

Безплатно

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

83

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

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

Київ КНІ 1993

З М І С Т

1. Загальна постановка завдання.....	3
2. Формування системи технічних обмежень.....	5
2.1. Деталь.....	6
2.2. Технологічне обладнання.....	6
2.3. Матеріал та геометричні параметри інструмента.....	8
3. Розрахунок режиму різання при одноінструментній обробці.....	10
3.1. Розрахунок глибини різання.....	15
3.2. Розрахунок допустимої подачі.....	16
3.2.1. Розрахунок сили різання $[P_z]_{\text{ма}}$, допустимої міцності заготовки.....	16
3.2.2. Розрахунок сили різання $[P_z]_{\text{ма}}$, допустимої жорсткості заготовки.....	19
3.2.3. Розрахунок сили різання $[P_z]_{\text{мт}}$, допустимої механізмом подач верстата.....	20
3.2.4. Розрахунок сил різання, допустимих міцністю державки різця та різальної пластини.....	20
3.2.5. Розрахунок сили різання $[P_z]_{\text{зд}}$, допустимої навантаженням на центр задньої бабки.....	21
3.3. Визначення швидкості різання.....	27
3.3.1. Визначення швидкості різання, яка допускається потужністю верстата.....	28
3.3.2. Визначення швидкості різання, яка допускається отіжкістю різця.....	28
3.4. Уточнення кількості робочих ходів.....	35
3.5. Визначення частоти обертання шпинделя.....	37
4. Загальна методика виконання та основні вимоги до оформлення розрахунково-графічної роботи "Розрахунок режимів різання при точінні".....	39
4.1. Загальний порядок виконання роботи.....	39
5. Вибір режиму різання за нормативами.....	41
5.1. Визначення глибини різання та вибір числа робочих ходів.....	41
5.2. Визначення подачі.....	42
5.3. Визначення швидкості різання.....	42
5.4. Визначення основного часу.....	43
6. Приклад розрахунку режиму різання.....	43
Додатки.....	51
Література.....	69

Навчальне видання

Методичні вказівки
і контрольні завдання
з дисципліни "Теорія різання".

Розрахунок режимів різання при точінні.
Для студентів спеціальностей 12.01 і 12.02
усіх форм навчання, а також слухачів ФНК

Укладачі: Коваленко Володимир Володимирович
Біланенко Віктор Григорович
Кислик Анатолій Михайлович

Кількість робочих ходів понад один при чорновій обробці слід допускати у виняткових випадках при знятті збільшених припусків та обробці на малопотужних верстатах.

5.2. Визначення подачі

При чорновій обробці величина подачі призначається з врахуванням розмірів оброблюваної поверхні, міцності та короткості технологічної системи. Для скорочення часу обробки слід призначати можливо більшу подачу, яка допускається міцністю інструмента, механізму подачі та технологічними умовами обробки.

При чистовому точінні вибір подачі слід узгоджувати з якітєтом та шорсткістю оброблюваної поверхні, враховуючи при цьому допустиму величину прогину деталі, яка визначається для деталей типу валів за додатком 12 [4, с.392].

Рекомендовані подачі для чорнового обточування та розточування сталі, чавуну та мідних сплавів на токарно-гвинторізних та карусельних верстатах приводяться в картах 1-2 [4, с.38-39]. Подачі для прорізування та відрізування наведено в карті 18 [4, с.63].

Вибрана для чорнового точіння з заданою глибиною різання подача перевіряється по осевій силі різання [4, додатки 7 та 8, с.382-384], порівнюється з подачею, допустимою міцністю державки різця [4, додаток 9, с.385-386], міцністю пластини твердого сплаву [4, додаток 10, с.387], жорсткістю технологічної системи, прогином деталі та кулачковими патронами [4, додаток 11, с.388-391].

Подача повинна задовольняти умову

$$P_z \leq [P_z],$$

де P_z - осдова складова сили різання (сила подачі); $[P_z]$ - осдова сила, яка допускається механізмом подачі верстата (визначається за паспортом верстата).

Якщо встановлена за нормативами подача не відповідає цим умовам, її слід узяти рівній найменшій з перелічених величин.

5.3. Визначення швидкості різання

Після вибору глибини різання та подачі за картами 5, 6, 9, 10, 13, 14, 16, 17, 19, 20 [4] призначається швидкість різання.

Швидкості різання даються на обробку конструкційних вуглецевих, легированих та високолегированих, нержавіючих та жароміцних сталей, сплавів, сірого та ковкого чавуну, мідних сплавів.

Режим різання чоргової токарної обробки різцями з твердих сплавів та з швидкорізальної сталі перевіряється по потужності або крутному моменту.

Вибраний режим різання повинен задовольняти умови

$$N \leq N_e \text{ та } 2M \leq 2M_p,$$

де N - потужність, потрібна для різання (див. [4], карти 7, 8, 12, 16); N_e - ефективна потужність верстата (див. с.28); $2M$ - подвійний крутний момент на різання, визначається за додатками 5, 6 [4], або більш точно за формулою

$$2M = P_z \cdot D / 1000,$$

де P_z - головна сила різання, м; D - діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Якщо вибраний режим різання не відповідає вказаним умовам, необхідно зменшити швидкість різання.

5.4. Визначення основного часу

Основний час, хв., робочого ходу на токарних верстатах визначається за формулою $T_o = L / S_{\text{хв}}$, де L - довжина робочого ходу, мм. $L = l_1 + l_2$, l_1 - довжина оброблюваної поверхні, мм; l_2 - величина зрізання та перебігу інструмента, мм, яка розраховується в залежності від конструкції різальної частини інструмента, виду та умов обробки (див. дод.4, з.1 [4]); l_2 - додаткова довжина на взяття пробної стружки, мм ($l_2 = 5-10$ мм); $S_{\text{хв}}$ - швидкість подачі, мм/хв, $S_{\text{хв}} = S \cdot n$, де S - подача, мм/об; n - частота обертання шпинделя, хв⁻¹; t - кількість робочих ходів, $t = z / f$, де z - припуск на сторону, мм; f - глибина різання, мм.

6. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ РЕЖИМУ РІЗАННЯ

Задання: Розрахувати режими різання для поздовжньої чоргової токарної обробки при таких вихідних даних:

- діаметр деталі - $D = 100$ мм;
- довжина деталі - $l = 700$ мм;
- матеріал заготовки - Ст.0 (σ_в = 410 МПа);
- вид заготовки - 3 (гарячедеформована труба).

УВАГА! В прикладі даються лише номери формул за якими проводились розрахунки. У розрахунково-графічній роботі слід наводити ці формули повністю з розшифровкою умовних позначень, одиниць їх виміру, чисельне значення та номер таблиці, з якої це значення вибрано.

Рішення.

1. Визначаємо розміри заготовки та найбільший припуск на обробку заданої поверхні. За табл.Д.3.6 попередньо визначаємо діаметр заготовки - $D_3=110$ мм (при $D=100$ і $l=700$ мм). За табл.Д.3.9 уточнюємо діаметр заготовки - $D_3=114$ мм, при цьому товщина стінки труби складає 25 мм, отже внутрішній діаметр труби $d_3=D_3-2\cdot 25=64$ мм.

Загальний припуск на обробку $z_{\text{заг}}=(D_3-D)/2=(114-100)/2=7$ мм.

2. В залежності від розмірів заготовки ($D_3=114$ мм і $l=700$ мм) за табл.Д.4.1 вибираємо модель верстата, найбільш придатного за розмірами робочої зони. Таким буде модель 1М61, з найбільшим діаметром заготовки, що можна встановити над супортом 160 мм і відстанню між центрами 750 мм. Найбільші розміри державки різця для цього верстата 20-20 мм, найбільше зусилля, що допускається механізмом позовжньої подачі - 3050 Н, потужність двигуна - 3,6 кВт (див. табл.Д.4.1).

Приймаємо схему установки заготовки в центрах (див. табл.5).

Далі слід навести ескіз схеми установки заготовки на верстаті.

3. Вибір марки інструментального матеріалу та геометричних параметрів різальної частини різця

За табл.1 для чорного точіння по кірці при безперервному різанні вуглецевої сталі вибираємо твердий сплав Т15К6.

За табл.2 вибираємо форму заточки різця. При обробці сталі з $\sigma_B < 800$ МПа різцем із твердого сплаву рекомендують криволінійну форму заточки з фаскою, що забезпечує руйнування зливної стружки.

Геометричні параметри різальної частини різця слідуючі (табл.3): $\gamma=12^\circ$, $\alpha=8^\circ$, $\phi=60^\circ$, $\phi_r=15^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $r=1$ мм, $f=0,4$ мм, $\gamma_{\phi}=-5^\circ$.

Далі слід навести ескіз різальної частини різця, вибраної для даних умов обробки.

4. Розрахунок глибини різання

Вважаємо, що обробку будемо вести за два робочих ходи (чорновий та чистовий). У цьому випадку глибина різання для чорнового переходу визначається за формулою (14):

$$t_1 = 0,75 \cdot 2,7 / 2 = 5,25 \text{ мм.}$$

Тоді глибина різання (припуск) на чистовому переході

$$t_2 = z_{\text{чист}} = 0,25 \cdot 2,7 / 2 = 1,75 \text{ мм.}$$

Приймаємо глибину різання для чоргової обробки $t_1 = 5,25$ мм.

5. Розрахунок допустимої подачі

5.1. Розрахунок допустимих сил різання

5.1.1. Сила різання $[P_z]_{\text{мз}}$, що допускається міцністю заготовки, визначається за формулою (18):

$$[P_z]_{\text{мз}} = 7,24 \cdot 10^{-5} \cdot 1,025 \cdot 10^8 / 0,175 \cdot \sqrt{1 + 0,5^2} = 37928,8 \text{ Н,}$$

$$\text{де } W = \pi D^3 (1-\beta^3) / 32 = \pi \cdot 0,1^3 (1-(0,064/0,1)^3) / 32 = 7,24 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3;$$

$$[\sigma_{\text{зр}}] = \sigma_B / K_z = 410 \cdot 10^6 / 4 = 1,025 \cdot 10^8 \text{ Па (див. с.19);}$$

$$\Phi(l) = l/4 = 0,7/4 = 0,175 \text{ м (див. табл.5); } \varepsilon = 0,5 \text{ (див. с.16).}$$

5.1.2. Сила різання $[P_z]_{\text{жз}}$, що допускається жорсткістю заготовки, визначається за формулою (20):

$$[P_z]_{\text{жз}} = 48 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 4,085 \cdot 10^{-6} \cdot 4,375 \cdot 10^{-4} / 0,5 \cdot 0,7^3 = 105042,8 \text{ Н,}$$

$$\text{де } C = 48 \text{ (див. табл.5); } E = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Па (див. с.19);}$$

$$I = \pi D^4 (1-\beta^4) / 64 = \pi \cdot 0,1^4 (1-(0,064/0,1)^4) / 64 = 4,085 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4;$$

$$[\Delta y] = z_{\text{чист}} / 4 = 1,75 \cdot 10^{-3} / 4 = 4,375 \cdot 10^{-4} \text{ м (див. с.20).}$$

5.1.3. Сила різання $[P_z]_{\text{мп}}$, що допускається механізмом подачі верстата, визначається за формулою (22):

$$[P_z]_{\text{мп}} = 2 \cdot 3050 = 6100 \text{ Н,}$$

$$\text{де } [P_{\text{п}}] = 3050 \text{ Н (див. табл.Д.4.1).}$$

5.1.4. Сила різання $[P_z]_{\text{др}}$, що допускається міцністю державки різця, визначається за формулою (24):

$$[P_z]_{\text{др}} = 0,02^2 \cdot 0,02 \cdot 240 \cdot 10^6 / (6 \cdot 0,03) = 40666,66 \text{ Н,}$$

$$\text{де } h = 0,02 \text{ м, } b = 0,02 \text{ м (див. табл.Д.4.1 і табл.6); } [\sigma_{\text{зр}}] = 240 \cdot 10^6 \text{ Па;}$$

$$l = 1,5 \cdot h = 1,5 \cdot 0,02 = 0,03 \text{ м (див. с.21).}$$

Сила різання $[P_z]_{\text{пл}}$, що допускається міцністю різальної пластини, визначається за формулою (25):

$$[P_z]_{\text{пл}} = 340 \cdot 5,25^{0,77} \cdot 6^{1,35} / (\sin 60^\circ / \sin 60^\circ)^{0,8} = 13693,2 \text{ Н,}$$

$$\text{де } t = 5,25 \text{ мм; } c = 6 \text{ мм (див. табл.6); } \phi = 60^\circ.$$

5.1.5. Сила різання $[P_z]_{\text{вн}}$, що допускається навантаженням на центр задньої бабки, визначається за табл.8. Для обробки порожнистого циліндру виберемо задній центр посиленої серії Д 7106-4002, для якого найбільше допустиме радіальне навантаження складає 4500 Н. Враховуючи, що для чорнкової обробки $P_y/P_z = 0,4 \dots 0,6$, будемо мати

$$[P_z]_{\text{вн}} = [P_y]/0,6 = 4500/0,6 = 7500 \text{ Н.}$$

Для подальших розрахунків виберемо найменшу з розрахованих допустимих сил різання. Отже,

$$[P_z]_{\text{вн}} = [P_z]_{\text{мн}} = 6100 \text{ Н.}$$

5.2. Розрахунок найбільшої, допустимої сили різання $[P_z]$, подачі Величина подачі $[S]_p$ розраховується за формулою (27)

$$[S]_p = \{6100 / (3000 \cdot 5,25^{1,0} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,6)^{1/0,75}\} = 1,4 \text{ мм/об.}$$

де $C_{Pz}=3000$, $x_{Pz}=1,0$, $p_{Pz}=-0,15$, $y_{Pz}=0,75$ (див. табл.9); $v=100 \text{ м/хв}$ (див. с.25).

$$K_P = 0,64 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,6$$

де $K_{M_P} = (C_B/750)^{Pz} = (410/750)^{0,75} = 0,64$ (див. табл.10); $K_{\text{фр}}=0,94$, $K_{\text{тр}}=1,0$ (див. табл.12); $K_{\lambda_P}=1,0$ (див. с.25); $K_{\gamma_P}=1,0$.

За табл.Д.4.2 для верстата мод. 1М61 підбираємо найближчі до розрахованого значення подачі: меншу $S=1,24$ та більшу $S_{q+1}=1,56 \text{ мм/об.}$ Для подальших розрахунків обираємо $S_q = S = 1,24 \text{ мм/об}$ оскільки $S_{q+1} > 1,1 \cdot [S]_p$, тобто $1,56 > 1,1 \cdot 1,4$ (див. с.25).

6. Визначення нормативного періоду стійкості різця

Звичайно при одноінструментній обробці нормативний період стійкості різця дорівнює 60 хв.

7. Розрахунок швидкості різання

7.1. Визначення швидкості різання $[v]_B$, що допускається потужністю верстата

При обробці сталі швидкість різання за верстатом розраховується за формулою (32):

$$[v]_B = \left[\frac{60000 \cdot 2,975 \cdot 1,25}{(3000 \cdot 5,25^{1,0} \cdot 0,1,24^{0,75} \cdot 0,6)} \right]^{1/(1-0,15)} = 34,12 \text{ м/хв.}$$

де $N_d = N_d \cdot \eta = 3,5 \cdot 0,85 = 2,975 \text{ кВт}$, ($N_d = 3,5 \text{ кВт}$ (табл.Д.4.1));

$K_{\Pi} = 1,25$ (див. с.28); $C_{Pz}=3000$, $x_{Pz}=1,0$, $y_{Pz}=0,75$, $p_{Pz}=-0,15$ (див. табл.9); $K_{Pz}=0,6$ (див. п.5.2).

7.2. Визначення швидкості різання $[v]_1$, що допускається стійкістю різця

При зовнішньому поздовжньому точінні швидкість різання за різцем розраховується за формулою (35):

$$[v]_1 = 340 \cdot 1,31 / (60^{0,2} \cdot 5,25^{0,15} \cdot 1,24^{0,45}) = 139,0 \text{ м/хв.}$$

де $C_v=340$, $x_v=0,15$, $y_v=0,45$, $m=0,2$ (див. табл.13); $T=60 \text{ хв}$ (див. п.6); $t=5,25 \text{ мм}$ (див. п.4); $S=1,24 \text{ мм/об}$ (див. п.5.2);

$$K_v = 1,83 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 0,97 \cdot 0,94 \cdot 0,97 \cdot 1,0 = 1,31,$$

де $K_{M_v}=750/C_v = 750/410 = 1,83$ (табл.14); $K_{Cv}=1,0$ (табл.18); $K_{\Pi v}=0,9$ (табл.19); $K_{lv}=1,0$ (табл.20); $K_{\text{фв}}=0,9$, $K_{\text{фv}}=0,97$, $K_{\text{тв}}=0,94$, $K_{\text{qv}}=0,97$ (табл.21); $K_{\lambda v}=1,0$ (табл.22).

Оскільки $[v]_1$ значно перевищує $[v]_B$, необхідно уточнити кількість робочих ходів, використовуючи умову (40) та формулу (36).

При роботі в 2 робочих ходи ($i=2$) умова (40) не виконується:

$$\frac{1}{2^{0,1185}} > \frac{35,3}{139,0} \cdot \frac{1}{3^{0,1185}}.$$

де $q = 1,33 \cdot 0,45 - 0,15 = 0,33 = 0,1185$ (див. с.36);

в 3 робочих ходи ($i=3$) - теж не виконується:

$$\frac{1}{3^{0,1185}} > \frac{35,3}{139,0} \cdot \frac{1}{4^{0,1185}}.$$

Подальше збільшення кількості робочих ходів приведе до значного збільшення часу обробки заготовки, тому підемо іншим шляхом і виберемо більш потужний верстат, наприклад 16К20. Технічні характеристики цього верстата такі: найбільший діаметр заготовки, що обробляється над супортом - 220 мм, найбільша довжина оброблюваної заготовки - 710 мм, найбільші розміри державки різця 25×25 мм, найбільше зусилля, допустиме механізмом поздовжньої подачі - 8000 Н, потужність двигуна - 11 кВт.

Проведемо перерахунок допустимих сил різання:

а) $[P_z]_{\text{мз}}$ залишається незмінною, тобто $[P_z]_{\text{мз}} = 37928 \text{ Н}$ (п.5.1.1);

б) $[P_z]_{\text{жз}}$ залишається незмінною, тобто $[P_z]_{\text{жз}} = 105042,8 \text{ Н}$ (п.5.1.2);

- б) $[P_z]_{\text{мт}} = 2 \cdot 8000 = 16000 \text{ Н};$
 в) $[P_z]_{\text{др}} = 0,25^2 \cdot 0,025 \cdot 240 \cdot 10^6 / (6 \cdot 1,5 \cdot 0,025) = 16666,7 \text{ Н};$
 г) $[P_z]_{\text{пл}} = 340 \cdot 5,25^{0,77} \cdot 7^{1,35} (\sin 60^\circ / \sin 60^\circ)^{0,6} = 16981 \text{ Н};$
 е) $[P_z]_{\text{зц}}$ залишається незмінною, тобто $[P_z]_{\text{зц}} = 7500 \text{ Н}.$

$$[P_z]_{\text{мін}} = [P_z]_{\text{зц}} = 7500 \text{ Н}.$$

Тоді розрахункове значення подачі

$$[S]_p = (7500 / (3000 \cdot 5,25^{1,0} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,6))^{1/0,75} = 1,84 \text{ мм/об.}$$

За табл. Д.4.2 для верстата мод. 16К20 підбираємо найбільшій до розрахованого значення подачі: меншу $S_q = 1,6$ та більшу $S_{q+1} = 2,0 \text{ мм/об.}$ Оскільки $S_{q+1} < 1,1 \cdot 1,84$, то для подальших розрахунків приймаємо $S = S_{q+1} = 2,0 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання:
за верстатом

$$[v]_B = \left[\frac{60000 \cdot 9,35 \cdot 1,25}{(3000 \cdot 5,25^{1,0} \cdot 2,0^{0,75} \cdot 0,6)} \right]^{1/(1-0,15)} = 86,08 \text{ м/хв};$$

за інструментом

$$[v]_1 = 340 \cdot 1,31 / (60^{0,2} \cdot 5,25^{0,15} \cdot 2,0^{0,45}) = 112,1 \text{ м/хв.}$$

Оскільки швидкість, що допускається різцем перевищує швидкість, допустиму верстатом більш як на 10%, то необхідний подальший їх перерахунок. Висираємо іншу марку інструментального матеріалу, наприклад Т14К8, для якого $K_{1v} = 0,8$. Нормативний період стійкості приймаємо $T = 75 \text{ хв.}$ Тоді загальний поправочний коефіцієнт K_v на швидкість різання буде дорівнювати 1,048, а швидкість за різцем

$$[v]_1 = 340 \cdot 1,048 / (75^{0,2} \cdot 5,25^{0,15} \cdot 2,0^{0,45}) = 85,77 \text{ м/хв.}$$

Розрахункова швидкість визначається за умовою (28), отже

$$[v] = [v]_1 = 85,77 \text{ м/хв.}$$

В. Визначення частоти обертання шпинделя

Оптимальна частота обертання визначається за формулою (41)

$$n_{\text{опт}} = 1000 \cdot 85,77 / \pi \cdot 114 = 239,5 \text{ хв}^{-1}.$$

За табл. Д.4.2 для верстата 16К20 підбираємо найбільшій до розрахованого значення частоти обертання: меншу $n_k = 200 \text{ хв}^{-1}$ і більшу $n_{k+1} = 250 \text{ хв}^{-1}.$

Перевіримо умову вигідності роботи з найближчою більшою частотою обертання (42):

$$\epsilon = 239,5 / 200 = 1,1975,$$

$$\phi_{\text{ш}}^{1-0,45} = (250/200)^{1-0,45} = 1,13.$$

Оскільки умова (42) виконується, тобто $\epsilon > \phi_{\text{ш}}^{1-\nu}$, то фактичною буде $n = n_{k+1} = 250 \text{ хв}^{-1}.$

Оскільки вибрана найближча більша частота обертання, то слід за формулою (43) зменшити подачу

$$[S]_{k+1} = 2,0 \cdot (1,1975 \cdot 200 / 250)^{1/0,45} = 1,82 \text{ мм/об.}$$

За паспортними даними верстата (табл. Д.4.2) підбираємо найбільшій подачі: $S_q = 1,6$ і $S_{q+1} = 2,0 \text{ мм/об.}$ Приймаємо $S = S_{q+1} = 2,0 \text{ мм/об.}$ оскільки $S_{q+1} = 1,1 \cdot 1,82$.

Таким чином нами встановлено, що можна працювати з найближчою більшою частотою обертання $n = n_{k+1} = 250 \text{ хв}^{-1}$ залишивши при цьому попереднє значення подачі, тобто $S = 2,0 \text{ мм/об.}$ Однак для верстата мод. 16К20 при частоті обертання $n = 250 \text{ хв}^{-1}$ забезпечити подачу $S = 2,0 \text{ мм/об.}$ неможливо, тому зменшуємо подачу до $1,4 \text{ мм/об.}$ і проводимо перерахунок швидкостей різання та частоти обертання шпинделя.

$$[v]_B = \left[\frac{60000 \cdot 9,35 \cdot 1,25}{(3000 \cdot 5,25^{1,0} \cdot 1,4^{0,75} \cdot 0,6)} \right]^{1/(1-0,15)} = 117,9 \text{ м/хв};$$

$$[v]_1 = 340 \cdot 1,048 / (60^{0,2} \cdot 5,25^{0,15} \cdot 1,4^{0,45}) = 105,3 \text{ м/хв.}$$

Отже,

$$v_{\text{опт}} = [v]_1 = 105,3 \text{ м/хв.}$$

$$n_{\text{опт}} = 1000 \cdot 105,3 / \pi \cdot 114 = 294,0 \text{ хв}^{-1}.$$

За табл. Д.4.2 для верстата 16К20 підбираємо найбільшій до розрахованого значення частоти обертання: меншу $n_k = 250 \text{ хв}^{-1}$ і більшу $n_{k+1} = 315 \text{ хв}^{-1}.$

Перевіримо умову вигідності роботи з найближчою більшою частотою обертання (42):

$$\epsilon = 294 / 250 = 1,176,$$

$$\phi_{\text{ш}}^{1-0,45} = (315/250)^{1-0,45} = 1,136.$$

Оскільки умова (42) виконується, то фактичною буде $n = n_{k+1} = 315 \text{ хв}^{-1}.$

В зв'язку з тим, що нами вибрана найближча більша частота обертання, то слід за формулою (43) зменшити подачу

$$[S_{k+1}] = 1,4 \cdot (1,176 \cdot 250 / 315)^{1/0,45} = 1,2 \text{ мм/об.}$$

Така подача може бути встановлена на верстаті (див. табл. Д.4.2).

Встановимо, що краще, працювати з більшою частотою обертання і при цьому зменшувати подачу, чи вибрати меншу частоту обертання залишивши попереднє значення подачі. Тобто необхідно визначити хвилини подачі і вибрати більшу, так як вона забезпечить більш продуктивну працю.

Оскільки $S_k \cdot n_k = 1,4 \cdot 250 = 350 \text{ мм/хв}$ менше ніж $S_{k+1} \cdot n_{k+1} = 1,2 \cdot 315 = 378 \text{ мм/хв}$, то виберемо $n = n_{k+1} = 315 \text{ хв}^{-1}$ і $S = S_{k+1} = 1,2 \text{ мм/об.}$

Отже, остаточно приймаємо $n = 315 \text{ хв}^{-1}$ і $S = 1,2 \text{ мм/об.}$

9. Визначення дійсної швидкості різання

За формулою (44)

$$v_d = \pi \cdot 114 \cdot 315 / 1000 = 112,8 \text{ м/хв.}$$

10. Визначення основного часу обробки

Основний час робочого ходу на токарних верстатах визначається за формулою

$$T_o = L \cdot t / S_{\text{хв}} = (l_1 + l_2) \cdot t / (S \cdot n),$$

$$T_o = (700 + 3 + 2) \cdot 1 / (1,2 \cdot 315) = 1,87 \text{ хв.}$$

Висновок. У результаті проведених розрахунків нами одержані раціональні режими різання, які при чорновому наружному поздовньому то-чінні заготовки $\varnothing 114 \text{ мм}$ і $l = 700 \text{ мм}$ із сталі Ст.О твердосплавним різцем Т14К8 становлять: $v = 112,8 \text{ м/хв}$, $n = 315 \text{ хв}^{-1}$, $S = 1,2 \text{ мм/об.}$ При цьому швидкість різання $v = 112,8 \text{ м/хв}$ і час обробки $T_o = 1,87 \text{ хв.}$

Далі слід навести список використаної літератури.

Додаток 1

Вибір варіанта завдання

Номер у списку групи	Остання цифра номера групи					
	1	2	3	4	5	6
	Варіанти 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

Додаток 2

Варіанти завдання для виконання розрахунково-графічної роботи № 1

Вари- ант	Розміри деталі, мм			Марка сталі	Вид ** заготовки
	Діаметр		Довжина l		
	зовнішній D	внутрішній d			
1	2	3	4	5	6
1	25	---	150	Ст.0	1
2	30	10	200	Ст.1	2
3	80	*	750	Ст.2	3
4	40	16	500	Ст.3	4
5	130	---	1500	Ст.4	5
6	60	---	800	Ст.5	6
7	30	---	350	Ст.6	1
8	40	15	500	08	2
9	100	*	1500	10	3
10	60	---	200	15	4
11	150	120	1300	20	5
12	75	---	500	30	6
13	40	---	100	35	1
14	50	30	120	40	2
15	130	*	750	45	3
16	80	---	800	50	4
17	170	140	1100	60	5
18	85	---	480	Ст.0	6
19	50	---	600	Ст.1	1
20	90	30	700	Ст.2	2
21	170	*	2000	Ст.3	3
22	110	70	800	Ст.4	4
23	190	150	1200	Ст.5	5
24	130	100	1000	Ст.6	6
25	60	---	250	08	1
26	70	---	650	10	2
27	200	*	2500	15	3
28	140	110	1000	20	4
29	210	---	2800	25	5
30	150	100	700	30	6

Продовження додатку 2

1	2	3	4	5	6
31	70	—	560	35	1
32	80	60	150	40	2
33	90	*	750	45	3
34	130	—	2500	50	4
35	240	140	3500	60	5
36	170	140	1100	Ст.0	6
37	80	—	1000	Ст.1	1
38	90	60	250	Ст.2	2
39	105	*	1500	Ст.3	3
40	225	—	1000	Ст.4	4
41	275	160	3200	Ст.5	5
42	190	—	850	Ст.6	6
43	90	—	400	08	1
44	100	80	220	10	2
45	140	*	1000	15	3
46	140	—	1000	20	4
47	300	—	4000	25	5
48	220	160	3000	30	6
49	100	—	900	35	1
50	110	70	800	40	2
51	160	*	3000	45	3
52	350	—	5000	50	4
53	340	—	3500	60	5
54	240	160	850	Ст.0	6
55	110	—	1500	Ст.1	1
56	120	30	300	Ст.2	2
57	185	*	1500	Ст.3	3
58	40	—	150	Ст.4	4
59	300	—	3000	Ст.5	5
60	270	—	5000	Ст.6	6
61	120	—	360	08	1
62	130	100	1000	10	2
63	90	*	450	15	3
64	60	35	130	20	4
65	400	—	2000	25	5

Продовження додатку 2

1	2	3	4	5	6
66	300	—	1500	30	6
67	130	100	960	35	1
68	140	110	1000	40	2
69	120	*	2500	45	3
70	80	40	700	50	4
71	75	—	620	60	5
72	330	—	2800	Ст.0	6
73	140	100	1800	Ст.1	1
74	150	120	700	Ст.2	2
75	85	*	1000	Ст.3	3
76	110	85	900	Ст.4	4
77	50	—	180	Ст.5	5
78	80	—	600	Ст.6	6
79	150	60	600	08	1
80	160	—	1300	10	2
81	100	*	800	15	3
82	140	110	3000	20	4
83	80	—	600	25	5
84	40	—	480	30	6
85	160	80	1100	35	1
86	170	—	2500	40	2
87	130	*	1800	45	3
88	180	150	1200	50	4
89	80	—	540	60	5
90	80	—	600	Ст.0	6
91	170	—	2000	Ст.1	1
92	180	—	1200	Ст.2	2
93	160	*	3000	Ст.3	3
94	225	—	480	Ст.4	4
95	75	—	200	Ст.5	5
96	130	—	1800	Ст.6	6
97	180	120	1400	08	1
98	80	—	400	10	2
99	200	*	2500	15	3
100	280	—	3000	20	4

Продовження додатку 2

1	2	3	4	5	6
101	50	—	420	25	5
102	60	—	360	30	6
103	190	150	2500	35	1
104	40	—	500	40	2
105	80	*	1200	45	3
106	35	—	200	50	4
107	130	70	1200	60	5
108	80	—	300	Ст.0	6
109	200	100	2400	Ст.1	1
110	50	—	450	Ст.2	2
111	130	*	800	Ст.3	3
112	40	—	500	Ст.4	4
113	150	100	1200	Ст.5	5
114	50	—	630	Ст.6	6
115	210	130	3500	08	1
116	80	—	600	10	2
117	155	*	700	15	3
118	60	30	550	20	4
119	170	—	3200	25	5
120	85	—	500	30	6
121	30	—	360	35	1
122	40	15	400	40	2
123	80	*	600	45	3
124	60	—	480	50	4
125	150	100	1200	60	5
126	75	—	800	Ст.0	6
127	80	30	250	Ст.1	1
128	160	85	1400	Ст.2	2
129	210	*	2500	Ст.3	3
130	150	100	700	Ст.4	4
131	70	—	500	Ст.5	5
132	90	60	500	Ст.6	6
133	140	110	1000	08	1
134	240	160	1200	10	2
135	140	*	1400	15	3

Продовження додатку 2

1	2	3	4	5	6
136	25	—	250	20	4
137	100	60	800	25	5
138	40	10	120	30	6
139	120	50	900	35	1
140	50	—	600	40	2
141	160	*	850	45	3
142	75	20	1000	50	4
143	200	—	2500	60	5
144	90	—	400	Ст.0	6
145	250	100	1400	Ст.1	1
146	100	40	800	Ст.2	2
147	300	*	2500	Ст.3	3
148	110	30	750	Ст.4	4
149	350	200	2000	Ст.5	5
150	120	—	1200	Ст.6	6

Примітки

* Внутрішній діаметр труби визначається в залежності від вибраної товщини стінки.

** Позначення виду зготовки:

- 1 - гарячекатаний прокат значущої точності;
- 2 - кована кругла сталь;
- 3 - гарячедеформована сталевя труба;
- 4 - поковка, виготовлювана вільним куванням на молоті;
- 5 - поковка I групи точності, виготовлювана куванням на пресі;
- 6 - поковка II групи точності, виготовлювана куванням на пресі.

Додаток 3
Таблиця Д.3.1

Основні фізико-механічні характеристики
оброблених матеріалів

Марка сталі (сплав)	Стан металу	Границя міцності σ_B , МПа	Твердість HB	Коефіцієнт оброблюваності K_v		
				твердим сплавом	швидкіс- ною сталлю	
1	2	3	4	5	6	
Вуглецева сталь звичайної якості (ГОСТ 380-88)						
Ст.0	Гаряче- катаний	410	103 - 107	2,1	1,65	
Ст.2		-	137	1,8	1,6	
Ст.3		410	124	1,8	1,8	
Ст.5		550	158	1,2	1,2	
Ст.6		650	158	1,2	1,2	
Вуглецева сталь якісна конструкційна (ГОСТ 1050-74)						
08	Гаряче- катаний	320 - 420	131	2,1	1,65	
10		460	98 - 107	2,1	1,6	
15		-	143	1,8	-	
20		460 - 500	126 - 131	1,7	1,6	
25		480	-	1,7	1,6	
30		470	143	-	1,7	
35		520	144 - 156	-	1,3	
40		530	170	-	1,2	
45		660	170 - 179	1,0	1,0	
50		650	196 - 202	1,0	0,7	
55		Нормалі- зований	-	212 - 225	1,0	0,65
60			-	241	0,7	0,65
65Г			840	-	0,85	0,8
Легована сталь (ГОСТ 4543-71)						
20Х	Гаряче- катаний	470	131	1,70	1,30	
35Х		620	163	-	0,95	
40Х, 45Х		620	163 - 168	1,20	0,95	
50Х		640	207	0,85	0,80	

Таблиця Д.3.2
Тимчасовий опір розривові конструкційної вуглецевої сталі звичайної якості в стані поставки

Марка сталі	σ_B , МПа (кгс/мм ²)
Ст.0	300 (31)
Ст.1	300 - 420 (31 - 43)
Ст.2	325 - 440 (33 - 45)
Ст.3	365 - 490 (37 - 50)
Ст.4	400 - 530 (41 - 54)
Ст.5	450 - 630 (46 - 64)
Ст.6	590 (60)

Таблиця Д.3.3
Механічні властивості вилізків з сірого чавуну з пластинчастим графітом (ГОСТ 1412-85).

Марка чавуну	Опір розривові σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Опір згини $\sigma_{зг.}$, МПа (кгс/мм ²)	Стріла прогину при відотані між опорами		Твердість HB
			300	600	
СЧ 10	100 (10)	280 (28)	6	2	120 - 205
СЧ 15	150 (15)	320 (32)	8	2,5	130 - 241
СЧ 20	200 (20)	400 (40)	9	3	143 - 255
СЧ 25	250 (25)	440 (44)	9	3	156 - 260
СЧ 30	300 (30)	520 (52)	9	3	163 - 270
СЧ 35	350 (35)	560 (56)	9	3	179 - 290

Таблиця Д.3.4
Механічні властивості вилізків з ковкого чавуну (ГОСТ 1215-79)

Марка чавуну	Опір розривові σ_B , МПа (кгс/мм ²)	δ , %	Твердість HB
КЧ 30-6	294 (30)	6	100 - 163
КЧ 33-8	323 (33)	8	100 - 163
КЧ 35-10	333 (35)	10	100 - 163
КЧ 37-12	362 (37)	12	110 - 163
КЧ 45-7	441 (45)	7	150 - 207
КЧ 50-5	490 (50)	5	170 - 230
КЧ 55-4	539 (55)	4	193 - 241
КЧ 60-3	588 (60)	3	200 - 269
КЧ 65-3	637 (65)	3	212 - 269
КЧ 70-2	686 (70)	2	241 - 285
КЧ 80-1,5	784 (80)	1,5	270 - 320

Примітка. КЧ - ковкий чавун; цифри - значення σ_B , кгс/мм² та δ , %

Таблиця Д.3.5
Механічні властивості вилізків конструкційного призначення з високоміцного чавуну з кулястим графітом (ГОСТ 7293-85)

Марка чавуну	Тимчасовий опір розривові σ_B , МПа (кгс/мм ²)	Умовна границя текучості $\sigma_{0,2}$, МПа (кгс/мм ²)	Відносна вдовження δ , % не менше	Твердість за Брінеллем HB
ВЧ 35	350 (35)	220 (22)	22	140 - 170
ВЧ 40	400 (40)	250 (25)	15	140 - 202
ВЧ 45	450 (45)	310 (31)	10	140 - 225
ВЧ 50	500 (50)	320 (32)	7	153 - 245
ВЧ 60	600 (60)	370 (37)	3	192 - 277
ВЧ 70	700 (70)	430 (42)	2	228 - 302
ВЧ 80	800 (80)	480 (48)	2	248 - 351
ВЧ 100	1000 (100)	700 (70)	2	270 - 300

Таблица Д.3.10

Припуски на диаметр та граничні відхилення для гладких поковок круглого перерізу з вуглецевої та легированої сталей, виготовлених вільним куванням на молотах (ГОСТ 7829-70), мм

Довжина деталей	Диаметр детали D									
	До 50	Понад 50 до 70	Понад 70 до 90	Понад 90 до 120	Понад 120 до 160	Понад 160 до 200	Понад 200 до 250	Понад 250 до 300	Понад 300 до 360	Понад 360
Припуски 22 та граничні відхилення $\pm \Delta/2$										
До 250	5 ± 2	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 3	9 ± 3	-	12 ± 3	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4
Понад 250 до 500	6 ± 2	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	11 ± 3	12 ± 3	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4
Понад 500 до 800	7 ± 2	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	11 ± 3	12 ± 3	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4	16 ± 4
Понад 800 до 1200	8 ± 2	9 ± 3	10 ± 3	11 ± 3	12 ± 4	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4	16 ± 5	17 ± 5
Понад 1200 до 1700	-	10 ± 3	11 ± 3	12 ± 4	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4	16 ± 5	17 ± 5	18 ± 5
Понад 1700 до 2300	-	11 ± 3	12 ± 3	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4	16 ± 5	17 ± 5	18 ± 6	19 ± 6
Понад 2300 до 3000	-	-	13 ± 4	14 ± 4	15 ± 4	16 ± 5	17 ± 5	18 ± 6	19 ± 6	20 ± 6
Понад 3000 до 4000	-	-	-	15 ± 5	16 ± 5	17 ± 5	18 ± 6	19 ± 6	20 ± 6	21 ± 6
Понад 4000 до 5000	-	-	-	16 ± 5	17 ± 5	18 ± 6	19 ± 6	20 ± 6	21 ± 6	22 ± 6
Понад 5000 до 6000	-	-	-	-	18 ± 6	19 ± 6	20 ± 6	21 ± 6	22 ± 6	23 ± 6

Таблица Д.3.11

Припуски на диаметр та граничні відхилення для гладких поковок і групи точності круглого перерізу з вуглецевої та легированої сталей, виготовлених куванням на пресах (ГОСТ 7062-79), мм

Довжина деталей	Диаметр детали D															
	До 140-140	140-160-160	160-180-180	180-200-200	200-224-224	224-250-250	250-280-280	280-315-315	315-355-355	355-400-400	400-450-450	450-500-500	500-560-560	560-630-630	630-710-710	710-800-800-900-1000
Припуски 22 та граничні відхилення $\pm \Delta/2$																
До 1000	9 ± 1	9 ± 2	10 ± 2	11 ± 2	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	22 ± 4
1000 - 1250	9 ± 2	10 ± 2	11 ± 2	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4
1250 - 1600	10 ± 2	11 ± 2	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
1600 - 2000	11 ± 2	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
2000 - 2500	11 ± 2	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
2500 - 3150	12 ± 2	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
3150 - 4000	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
4000 - 5000	13 ± 2	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
5000 - 6300	14 ± 2	15 ± 2	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
6300 - 7100	16 ± 2	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4
7100 - 8000	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	17 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	18 ± 3	20 ± 4	21 ± 4	22 ± 4	23 ± 4

Таблиця Д.3.12
Допуски на діаметр та граничні відхилення для гладких іс зварок II групи точності круглого перерізу з вуглецевої та легированої сталей, виготовлених куванням на пресах (ГОСТ 7062-79), мм

Довжина деталі	Діаметр деталі D									
	До 140		Понад 140 до 160		Понад 160 до 180		Понад 180 до 200		Понад 200 до 224	
	До 140	Понад 140 до 160	Понад 160 до 180	Понад 180 до 200	Понад 200 до 224	Понад 224 до 250	Понад 250 до 280	Понад 280 до 315	Понад 315 до 360	Понад 360 до 400
Допуски 22 та граничні відхилення ± A/2										
До 1000	11 ± 4	12 ± 5	13 ± 5	14 ± 5	15 ± 6	16 ± 6	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7
Понад 1000 до 1250	12 ± 5	13 ± 5	14 ± 5	15 ± 6	16 ± 6	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7
Понад 1250 до 1600	13 ± 5	14 ± 5	15 ± 6	16 ± 6	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8
Понад 1600 до 2000	14 ± 5	15 ± 6	16 ± 6	17 ± 7	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8
Понад 2000 до 2500	15 ± 6	16 ± 6	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8	24 ± 9
Понад 2500 до 3150	16 ± 6	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8	24 ± 9	25 ± 9
Понад 3150 до 4000	17 ± 6	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8	24 ± 9	25 ± 9	26 ± 10
Понад 4000 до 5000	18 ± 7	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8	24 ± 9	25 ± 9	26 ± 10	27 ± 10
Понад 5000 до 6300	19 ± 7	20 ± 7	21 ± 7	22 ± 8	23 ± 8	24 ± 9	25 ± 9	26 ± 10	27 ± 10	28 ± 10

Додаток 4
Таблиця Д.4.1

Технічні характеристики товщово-температурних верстатів, мм

Найменування показників		Показники для верстатів моделей									
		1M61	16N15A	16N20	16N25	16N30	16N40П	16N50П			
Забільний діаметр заготовки, що обробляється	над отанном	320	320	400	500	500	800	1000			
	над супортом	160	180	220	250	350	450	800			
Набільний діаметр прутка, що проходить через отвір шпинделя		34	36	53	53	70	85	100			
	Набільна довжина обробленої заготовки	750	750	710, 1000, 1400, 2000	1400, 2000, 2800	1400, 2000, 2800	2000, 2800, 4000, 5000	2800, 4000, 5000			
Частота обертання шпинделя	число ступенів	22	21	22	22	24	24	24			
	Діапазон змінивання, об/хв	12,5-1600	20-2000	12,5 - 1600	6,3 - 1250	2,5-500	2,5-500	2,5-500			
Подача	число ступенів	24	16	24	18	48	48	48			
	Граничні змінення мм/с	0,06-1,9	0,065-0,91	0,05-2,8	0,055 - 1,20	0,08-27,9	0,08-27,9	0,08-27,9			
Потужність електроприводу робочного приводу, кВт	поперечної	0,04-0,95	0,045-0,60	0,025-1,4	0,023 - 0,50	0,04-13,95	0,04-13,95	0,04-13,95			
	Потужність електроприводу робочого приводу, кВт	3,5	2,8; 4,6	11	13	18,5	22	22			
Набільна зусилля, поздовжнє допустиме механізм подачі (P _д), Н	поздовжнє	3050	3050	8000	17000	15000	37300	37300			
	поздовжнє	8250	8250	4600	12000	13000	17000	17000			
Набільні розміри державки зрізів, мм	20 × 20	25 × 20	25-25	30-30	32-32	40 × 32	45 × 45	45 × 45			

Таблиця Д.4.2
Характеристики головного приводу та механізму подач токарно-гвинторізних верстатів

Модель верстата	Частота обертання шпинделя n , хв^{-1}	Подавання подача S , мм/об
1М61	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	0,08; 0,114; 0,13; 0,145; 0,155; 0,16; 0,193; 0,228; 0,26; 0,292; 0,31; 0,32; 0,39; 0,455; 0,585; 0,62; 0,65; 0,78; 0,91; 1,04; 1,17; 1,24; 1,56; 1,9
1М616А	20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000	0,065; 0,08; 0,115; 0,13; 0,16; 0,195; 0,23; 0,26; 0,29; 0,32; 0,39; 0,455; 0,585; 0,65; 0,78; 0,91
1М620	12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600	0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,10; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8
1М630	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250	при $n=12,5-1600$ $S=0,06-0,7$; $n=200-630$ $S=0,1-1,4$ $n=50-160$ $S=0,4-2,8$; $n=2,5-40$ $S=1,6-2,8$
1М640П	6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250	0,055; 0,065; 0,107; 0,11; 0,12; 0,15; 0,17; 0,214; 0,24; 0,30; 0,34; 0,43; 0,48; 0,60; 0,68; 0,86; 0,97; 1,20
1М650П	2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500	0,08; 0,09; 0,105; 0,115; 0,12; 0,15; 0,17; 0,19; 0,22; 0,25; 0,28; 0,32; 0,36; 0,4; 0,45; 0,55; 0,6; 0,67; 0,76; 0,85; 0,97; 1,1; 1,25; 1,4; 1,6; 1,8; 2,05; 2,3; 2,65; 3,0; 3,4; 3,8; 4,2; 4,9; 5,55; 6,3; 7,1; 8,1; 9,2; 10,4; 12,0; 13,3; 15,0; 17,1; 19,3; 21,8; 24,6; 27,9

Прийняті позначення

- α_H - ударна в'язкість, кДж/м^2 ;
- b - ширина державки різця, мм ;
- c - товщина пластини твердого сплаву, мм ;
- D - діаметр обробленої поверхні, мм ;
- D_3 - діаметр заготовки, мм ;
- d - діаметр отвору порожнистої заготовки, мм ;
- E - модуль пружності, Па ;
- f - ширина фаски на передній поверхні інструмента, мм ;
- h - висота державки різця, мм ;
- HV - твердість за Брінелем;
- i - кількість робочих ходів;
- I - момент інерції, м^4 ;
- K_0 - коефіцієнт запасу міцності;
- K_H - коефіцієнт допустимого перевантаження верстата за потужністю;
- K_{P_0} - загальний поправочний коефіцієнт на силу різання (див.табл.8-11);
- K_v - загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання (див.табл. 12-22);
- L, L_1, L_2, L_3 - відповідно довжина оброблюваної поверхні, врізання, передіг різця, додаткова довжина, пов'язана з настройкою, мм ;
- L - довжина робочого ходу, мм ;
- n - частота обертання шпинделя, хв^{-1} ;
- n_k та n_{k+1} - відповідно найближча менша та більша до розрахункової частота обертання шпинделя, хв^{-1} ;
- N_0 та N_P - відповідно ефективна потужність та потужність різання, кВт ;
- $P_{\text{зг}}$ - згинальна сила, Н ;
- $P_0 (P_x, P_z)$ - головна (радіальна, осьова) складова сили різання, Н ;
- $[P_x]_{\text{др}}, [P_x]_{\text{жз}}, [P_x]_{\text{зц}}, [P_x]_{\text{мз}}, [P_x]_{\text{мп}}, [P_x]_{\text{пм}}$ - відповідно сила різання, допустима міцність державки різця, жорсткість заготовки, навантаження на задній центр, міцність заготовки, міцність механізму подачі верстата, міцність пластини твердого сплаву, Н ;
- r_0 - радіус вершини різця, мм ;
- S - подача на оберт заготовки, мм/об ;
- $[S]$ - допустима (розрахункова) подача, мм/об ;
- $[S]_p$ та $[S]_n$ - відповідно подачі, допустимі сили різання та жорсткість обробленої поверхні, мм/об ;
- S_k та S_{k+1} - відповідно найближчі до допустимої менша та більша подачі, мм/об ;

t - глибина різання, мм;
 T - період стійкості інструмента, хв;
 T_d - допоміжний час, хв;
 T_a - час одноразової заміни затупленого інструмента, хв;
 T_o - основний час, хв;
 $T_{шт}$ - штучний час, хв;
 Q - об'єм металу, що зрізується за одиницю часу, $\text{см}^3/\text{хв}$;
 W - момент опору перерізу заготовки, м^2 ;
 z - припуск на обробку, мм;
 v_1 та v_2 - швидкість різання, допустима відповідно стійкості інструмента та потужності верстата, $\text{м}/\text{хв}$;
 α - задній кут інструмента, град;
 γ - передній кут інструмента, град;
 Δ - допустиме відхилення діаметра заготовки, мм;
 δ - відносне звуження, %;
 $[\Delta y]$ - допустимий прогин заготовки, мм;
 η - коефіцієнт корисної дії верстата;
 η_1 - коефіцієнт використання різця за стійкості;
 λ - кут нахилу різальної кромки, град;
 $\sigma_s, \sigma_{zg}, \sigma_t$ - відповідно границя міцності, згину, текучості, Па;
 $[\sigma_{zg}]$ - допустима напрута при згині, Па;
 φ та φ_1 - відповідно головний та допоміжний кути в плані, град;
 $\varphi_{ш} = n_{z+1}/n_z$ та $\varphi_{п} = S_{z+1}/S_z$ - відповідно знаменник геометричної прогресії рядів частот обертання шпинделя та подач.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.1. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1980. - 728 с.
2. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ: Справочник - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990 - 512 с.
3. Обработка металлов резанием: Справочник технолога/Под общ. ред. А.А.Панова. - М.: Машиностроение, 1988. - 736 с.
4. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч.1. Токарные, карусельные, токарно-револьверные, алмазно-расточные, сверлильные, строгальные, долбежные и фрезерные станки. Изд. 2-е. - М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
5. Рудник С.С., Коваленко В.В. Основы теории рационального использования токарного станка и резца/ Конспект лекций по курсу "Теория резания металлов". - Киев, 1968. - 60 с.
6. Справочник металлста: В 5-ти т. - 3-е изд., перераб. Т.3/ Под ред. А.Н.Малова. - М.: Машиностроение, 1977. - 748 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. - 655 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1985. - 495 с.
9. Тилин С.Д., Тилин С.С. Таблицы возведения в степень. - 5-е изд. - М.: Статистика, 1979. - 400 с.
10. Филоненко С.Н. Резание металлов. - Киев: Техніка, 1975. - 232с.