

## Розрахунок режимів різання для свердлильної операції варіант №36

Вихідні дані:

- розмір деталі –  $\varnothing 65$ ;
- точність отвору – H7;
- глибина отвору – 130 мм;
- параметр шорсткості – 0,63 мкм;
- матеріал – сталь 25;
- межа міцності матеріалу (у нормалізованому стані) –  $\sigma_B = 480$  МПа;
- тип отвору – глухий;
- рекомендована модель верстату – 2170.

### 1 Призначення послідовності обробки

Обробку отвору проводитимемо у 4 етапи.

Призначаємо наступну послідовність обробки:

Свердління, розсвердлення, зенкування → розвертання чорнове → розвертання чистове.

Призначаємо проміжні розміри та допустимі відхилення:

- діаметр остаточно обробленого отвору (розвертання чистове) -  $\varnothing 65H7 Ra 0,63$ ;
- діаметр отвору після чорнового розвертання –  $\varnothing 64,9H12$ ;
- діаметр після зенкування –  $\varnothing 64,75 H14$ ;
- діаметр після свердління –  $\varnothing 62 H15$ .
- діаметр після свердління –  $\varnothing 30 H15$ .

Металорізальне встаткування - вертикально свердлильний верстат 2170, технічна характеристика якого наведена в таблиці 1. Прийнято рішення використовувати наступну модель, оскільки вона має більшу потужність електродвигуна з урахуванням властивостей матеріалу заготовки.

Ріжучий інструмент – свердло спіральне з матеріалом ріжучої частини Р6М5 з подвійною формою заточки.

Таблиця 1 – Технічна характеристика верстату 2170

№	Параметр	Позн.	Вел.	Од. вим.
1	Розмір стола	Lxb	630x750	мм
2	Частота обертання шпинделя	n	22...1018	хв <sup>-1</sup>
3	Число пavidкостей	K	12	
4	Подача	S	0,15 ... 3,2	мм/об
5	Виліт шпинделя	l <sub>ш</sub>	400	мм
6	Потужність електродвигуна	N <sub>Э</sub>	10	кВт
7	Максимальна осьова сила	P <sub>оmax</sub>	40000	Н
8	Максимальний умовний діаметр свердління в сталі	d	18	мм

Розраховуємо подачу, яка допустима міцністю стержня свердла:

$$S_{mc} = \left[ \frac{2\sigma_B D^3 z}{10^6 \cdot \sqrt{3} n_b C_M K_M} \right]^{1/y}$$

де межа витривалості матеріалу різальної частини свердла:

$$\sigma_B = 3400 \text{ МПа,}$$

$$D = 30 \text{ мм,}$$

$$n_b = 2,5,$$

$$C_M = 0,0345,$$

$$z_M = 2,$$

$$y_M = 0,8,$$

$$K_M = C_M (750/\sigma_B)^n = 1(750/480)^{0,9} = 1,494.$$

$$S_{mc} = \left[ \frac{2 \cdot 3400 \cdot 10^{3-2}}{10^6 \cdot \sqrt{3} \cdot 2,5 \cdot 0,0345 \cdot 1,494} \right]^{1/0,8} = 0,04 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму міцністю різальних кромek свердла, визначаємо за формулою:

$$S_{pk} = C_S D^{xS}$$

$$S_{pk} = 0.064 \cdot 30^{0.6} = 0.4925 \text{ мм/об.}$$

Подачу, допустиму точністю обробленого отвору визначаємо у межах 0,25...0,3 мм/об.

Подачу, допустиму міцністю механізму подачі визначаємо за формулою:

$$S_{мп} = \left[ \frac{P_{0мп}}{10 \cdot C_p \cdot K_p \cdot D^{2p}} \right]^{1/y}$$

де  $P_{0мп}$  – сила, яка допускається міцністю механізму подач;

$$S_{мп} = \left[ \frac{40000}{10 \cdot 68 \cdot 0,71 \cdot 30^1} \right]^{1/0.8} = 3,56 \text{ мм/об.}$$

Де коефіцієнт, який враховує фактичні умови обробки:

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_s}{750} \right)^{0.75} = (480 / 750)^{0.75} = 0.71$$

Найменша подача обмежується, як зазвичай, міцністю різальних кромки, для подальших розрахунків приймаємо  $S = 0,25$  мм/об.

Перевіримо, чи можна працювати з більшою подачею:

$$1,1[S] = 1,1 \cdot 0,25 = 0,275 = 0,28 \text{ мм/об.}$$

Остаточно приймаємо  $S = 0,28$  мм/об.

Призначаємо період стійкості свердла:  $T = 60$  хв, оскільки така величина рекомендується для обраного типу свердла при діаметрі обробки 30 мм.

Швидкість різання, допустиму свердлом, обчислюємо за формулою:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot f^{xy} S^{yz}} \cdot K_v$$

де  $C_v, q, m, y, z$  - емпіричний коефіцієнт та показники ступеню,

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт:

$$K_v = k_{mv} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv},$$

де  $k_{mv}$  – коефіцієнт на оброблюваний матеріал;

$k_{uv}$  – коефіцієнт інструментального матеріалу;

$k_{lv}$  – коефіцієнт глибини свердління.

Порівнюємо обчислену подачу з наявними на верстаті: меншою 0,15 та більшою 0,2. Оскільки  $1,1s = 1,1 \cdot 0,18 = 0,197 > 0,15$ , тому приймаємо  $s = 0,2$  мм/об.

Прийнято  $s = 0,2$  мм/об,  $n_{\phi} = 500$  хв<sup>-1</sup>.

Тоді фактична швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi d n_{\phi}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 500}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.}$$

Крутний момент:

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

де  $C_M$ ,  $q$ ,  $y$  – емпіричний коефіцієнт та показники ступеню,

$K_p$  – загальний поправочний коефіцієнт,

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 30^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,71 = 60,83 \text{ Нм.}$$

Осьова сила:

$$P_o = 10 C_P \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p,$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 30^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,71 = 4694,7 \text{ Н.}$$

Перевірка обраних режимів:

а) за міцністю механізму подачі:

$$P_o < P_{огт}$$

$$4694,7 < 40000,$$

умову (а) виконано.

б) за потужністю приводу верстату:

$$N_s = \frac{Mn}{9750} = \frac{60,83 \cdot 500}{9750} = 3,12 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт використання верстату за потужністю:

$$K_N = N_s / N \cdot \eta = 3,12 / 10 \cdot 0,75 = 0,42 < 1,$$

умову (б) виконано.

Основний час:

$$t_0 = (l + l_{вр} + l_{пер}) / ns,$$

$$\text{де } l_{вр} = 0,4d = 0,4 \cdot 30 = 12 \text{ мм,}$$

$$\text{та } t_0 = (130 + 12 + 11) / 500 \cdot 0,2 = 1,53 \text{ хв.}$$