шпинделя: $n_k = 800$ та $n_{k+1} = 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Визначимо за формулою (3.17) розрахункову подачу, якщо працювати в найближчій більшій частоті обертання

$$[S_{k+1}] = 0,4 \cdot (825/1000)^{1/0,8} = 0,314 \text{ мм/об.}$$

Ця величина потрапляє у проміжок між $S_q = 0,28$ та $S_{q+1} = 0,4$ мм/об. Оскільки $1,1 \cdot [S_{k+1}] = 1,1 \cdot 0,314 = 0,345 < S_{p+1} = 0,4$, приймаємо $S = S_q = 0,28$ мм/об.

Порівнюємо подачі $(S_{XB})_k = S_k \cdot n_k = 0,4 \cdot 800 = 320$ мм/хв та $(S_{XB})_{k+1} = S_{k+1} \cdot n_{k+1} = 0,28 \cdot 1000 = 280$ мм/хв, остаточно приймаємо $S = S_k = 0,4$ мм/об та $n = n_k = 800 \text{ хв}^{-1}$.

Фактична швидкість різання

$$v_{ф} = \pi \cdot 25 \cdot 800 / (60 \cdot 1000) = 1,05 \text{ м/с.}$$

Основний час

$$T_0 = (120+9) / (800 \cdot 0,4) = 0,4 \text{ хв.}$$

Таким чином, основний час зменшується майже вдвічі.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник металлиста. В 5-ти т. 3-е изд., перераб. Т.3 / Под ред. А.Н.Мамона. - М.: Машиностроение, 1977. 748 с.
2. Технологичность конструкции изделия: Справочник / Под ред. В.Д.Амирова. - М.: Машиностроение, 1985. 354 с.
3. Справочник по обработке металлов резанием / Ф.Н.Абрамов, В.В.Коваленко, В.Е.Любимов и др. - К.: Техника, 1988. 239 с.
4. Коваленко В.В. Инструментальные материалы. Такст лекций.-К.: КПИ, 1981. 24 с.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова, -4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
6. Филоненко С.Н. Резание металлов. - К.: Техника, 1975. 228 с.
7. Филоненко С.Н. Резание металлов. - К.: Выща шк., 1989. 258 с.
8. Вульф А.М. Резание металлов. - Л.: Машиностроение, 1973. 493 с.
9. Подурава В.Н. Резание труднообрабатываемых материалов.-М.: Выш.шк., 1974. 589 с.
10. Резание конструкционных материалов, режущие инструменты и станки / Под ред. П.Г.Петрухи.-М.:Машиностроение, 1974. 614 с.
11. Режимы резания металлов: Справочник /Под ред. Д.В.Барановско-го.-М.:Машиностроение, 1972. 406 с.
12. Арпачев В.А., Алексеев Г.А. Резание металлов и режущие инструменты. - М.: Машиностроение, 1977. 430 с.
13. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. - М.: Машиностроение, 1975. 343 с.
14. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. - М.: Машиностроение, 1976. 282 с.
15. Тихин С.Д., Тихин С.С. Таблицы возведения в степень. - 5-е изд. - М.: Статистика, 1979. 400 с.
16. Расчет режимов резания при точении. Методические указания и контрольные задания по дисциплине "Теория резания" для самостоятельной работы студентов специальности "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты" и слушателей ФПК / Сост. В.В.Коваленко, С.С.Добрянский, В.Г.Беланенко.-К.: КПИ, 1987. 64 с.
17. Родин П.Р. Металлорежущие инструменты. - К.: Выща шк., 1978. 356 с.

18. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / Под ред. Г.А.Монахова. - М.: Машиностроение, 1974. 681 с.
19. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 2-х ч. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. - 2-е изд. - М.: Машиностроение, 1974. 406 с.
20. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник / В.И.Баранчиков, А.В.Жариков, Н.Д.Юдина и др.; Под общ.ред. В.И.Баранчикова.- М.:Машиностроение, 1980. 400 с.

КОРОТКИЙ РОСИЙСЬКО-УКРАЇНСЬКИЙ СЛОВНИК

обсыпка	обсыпка	рабочая часть	робоча частина
врезание	врізування, врізання	развертка	розвертка
двойная заточка	подвійна заточка	развертывание	розвертання
заточка	заточка	развертывать, развернуть	розвертати, розвернути
закаленная сталь	загартована сталь	расверливание	розсвердлювання, розсвердління
заточка	одинарная (обыкновенная) заточка	одинарная (звичайна) заточка	розсвердлювати, розсвердлити
зенкер	зенкер, зенкер	зенкер	розсвердлювати, розсвердлити
зенкер	насадной зенкер	насадной зенкер	режущая часть
зенкерование	зенкерування	зуб	різальна частина
зуб	зубец	износ	сверление
знос	зношування, зношення, спрацювання	инструмент	свердління, свердління, свердління
инструмент	инструмент, -а	испытывать нагрузки	свердильник
навантаження	навантаження	навантаження	свердильный (свердильный) верстак
канавка	стружечная канавка	канавка	сверло
стружечная канавка	стружечная канавка	калибрующий	сверло
калибрующий	калибровальный конус	калибровальный конус	сверло
конус	обратный конус	обратный конус	сверло
кромка	кромка	кромка	сверло
к.поперечная (перемычка)	к.поперечная (перемычка)	к.поперечная (перемычка)	сверло
лапка	лапка	лапка	сверло
ленточка	стрічка, л. направляющая	л. направляющая	сверло
литье	стальное литье	стальное литье	сверло
отверстие	сквозное, глухое	сквозное, глухое	сверло
отверстие	насквозный, глухой	насквозный, глухой	сверло
отливка	великов	великов	сверло
перобег	перобіг	перобіг	сверло
подточка	підточування, підточка	підточування, підточка	сверло
припуск	на обработку	припуск на обработку	сверло
на обработку	припуск на обработку	припуск на обработку	сверло

Д О Д А Т К И

ДОДАТОК 1

Таблиця Д.1.1

Вибір варіанта завдання

Номер за списком групи	Остання цифра номера групи					
	1	2	3	4	5	6
	Варіант завдання					
1	1	2	3	4	5	6
2	12	11	10	9	8	7
3	13	14	15	16	17	18
4	24	23	22	21	20	19
5	25	26	27	28	29	30
6	36	35	34	33	32	31
7	37	38	39	40	41	42
8	48	47	46	45	44	43
9	49	50	51	52	53	54
10	60	59	58	57	56	55
11	61	62	63	64	65	66
12	72	71	70	69	68	67
13	73	74	75	76	77	78
14	84	83	82	81	80	79
15	85	86	87	88	89	90
16	96	95	94	93	92	91
17	97	98	99	100	101	102
18	108	107	106	105	104	103
19	109	110	111	112	113	114
20	120	119	118	117	116	115
21	121	122	123	124	125	126
22	132	131	130	129	128	127
23	133	134	135	136	137	138
24	144	143	142	141	140	139
25	145	146	147	148	149	150

Якщо у групі більше 25 студентів, номер варіанта порозділюється з викладачем.

Таблиця Д.1.2

Необхідні дані для розрахунку режимів різання при свердлінні

Номер варіанта	Розміри отвору, його точність та шорсткість			Оброблений матеріал	Модель верстата	Характеристика отвору
	D-0, мм	L, мм	R _a , мкм			
1	12H11	25	2,5	Сталь 25	2H118	Наскрізна
2	15H11	30	2,5	Сталь 30	2H118	Та ж
3	20H11	40	2,5	Сталь 35	2H125	"
4	25H11	50	2,5	Сталь 40	2H125	"
5	30H9	60	1,25	Сталь 45	2H135	"
6	35H9	70	1,25	Сталь 50	2H135	"
7	40H9	80	1,25	Сталь 20X	2H150	Глухий
8	45H9	90	1,25	Сталь 35X	2H150	Та ж
9	50H7	100	0,63	Сталь 45X	2H150	"
10	55H7	110	0,63	Сталь 50X	2170	"
11	60H7	120	0,63	Сталь 15Л-1	2170	"
12	65H7	130	0,63	Сталь 45Л-1	2170	"
13	12H11	25	5,0	СЧ 12	2H118	Наскрізна
14	15H11	30	5,0	СЧ 15	2H118	Та ж
15	20H11	40	5,0	СЧ 18	2H125	"
16	25H11	50	5,0	СЧ 24	2H125	"
17	30H9	60	2,5	СЧ 32	2H135	"
18	35H9	70	2,5	СЧ 36	2H135	"
19	40H9	80	2,5	СЧ 40	2H150	Глухий
20	45H9	90	2,5	СЧ 44	2H150	Та ж
21	60H7	100	1,25	КЧ 35-10	2H150	"
22	65H7	110	1,25	КЧ 45-7	2170	"
23	60H7	120	1,25	КЧ 60-3	2170	"
24	65H7	130	1,25	КЧ 65-3	2170	"
25	12H11	25	2,5	Сталь 45Л-1	2H118	Наскрізна
26	15H11	30	2,5	Сталь 15Л-1	2H118	Та ж
27	20H11	40	2,5	Сталь 50X	2H125	"
28	25H11	50	2,5	Сталь 45X	2H125	"
29	30H9	60	1,25	Сталь 35X	2H135	"
30	35H9	70	1,25	Сталь 20X	2H135	"

Продовження табл. Д.1.2

Номер варі- анта	Розміри отвору, дог точність та шерстність			Оброблений матеріал	Модель верс- тата*	Характе- ристика отвору
	D-Ø, мм	L, мм	R _α , мм			
31	40H9	80	1,25	Сталь 60	2H150	Глухий
32	45H9	90	1,25	Сталь 45	2H150	Те ж
33	50H7	100	0,63	Сталь 40	2H150	"
34	55H7	110	0,63	Сталь 35	2170	"
35	60H7	120	0,63	Сталь 30	2170	"
36	65H7	130	0,63	Сталь 25	2170	"
37	12H11	25	5,0	КЧ 65-3	2H118	Наскрітний
38	15H11	30	5,0	КЧ 60-3	2H118	Те ж
39	20H11	40	5,0	КЧ 45-7	2H125	"
40	25H11	50	5,0	КЧ 35-10	2H125	"
41	30H9	60	2,5	СЧ 44	2H135	"
42	35H9	70	2,5	СЧ 40	2H135	"
43	40H9	80	2,5	СЧ 36	2H150	Глухий
44	45H9	90	2,5	СЧ 32	2H150	Те ж
45	50H7	100	1,25	СЧ 24	2H150	"
46	55H7	110	1,25	СЧ 18	2170	"
47	60H7	120	1,25	СЧ 15	2170	"
48	65H7	130	1,25	СЧ 12	2170	"
49	12H11	50	2,5	Сталь 25	2H118	Наскрітний
50	15H11	50	2,5	Сталь 30	2H118	Те ж
51	20H11	80	2,5	Сталь 35	2H125	"
52	25H11	100	2,5	Сталь 40	2H125	"
53	30H9	120	1,25	Сталь 45	2H135	"
54	35H9	140	1,25	Сталь 50	2H135	"
55	40H9	160	1,25	Сталь 20X	2H150	Глухий
56	45H9	180	1,25	Сталь 35X	2H150	Те ж
57	50H7	200	0,63	Сталь 45X	2H150	"
58	55H7	220	0,63	Сталь 50X	2170	"
59	60H7	240	0,63	Сталь 15Л-1	2170	"
60	65H7	260	0,63	Сталь 45Л-1	2170	"
61	12H11	50	5,0	СЧ 18	2H118	Наскрітний
62	15H11	60	5,0	СЧ 15	2H118	Те ж

Продовження табл. Д.1.2

Номер варі- анта	Розміри отвору, дог точність та шерстність			Оброблений матеріал	Модель верс- тата*	Характе- ристика отвору
	D-Ø, мм	L, мм	R _α , мм			
63	20H11	80	5,0	СЧ 18	2H125	Наскрітний
64	25H11	100	5,0	СЧ 24	2H125	Те ж
65	30H9	120	2,5	СЧ 32	2H135	"
66	35H9	140	2,5	СЧ 36	2H135	"
67	40H9	160	2,5	СЧ 40	2H150	"
68	45H9	180	2,5	СЧ 44	2H150	"
69	50H7	200	1,25	КЧ 35-10	2H150	"
70	55H7	220	1,25	КЧ 45-7	2170	"
71	60H7	240	1,25	КЧ 60-3	2170	"
72	65H7	260	1,25	КЧ 65-3	2170	"
73	12H11	50	2,5	Сталь 45Л-1	2H118	"
74	15H11	60	2,5	Сталь 15Л-1	2H118	"
75	20H11	80	2,5	Сталь 50X	2H125	"
76	25H11	100	2,5	Сталь 45X	2H125	"
77	30H9	120	1,25	Сталь 35X	2H135	"
78	35H9	140	1,25	Сталь 20X	2H135	"
79	40H9	160	1,25	Сталь 50	2H150	Глухий
80	45H9	180	1,25	Сталь 45	2H150	Те ж
81	50H7	200	0,63	Сталь 40	2H150	"
82	55H7	220	0,63	Сталь 35	2170	"
83	60H7	240	0,63	Сталь 30	2170	"
84	65H7	260	0,63	Сталь 25	2170	"
85	12H11	50	5,0	КЧ 65-3	2H118	Наскрітний
86	15H11	60	5,0	КЧ 60-3	2H118	Те ж
87	20H11	90	5,0	КЧ 45-7	2H125	"
88	25H11	100	5,0	КЧ 35-10	2H125	"
89	30H9	120	2,5	СЧ 44	2H135	"
90	35H9	140	2,5	СЧ 40	2H135	"
91	40H9	160	2,5	СЧ 36	2H150	Глухий
92	45H9	180	2,5	СЧ 32	2H150	Те ж
93	50H7	200	1,25	СЧ 24	2H150	"
94	55H7	220	1,25	СЧ 18	2170	"

Продовження табл. Д.1.2

Номер вер-анта	Розміри отвору, його точність та шерсткість			Оброблений матеріал	Модель верста-тат*	Характеристика отвору
	D-Ø, мм	L, мм	R _a , мкм			
96	60H7	240	1,25	СЧ 15	2170	Глухий
96	65H7	260	1,25	СЧ 12	2170	Те ж
97	12H11	35	2,5	Сталь 25	2H118	Наскрітний
98	15H11	45	2,5	Сталь 30	2H118	Те ж
99	20H11	60	2,5	Сталь 35	2H125	"
100	25H11	75	2,5	Сталь 40	2H125	"
101	30H9	90	1,25	Сталь 45	2H135	"
102	35H9	105	1,25	Сталь 50	2H135	"
103	40H9	120	1,25	Сталь 20X	2H150	Глухий
104	45H9	135	1,25	Сталь 36X	2H150	Те ж
105	50H7	150	0,63	Сталь 45X	2H150	"
106	55H7	165	0,63	Сталь 50X	2170	"
107	60H7	180	0,63	Сталь 15Л-1	2170	"
108	65H7	195	0,63	Сталь 45Л-1	2170	"
109	12H11	35	5,0	СЧ 12	2H118	Наскрітний
110	15H11	45	5,0	СЧ 15	2H118	Те ж
111	20H11	60	5,0	СЧ 18	2H125	"
112	25H11	75	5,0	СЧ 24	2H125	"
113	30H9	90	2,5	СЧ 32	2H135	"
114	35H9	105	2,5	СЧ 36	2H135	"
115	40H9	120	2,5	СЧ 40	2H150	Глухий
116	45H9	135	2,5	СЧ 44	2H150	Те ж
117	50H7	150	1,25	КЧ 35-10	2H150	"
118	55H7	165	1,25	КЧ 45-7	2170	"
119	60H7	180	1,25	КЧ 60-3	2170	"
120	65H7	195	1,25	КЧ 65-3	2170	"
121	12H11	35	6,0	КЧ 65-3	2H118	"
122	15H11	30	5,0	КЧ 60-3	2H118	"
123	20H11	40	5,0	КЧ 45-7	2H125	"
124	25H11	50	5,0	КЧ 35-10	2H125	"
125	30H9	60	2,5	СЧ 44	2H135	"
126	35H9	70	2,5	СЧ 40	2H135	"

Закінчення табл. Д.1.2

Номер вер-анта	Розміри отвору, його точність та шерсткість			Оброблений матеріал	Модель верста-тат*	Характеристика отвору
	D-Ø, мм	L, мм	R _a , мкм			
127	40H9	80	2,5	СЧ 36	2H150	Наскрітний
128	45H9	90	2,5	СЧ 32	2H150	Те ж
129	50H7	100	1,25	СЧ 24	2H150	"
130	55H7	120	1,25	СЧ 18	2170	"
131	60H7	140	1,25	СЧ 15	2170	"
132	65H7	160	1,25	СЧ 12	2170	"
133	12H11	25	2,5	Сталь 25	2H118	Глухий
134	15H11	30	2,5	Сталь 30	2H118	Те ж
135	20H11	40	2,5	Сталь 35	2H125	"
136	25H11	50	2,5	Сталь 40	2H125	"
137	30H11	60	1,25	Сталь 45	2H135	"
138	35H9	70	1,25	Сталь 50	2H135	"
139	40H9	80	1,25	Сталь 20X	2H150	Наскрітний
140	45H9	90	1,25	Сталь 36X	2H150	Те ж
141	50H9	100	0,63	Сталь 45X	2H150	"
142	55H7	120	0,63	Сталь 50X	2170	"
143	60H7	140	0,63	Сталь 15Л-1	2170	"
144	65H7	160	0,63	Сталь 45Л-1	2170	"
145	20H11	40	5,0	КЧ 65-3	2H125	Глухий
146	30H11	60	5,0	КЧ 60-3	2H135	Те ж
147	40H9	100	1,25	Сталь 40	2H150	"
148	50H9	120	1,25	Сталь 45	2H150	Наскрітний
149	55H7	140	0,63	Сталь 15Л-1	2H170	Те ж
150	65H7	160	0,63	Сталь 45Л-1	2H170	"

*Примітка. Моделі верстатів наведено орієнтовно і під час розрахунків можуть бути змінені.

Таблиця Д.1.3

Основні фізико-механічні характеристики
оброблених матеріалів

Марка сталі	σ_B	σ_T	Твердість НВ	
	МПа		МПа	кгс/мм ²
Вуглецеві легіровані конструкційні сталі (ГОСТ 1050-74)				
			без термообробки	
08	324	196	1286	131
10	334	206	1403	143
15	373	226	1462	149
20	412	245	1600	163
25	451	275	1668	170
30	490	294	1756	179
35	530	315	2031	207
40	569	334	2129	217
45	598	353	2246	229
50	628	373	2364	241
Леговані конструкційні сталі (ГОСТ 4543-71)				
			високонідушена	
15Х	784	637	1756	179
20Х	784	637	1756	179
35Х	912	736	1933	197
40Х	981	784	2129	217
45Х	1080	833	2246	229
50Х	1079	883	2246	229
Сталь для вилітків (ГОСТ 977-75)				
15Л-1	400	200	1069-1334	109-136
45Л-1	650	320	1628-2364	166-241

Таблиця Д.1.4

Механічні властивості вилітків з сірого чавуну
з пластичним графітом (ГОСТ 1412-85)

Марка чавуну	σ_B	σ_{ag}	Твердість НВ	
	МПа		МПа	кгс/мм ²
СЧ 12	118	275	1402-2246	143-229
СЧ 15	147	314	1699-2246	163-229
СЧ 18	176	358	1868-2246	170-229
СЧ 24	235	421	1868-2364	170-241
СЧ 32	315	510	1835-2501	187-255
СЧ 36	353	549	1932-2638	197-269
СЧ 40	392	588	2030-2795	207-285
СЧ 44	431	628	2246-2835	229-289

Таблиця Д.1.5

Механічні властивості вилітків з кованого чавуну
(ГОСТ 1215-79)

Марка чавуну	σ_B		δ	Твердість НВ	
	МПа	кгс/мм ²	%	МПа	кгс/мм ²
КЧ 35-10	344	35	10	1600	163
КЧ 45-7	441	45	7	2365	241
КЧ 60-3	588	60	3	2640	269
КЧ 65-3	637	65	3	2640	269

Таблиця Д.1.6

Основні фізико-механічні властивості
вольфрамових швидкорізальних сталей (ГОСТ 19265-73)

Сталь	Середній σ_{ag} при згині, МПа	НВ, кгс/мм ² , не більше	ВКС ⁰	T _{кр} , °C
P6M5	3300 - 3400	255	64 - 66	620
P6M5K5	3300 - 3400	269	65 - 67	630
P12M3	2400 - 2800	269	64 - 67	630
P9K5	2300 - 2700	269	64 - 67	630
P10K5Ф5	2600 - 2700	285	66 - 68	640

ДОДАТОК 2
Таблиця Д.2.1

Розміри інструментів та діаметри отворів
при обробці в суцільному матеріалі

Діаметр оброблю- ваного отвору, мм	Діаметр, мм						
	свердла		отвору після роз- точування	зенкере	роз- вертки	розвертки	
	1-го	2-го				чорн.	чист.
	H12		H11		H10-H9	H8-H7	
10	9,8	-	-	-	10	9,96	10
12	11,0	-	-	11,86	12	11,96	12
13	12,0	-	-	12,86	13	12,96	13
14	13,0	-	-	13,86	14	13,96	14
15	14,0	-	-	14,86	15	14,96	15
16	15,0	-	-	15,86	16	15,96	16
18	17,0	-	-	17,86	18	17,94	18
20	18,0	-	19,8	19,8	20	19,94	20
22	20,0	-	21,8	21,8	22	21,94	22
24	22,0	-	23,8	23,8	24	23,94	24
25	23,0	-	24,8	24,8	25	24,94	25
26	24,0	-	25,8	25,8	26	25,94	26
28	26,0	-	27,8	27,8	28	27,94	28
30	18,0	28,0	29,8	29,8	30	29,93	30
32	20,0	30,0	31,7	31,75	32	31,93	32
35	20,0	33,0	34,7	34,75	35	34,93	35
38	25,0	36,0	37,7	37,75	38	37,93	38
40	25,0	38,0	39,7	39,75	40	39,93	40
42	25,0	40,0	41,7	41,75	42	41,93	42
45	25,0	43,0	44,7	44,75	45	44,93	45
48	25,0	46,0	47,7	47,75	48	47,93	48
50	25,0	48,0	49,7	49,75	50	49,93	50
52	30,0	50,0	51,5	51,5	52	51,92	52
55	30,0	53,0	54,5	54,5	55	54,92	55
58	30,0	56,0	57,5	57,5	58	57,92	58
60	30,0	58,0	59,5	59,5	60	59,92	60
62	30,0	60,0	61,5	61,5	62	61,92	62
65	30,0	63,0	64,5	64,5	65	64,92	65

Таблиця Д.2.2

Спіральні свердла (ГОСТ 685-77)

Грідация діаметрів свердел, мм							
4,8	7,5	10,1	12,8	18	24,25	31	39
4,9	7,6	10,2	13	18,25	24,5	31,25	(39,25)
5,0	7,7	10,3	13,1	18,5	24,75	31,5	39,5
5,1	7,8	10,4	13,2	18,75	25	31,75	40
5,2	7,9	10,5	13,3	19	25,25	32	40,5
5,3	8,0	10,6	13,4	19,25	25,5	(32,25)	41
5,4	8,1	10,7	13,7	(19,4)	25,75	32,5	(41,25)
5,5	8,2	10,8	13,8	19,5	26	33	41,5
5,6	8,3	10,9	14	19,75	26,25	(33,25)	42
5,7	8,4	11	14,25	20	26,5	33,5	42,5
5,8	8,5	11,1	14,5	20,25	26,75	34	43
5,9	8,6	11,2	14,75	20,5	27	34,5	(43,25)
6,0	8,7	11,3	15	20,75	27,25	35	43,5
6,1	8,8	11,4	15,25	(20,9)	27,5	(35,25)	44
6,2	8,9	11,5	(15,4)	21	27,75	35,5	44,5
6,3	9,0	11,7	15,5	21,25	28	(35,75)	45
6,4	9,1	11,8	15,75	21,5	28,25	36	(45,25)
6,5	9,2	11,9	16	22	28,5	(36,25)	45,5
6,6	9,3	12	16,25	22,25	28,75	36,5	46
6,7	9,4	12,1	16,5	22,5	29	37	46,5
6,8	9,5	12,2	16,75	22,75	29,25	37,5	47
6,9	9,6	12,3	17	23	29,5	38	47,5
7,0	9,7	12,4	17,25	23,25	30	(38,25)	48
7,1	9,8	12,5	(17,4)	23,5	(30,25)	38,5	48,5
7,2	9,9	12,6	17,5	23,75	30,5		49
7,3	10	12,7	17,75	(23,9)	30,75		49,5
				24			

Примітка. Свердла, діаметри яких наведено у дужках, виготовляють-
ся за домовленістю зі споживачем.

КОДАТОК 3
Таблиця Д.3.1

Паспортні дані вертикально-свердильних верстатів

Характеристики	Модель верстата				
	2Н118	2Н125	2Н136	2Н150	2170
Найбільший умовний діаметр свердління сталі 45, мм	18	25	35	50	75
Отвір у шпинделі, конус Морзе	2	3	4	5	6
Число ступенів частоти обертання шпинделя	9	12			
Частоти обертання шпинделя, хв^{-1}	180; 250; 350; 500; 710; 1000; 1420; 2000; 2800.	45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000.	31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400.	22,4; 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000.	22; 31; 44; 64; 80; 122; 172; 251; 354; 491; 697; 1018.
Число ступенів подачі шпинделя	6	9		12	9
Подачі шпинделя, мм/об	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56.	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6.		0,05; 0,07; 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6; 2,24.	0,15; 0,23; 0,34; 0,48; 0,70; 1,09; 1,41; 2,18; 3,2.
Найбільше зусилля подачі, Н	5600	9000	16000	23500	40000
Крутий момент на шпинделі, Н·м	88	250	400	2000	2500
Потужність головного ел. двигуна, кВт	1,5	2,2	4	7,5	10

Таблиця Д.3.2

Паспортні дані радіально-свердильних верстатів

Характеристики	Модель верстата			
	2Н53	2Н55	2М57	2М58
Найбільший умовний діаметр свердління сталі 45, мм	35	50	75	100
Отвір у шпинделі, конус Морзе	4	5	6	6
Число ступенів частоти обертання шпинделя	21		22	
Частоти обертання шпинделя, хв^{-1}	25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 1800; 2000.	20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 1800; 2000.	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 1800; 2000.	10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500; 1800; 2000.
Число ступенів подачі шпинделя	12		18	
Подачі шпинделя, мм/об	0,056; 0,08; 0,112; 0,16; 0,224; 0,315; 0,45; 0,63; 0,9; 1,25; 1,8; 2,5.		0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15.	
Найбільше зусилля подачі, Н	12600	20000	32000	50000
Крутий момент на шпинделі, Н·м	355	710	1400	2600
Потужність головного ел. двигуна, кВт	3	4	7	13

Примітка. Коефіцієнт корисної дії коробки швидкостей свердильних верстатів приймати $\eta=0,85$.

ДОДАТОК 4

Міністерство освіти України

Київський політехнічний інститут

Кафедра технології машинобудування

КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2
з дисципліни "Теорія різання"

Виконав студент гр.ЗМТ-91
МОРОЗ Петро Григорович

Шифр - 9112

Варіант завдання - 72

Київ - 1993

ДОДАТОК 5

ОДИНИЦІ ВЕЛИЧИН

Міжнародна система одиниць (СІ) введена (ГОСТ 8.417-81 "Державна система вимірювань. Одиниці фізичних величин") як обов'язкова в спеціальній літературі. Допускається використовувати нарівні з одиницями СІ десятинні та кратні від них, а також деякі одиниці, що не входять до СІ. У цих методичних вказівках застосовуються такі позасистемні одиниці:

- часу - хвилинка - хв;
- частоти обертання - оберт за хвилину - об/хв;
- плюсового кута - градус - ...°;
- маси - карат - кар.

При використанні більшості теоретичних та емпіричних формул довжина підставляється у міліметрах - мм, час - у хвилинах - хв; напруження - у мегапаскалях - МПа.

Емпіричні формули перетворені таким чином, щоб можна було використовувати довідкові відомості, у яких застосовуються одиниці, що не входять у СІ. Зокрема у формулах сили різання та моменту сили введено множник 10 (1 кгс = 10 Н), у формулах швидкості різання - множник 1/60 (1 м/хв = 1/60 м/с).

Умовні позначення:

- A - довжина підточеної перемички, мм;
- B - довжина вторинної різальної кромки, мм;
- D, d - діаметр, мм;
- f - ширина стрічки, мм;
- HB - твердість за Брінеллем, МПа (кгс/мм²);
- t - кількість робочих ходів;
- K_M, K_P, K_V - загальні поправочні коефіцієнти, що враховують вплив змінених умов обробки на крутний момент, осьову силу, швидкість різання, допустиму інструментом;
- $K_{M_M}, K_{M_m}, K_{M_s}, K_{M_P}, K_{M_r}, K_{M_v}$ - поправочні коефіцієнти, які враховують вплив механічних характеристик оброблюваного матеріалу, форми заточки та затуплення інструмента на крутний момент та осьову силу;
- $K_{I_M}, K_{I_P}, K_{I_M}, K_{I_V}, K_{I_v}$ - поправочні коефіцієнти, які враховують відповідно вплив матеріалу інструмента, глибини свердління, механічних властивостей оброблюваного матеріалу, стан його поставки та наявність охолодження на швидкість різання, допустиму інструментом;

- l - довжина робочого ходу інструмента, мм;
- l_1 - довжина отвору, мм;
- l_1 та l_2 - довжина врізання та перебігу інструмента, мм;
- $M_{кр}$ - крутний момент, Н·м;
- N_p - потужність, яка витрачається на різання, кВт;
- n - частота обертання інструмента, хв⁻¹;
- P_0 - осьова сила, Н;
- R_a, R_z - параметри корткості, мкм;
- S - подача, мм/об;
- S_M - хвилинна подача, мм/хв;
- $[S]$ - допустима подача, мм/об;
- T - період стійкості інструмента, хв;
- T_0 - основний час, хв;
- t - глибина різання, мм;
- v - швидкість різання, м/с;
- $[v], [v]_1$ та $[v]_B$ - допустима швидкість різання, швидкість різання, допустима інструментом та верстатом, м/с;
- z - кількість зубців інструмента;
- α - задній кут, град;
- β - кут загострення, град;
- γ - передній кут, град;
- η - коефіцієнт корисної дії верстата;
- σ_B - границя міцкості при розтяганні, МПа;
- $\sigma_{Bг}$ - границя міцкості при згині, МПа;
- τ - дотичне напруження, МПа;
- $[\tau]$ - допустиме дотичне напруження при скручуванні, МПа;
- 2φ - кут при вершині, град;
- ψ - кут нахилу поперечної кромки, град;
- ω - кут нахилу гвинтової качавки, град.

З М І С Т

1. Загальні відомості.....	3
2. Види інструментів та верстатів.....	6
3. Розрахунок режимів різання при свердлінні.....	11
3.1. Вибір діаметра.....	11
3.2. Загальний порядок визначення режимів різання.....	11
3.3. Визначення глибини різання.....	12
3.4. Визначення подачі.....	12
3.5. Визначення швидкості різання.....	18
3.6. Вибір частоти обертання.....	22
3.7. Визначення основного часу.....	23
3.8. Висновки.....	23
4. Визначення режимів різання при зенкеруванні.....	23
5. Визначення режимів різання при розвертанні.....	27
6. Визначення основного часу при свердлінні, зенкеруванні та розвертанні.....	32
7. Загальна методика виконання роботи та основні вимоги до її оформлення.....	34
7.1. Загальний порядок виконання контрольної роботи.....	34
8. Приклади розрахунку режимів різання при свердлінні.....	35
Література.....	46
Короткий російсько-український словник.....	47
Додатки.....	48