

# **Расчет режимов резания (заочники)**

## I. СОДЕРЖАНИЕ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Содержанием задания являются: подбор рациональных геометрических параметров металлорежущих инструментов, установление рациональных режимов резания, вычисление необходимых эффективных мощностей, основного технологического времени обработки для ряда операций изготовления детали по заданному порядку обработки.

## II. ЦЕЛЬ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

1. Закрепить полученные студентами на лекциях и при самостоятельной проработке теоретические знания путем приложения их к решению конкретной задачи.

2. Познакомить студентов с существующей методикой выбора рациональных геометрических параметров инструментов и режимов резания для наиболее распространенных видов металлообрабатывающих работ: точения, сверления, фрезерования и т.п.

3. Познакомить студентов с существующими нормативными материалами в области резания металлов и научить пользоваться ими.

4. Научить студентов сознательно пользоваться приведенными в нормативах материалами (значениями подач, скоростей резания и т.п.) и показать методы их нахождения.

## III. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Студент получает карту обработки детали, на которой обозначены:

- а) обрабатываемый материал детали и его механические характеристики;
- б) размеры и форма заготовки;
- в) конечные размеры обработанной детали с допусками и шероховатостью обработки;
- г) порядок операций по изготовлению детали, со всеми промежуточными размерами;
- д) материал режущей части применяемых инструментов;
- е) используемый для обработки станок.

Обрабатываемый материал: сталь 20ХГ,  $\sigma_B = 85 \text{ кгс/мм}^2$ .

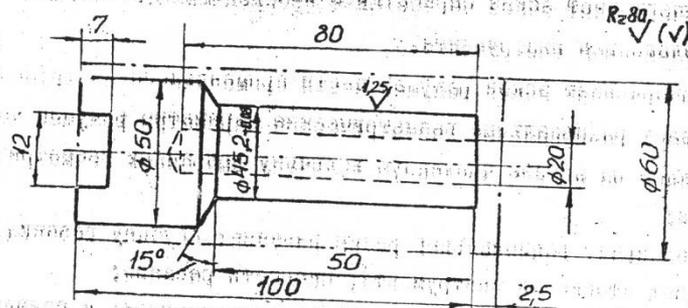


Рис. I

Порядок обработки детали:

1. Остачивание цилиндрической поверхности диаметром 150 мм.
2. Остачивание цилиндрической поверхности диаметром 46 мм.
3. Подрезание торца.
4. Сверление отверстия.
5. Фрезерование паза.
6. Шлифование цилиндрической поверхности диаметром 45,2...0,08 мм.

Материал режущей части инструментов:

подрезного резца - сталь P18;

остальных резцов - твердый сплав ТК10;

сверла - сталь СХС;

фрезы - сталь P9.

Типы применяемых станков:

при точении - 1К62;

при сверлении - 2А150;

при фрезеровании - 6НВ1;

при шлифовании - ЗБ16Т.

О п е р а ц и я I. Обтачивание цилиндрической поверхности диаметром 50 мм (рис. 2).

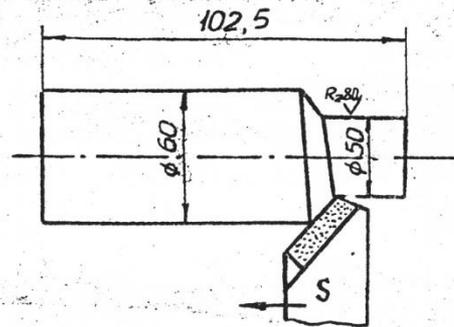


Рис. 2

I. Применяем правый прямой проходной резец с сечением державки  $16 \times 25 \text{ мм}^2$ . Выбираем рациональные геометрические параметры резца (рис. 3).

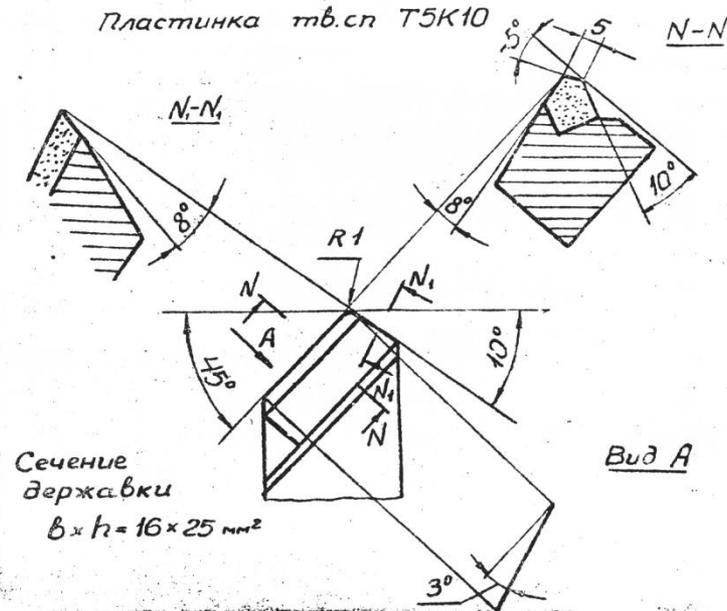


Рис. 3

По табл. 8 (гл. I, справочник [4]) выбираем форму передней поверхности резца. Ввиду достаточной жесткости детали ( $\frac{L}{D} \approx 2$ ) принимаем плоскую двойную форму передней поверхности с отрицательным передним углом (форма III).

По табл. 9 (гл. I, справочник [4]) выбираем значения переднего угла  $\gamma = -5^\circ$  и задних углов  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ . По табл. 10 (гл. I, справочник [4]) выбираем значение главного угла в плане  $\varphi = 45^\circ$ , по табл. 11 (гл. I, справочник [4]) - вспомогательного угла в плане  $\varphi_1 = 10^\circ$ . По табл. 12 (гл. I, справочник [4]) выбираем значение угла наклона главного лезвия  $\lambda = 3^\circ$ .

По справочнику [4] (с. 9...11) выбираем значение радиуса переходного лезвия  $R = 1$  мм.

2. По размеру и характеру обработки задаемся глубиной резания. Срезаем припуск за один проход.

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{60-50}{2} = 5 \text{ мм.}$$

3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. I (гл. IV, справочник [3]) выбираем подачу на оборот заготовки:

$$S = 0,6 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка ИК62 принимаем скорректированную подачу

$$S_K = 0,61 \text{ мм/об.}$$

4. Задаемся периодом стойкости резца. По карте 18 (справочник [5]) для сечения державки резца  $16 \times 25 \text{ мм}^2$  находим экономический период стойкости:

$$T_{\text{эк}} = 40 \text{ мин.}$$

5. Определяем скорость резания:

1) По глубине резания, подаче и экономическому периоду стойкости определяем условную скорость резания

$$V_y = \frac{C_v}{T^m t^{x_v} S^{y_v}}$$

По табл. 28 (гл. VI, справочник [3]) при обработке резцом из твердого сплава Т15К6 конструкционной стали с  $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем:  $C_v = 349$ ;  $m = 0,2$ ;  $x_v = 0,15$ ;  $y_v = 0,35$ .

Тогда

$$V_y = \frac{349}{40^{0,2} \cdot 50^{0,15} \cdot 0,61^{0,35}} = 156 \text{ м/мин.}$$

2) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку твердого сплава. По табл. 30 (гл. VI, справочника [3]) имеем  $K_u = 0,65$ .

3) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left(\frac{75}{68}\right)^{P_v}$$

По табл. 29 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $P_v = 1$ ,

тогда

$$K_M = \left(\frac{75}{85}\right)^{P_v} = 0,883.$$

4) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) для стали 20ХГ с  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $K_0 = 0,7$ .

5) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий значение главного угла в плане:

$$K_\varphi = \left(\frac{45}{\varphi}\right)^{q_v}$$

Так как  $\varphi = 45^\circ$ , то  $K_\varphi = 1$ .

6) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий форму передней поверхности. По табл. 30 (гл. VI, справочник [3])

$$K_\varphi = 1,05.$$

7) Определяем истинную скорость резания:

$$V = V_y K_u K_M K_0 K_\varphi K_\varphi = 156 \cdot 0,65 \cdot 0,883 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 = 65,8 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 65,8}{\pi \cdot 60} = 349 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка К62 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя

$$n_k = 315 \text{ об/мин.}$$

7 Определяем скорректированную скорость резания

$$V_k = \frac{\pi D n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 60 \cdot 315}{1000} = 59,3 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем окружную силу резания:

1) По глубине резания, подаче и скорости резания определяем условную окружную силу резания

$$P_{zy} = C_p t^{x_p} S^{y_p} V^{r_p}$$

По табл. 17 (гл. VI, справочник [3]) при обработке твердосплавным резцом конструкционной стали с  $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем:

$C_p = 300; x_p = 1; y_p = 0,75; r_p = -0,15.$   
Тогда  $P_{zy} = 300 \cdot 5 \cdot 0,61^{0,75} \cdot 59,3^{-0,15} = 561 \text{ кгс.}$

2) Определяем поправочный коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^{P_p}$$

По табл. 18 (гл. VI, справочник [3])  $P_p = 0,35$ , тогда

$$K_M = \left( \frac{85}{75} \right)^{0,35} = 1,13^{0,35} = 1,04.$$

3) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий значение главного угла в плане:

$$K_y = \left( \frac{\varphi}{45} \right)^{q_p}$$

Так как  $\varphi = 45^\circ$ , то  $K_y = 1.$

4) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий значение переднего угла резца. По табл. 19 (гл. VI, справочник [3])

$$K_r = 1,15.$$

5) Определяем истинную окружную силу резания:

$$P_z = P_{zy} K_M K_y K_r = 561 \cdot 1,04 \cdot 1,15 \cdot 1 = 671 \text{ кгс.}$$

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

$$N_e = \frac{P_z U}{6120} = \frac{671 \cdot 59,3}{6120} = 6,5 \text{ кВт.}$$

Эффективная мощность меньше эффективной мощности станка, взятой из паспорта: 6,5 кВт < 7,8 кВт.

При невыполнении этого условия необходимо уменьшить число оборотов шпинделя.

Г. Определяем крутящий момент резания и сравниваем его с крутящим моментом, который станок развивает при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$M = \frac{P_z D}{2000};$$

$$M = \frac{671 \cdot 60}{2000} = 20,8 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта: 20,8 кгс·м < 23 кгс·м.

При невыполнении этого условия необходимо уменьшить число оборотов шпинделя.

II. Определяем основное технологическое время обработки

$$t_0 = \frac{l + l_{вр}}{n_k S_k}.$$

Путь врезания  $l_{вр}$  определяем по формуле

$$l_{вр} = t \operatorname{ctg} \psi;$$

$$l_{вр} = 5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 5 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{102,5 + 5}{315 \cdot 0,61} = 0,56 \text{ мин.}$$

О п е р а ц и я 2. Обтачивание цилиндрической поверхности диаметром 46 мм (рис. 4).

I. Применяем правый проходной резец с сечением державки 16x25 мм<sup>2</sup>. Выбираем рациональные геометрические параметры резца (рис. 5).

Принимаем те же геометрические параметры, что у резца, работающего на операции I, за исключением главного угла в плане, кото-

рый по форме детали должен быть равен  $\varphi = 75^\circ$ .

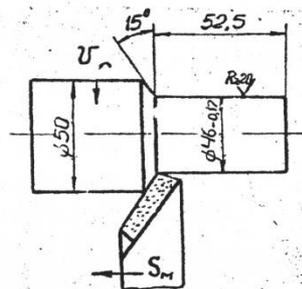


Рис. 4

2. По размерам и характеру обработки задаемся глубиной резания.

Срезаем припуск за один проход:

$$t = \frac{D-d}{2} = \frac{50-46}{2} = 2 \text{ мм.}$$

3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. 7 (гл. VI, справочник [3]) для заданного класса шероховатости и радиуса переходного лезвия резца выбираем подачу  $S = 0,42$  мм/об, предполагая, что скорость резания будет более 70 м/мин.

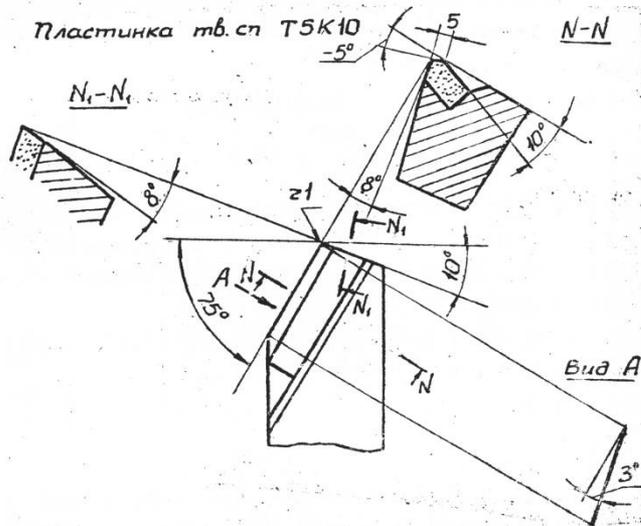


Рис. 5

У станка ИК62 имеется подача 0,42 мм/об, поэтому корректировку расчетной подачи производить не нужно.

4. Задаемся периодом стойкости резца. По аналогии с операцией I принимаем экономический период стойкости  $T_{ЭК} = 40$  мин.

5. Определяем скорость резания:

1) По глубине резания, подаче и экономическому периоду стойкости определяем условную скорость резания

$$V_y = \frac{C_v}{T^m \cdot f^{x_v} \cdot S^{y_v}}$$

Величины  $C_v$ ,  $m$ ,  $x_v$  и  $y_v$  были найдены при определении скорости резания для операции I. Подставляем значения:

$$V_y = \frac{349}{40^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,42^{0,35}} = 204 \text{ м/мин.}$$

2) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий главный угол в плане:

$$K_y = \left(\frac{45}{\varphi}\right)^{y_v}$$

По табл. 27 учебника [1] имеем  $\varphi_v = 0,35$ , тогда

$$K_y = \left(\frac{45}{75}\right)^{0,35} = 0,835.$$

3) Поправочные скоростные коэффициенты, учитывающие марку твердого сплава, прочность обрабатываемого материала, обрабатываемость стали 20ХГ и форму передней поверхности, найдены при определении скорости резания для операции I:

$$K_u = 0,65; \quad K_m = 0,883; \quad K_o = 0,7; \quad K_\varphi = 1,05.$$

4) Определяем истинную скорость резания:

$$V = V_y K_y K_u K_m K_o K_\varphi = 204 \cdot 0,835 \cdot 0,65 \cdot 0,883 \cdot 0,7 \cdot 1,05 = 71,8 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 71,8}{\pi \cdot 50} = 450 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка ИК62 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя  $n_k = 400$  об/мин.

7. Определяем корректированную скорость резания:

$$V_k = \frac{\pi D n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 400}{1000} = 62,8 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем окружную силу резания:

1) По глубине резания, подаче и скорости резания определяем условную окружную силу резания

$$P_{zy} = C_p t^{x_p} S^{y_p} V^{n_p}$$

Величины  $C_p$ ,  $x_p$ ,  $y_p$  и  $n_p$  найдены при определении окружной силы резания для операции I.

$$P_{zy} = 300 \cdot 2 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 62,8^{-0,15} = 168,5 \text{ кгс.}$$

2) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий главный угол в плане:

$$K_y = \left( \frac{\varphi}{45} \right)^{q_p}$$

По учебнику I (с. 193) имеем при  $\varphi > 45^\circ$   $q_p = 0,25$ , тогда

$$K_y = \left( \frac{75}{45} \right)^{0,25} = 1,135.$$

3) Поправочные силовые коэффициенты, учитывающие прочность обрабатываемого материала и величину переднего угла, найдены при определении окружной силы резания для операции I:

$$K_M = 1,04; \quad K_\gamma = 1,15.$$

4) Определяем истинную окружную силу резания:

$$P_z = P_{zy} K_y K_M K_\gamma = 168,5 \cdot 1,135 \cdot 1,04 \cdot 1,15 = 229 \text{ кгс.}$$

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

$$N_e = \frac{P_z V_k}{6120} = \frac{229 \cdot 62,8}{6120} = 2,35 \text{ кВт.}$$

Необходимая эффективная мощность меньше эффективной мощности станка:  $2,35 \text{ кВт} < 7,8 \text{ кВт.}$

10. Определяем крутящий момент резания и сравниваем его с крутящим моментом, который развивается станком при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$M = \frac{P_2 D}{2000} = \frac{229 \cdot 50}{2000} = 5,72 \text{ кгс}\cdot\text{м}.$$

Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта:  $5,72 \text{ кгс}\cdot\text{м} < 18,2 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ .

II. Определяем основное технологическое время обработки:

$$l_{\text{вп}} = t \text{ ctg} \varphi = 2 \cdot \text{ctg} 75^\circ = 0,53 \text{ мм}.$$

$$t_0 = \frac{l + l_{\text{вп}}}{n_k S_k} = \frac{52,5 + 0,53}{400 \cdot 0,42} = 0,315 \text{ мин}.$$

О п е р а ц и я 3. Подрезание торца (рис. 6).

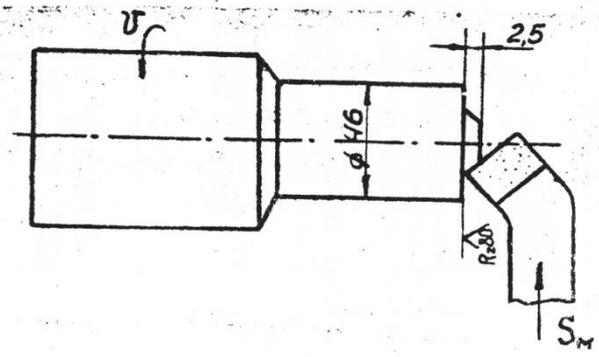


Рис. 6

I. Применяем правый отогнутый подрезной резец с главным и вспомогательным углами в плане  $\varphi = \varphi_2 = 45^\circ$  и сечением державки  $16 \times 25 \text{ мм}^2$ . Выбираем рациональные геометрические параметры резца (рис. 7).

По табл. 3 (гл. I, справочник [4]) принимаем плоскую переднюю поверхность с фаской (форма II). По табл. 4 (гл. I, справочник [4]) выбираем значения переднего угла  $\gamma^* = 25^\circ$  и задних углов  $\alpha = \alpha_1 = 8^\circ$ . По табл. 7 (гл. I, справочник [4]) выбираем значение угла наклона главного лезвия  $\lambda = 0^\circ$ .

По справочнику [4] (с. 9...II) выбираем значение радиуса переходного лезвия  $R = 1 \text{ мм}$ .

2. По размерам и характеру обработки задаемся глубиной резания. Подрезаем торец за один проход. Поэтому  $t = 2,5$  мм.

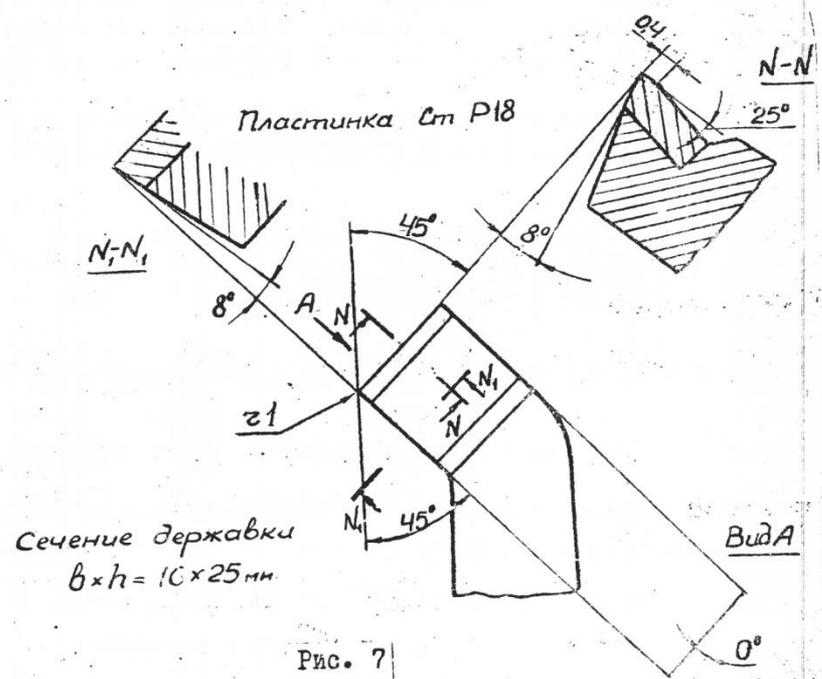
3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. 1 (гл. VI, справочник [3]) принимаем  $S = 0,5$  мм/об.

По паспорту станка ИК62 принимаем скорректированную подачу

$$S_k = 0,52 \text{ мм/об.}$$

4. Задаемся периодом стойкости резца.

По карте 18 (справочник [5]) для сечения державки резца  $16 \times 25 \text{ мм}^2$  находим экономический период стойкости  $T_{ЭК} = 40$  мин.



5. Определяем скорость резания:

1) По глубине резания и подаче определяем условную скорость резания, соответствующую периоду стойкости резца,  $T = 60$  мин.

$$V_{60y} = \frac{C_v}{t^{x_v} S^{y_v}}$$

По табл. 24 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструк-

ционной стали с  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$  с охлаждением имеем  
 $C_v = 31,6$ ;  $X_v = 0,25$ ;  $Y_v = 0,66$ . Тогда

$$V_{60y} = \frac{31,6}{2,5^{0,25} \cdot 0,52^{0,66}} = 35,9 \text{ м/мин.}$$

2) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий период стойкости резца:

$$K_T = \left( \frac{60}{T_{эк}} \right)^m$$

По табл. 23 учебника [1] имеем  $m = 0,125$ .

$$K_T = \left( \frac{60}{40} \right)^{0,125} = 1,055.$$

3) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку инструментальной стали резца. По табл. 27 (гл. VI, справочник [3])  $K_u = 1$ .

4) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left( \frac{75}{\sigma_b} \right)^{P_v}$$

По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $P_v = 1,5$ .

$$K_M = \left( \frac{75}{85} \right)^{1,5} = 0,83.$$

5) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) для стали 20ХГ с  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $K_c = 0,7$ .

6) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий значение главного угла в плане резца:

$$K_\varphi = \left( \frac{45}{\varphi} \right)^{q_v}$$

Так как  $\varphi = 45^\circ$ , то  $K_\varphi = 1$ .

7) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий форму передней поверхности резца. По табл. 27 (гл. VI, справочник [3])  $K_f = 1,15$ .

8) Определяем истинную скорость резания.

$$V = V_{\text{бoу}} K_T K_U K_V K_O K_{\text{ф}} = 35,9 \cdot 1,055 \cdot 1,083 \cdot 0,7 \cdot 1,15 = 25,3 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 25,3}{\pi \cdot 46} = 175 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка ИК62 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя  $n_k = 160 \text{ об/мин.}$

7. Определяем скорректированную скорость резания:

$$V_k = \frac{\pi D n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 46 \cdot 160}{1000} = 23,1 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем окружную силу резания:

1) По глубине резания и подаче определяем условную окружную силу резания.

$$P_{zy} = C_p t^{x_p} S^{y_p} v^{n_p}$$

По табл. 16 (гл. VI, справочник [3]) при обработке резцом из инструментальной стали конструкционной стали с  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $C_p = 208$ ;  $x_p = 1$ ;  $y_p = 0,75$ ;  $n_p = 0$ .  
Тогда  $P_{zy} = 208 \cdot 2,5 \cdot 0,52^{0,75} = 310 \text{ кгс.}$

2) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left( \frac{\sigma_b}{75} \right)^{P_p}$$

По табл. 18 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $P_p = 0,75$ .

$$K_M = \left( \frac{85}{75} \right)^{0,75} = 1,11.$$

3) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий величину главного угла в плане:

$$K_{\varphi} = \left( \frac{\varphi}{45} \right)^{q_p}$$

Так как  $\varphi = 45^\circ$ , то  $K_{\varphi} = 1$ .

4) Находим поправочный коэффициент, учитывающий значение переднего угла резца. По табл. 19 (гл. VI, справочник [3]) имеем

$$K_{\gamma} = 0,94.$$

5) Определяем истинную скружную силу резания:

$$P_z = P_{zy} K_M K_f K_y = 310 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 0,94 = 324 \text{ кгс.}$$

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

$$N_e = \frac{P_z V_k}{6120} = \frac{324 \cdot 23,1}{6120} = 1,22 \text{ кВт.}$$

Необходимая эффективная мощность меньше эффективной мощности станка:  $1,22 \text{ кВт} < 7,8 \text{ кВт}$ .

10. Определяем крутящий момент резания и сравниваем его с крутящим моментом, который станок развивает при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$M = \frac{P_z D}{2000} = \frac{324 \cdot 46}{2000} = 7,45 \text{ кгс}\cdot\text{м.}$$

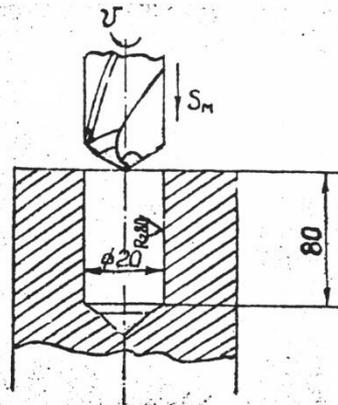
Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта:  $7,45 \text{ кгс}\cdot\text{м} < 14 \text{ кгс}\cdot\text{м}$ .

11. Определяем основное технологическое время обработки:

$$l_{\text{вп}} = t \operatorname{ctg} \varphi = 2,5 \operatorname{ctg} 45^\circ = 2,5 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{l + l_{\text{вп}}}{n_k S_k} = \frac{23 + 2,5}{160 \cdot 0,52} = 0,307 \text{ мин.}$$

О п е р а ц и я 4. Сверление отверстия (рис. 8).



1. Выбираем рациональные геометрические параметры винтового сверла (рис. 9). Так как сверло имеет диаметр более 12 мм, принимаем двойную форму заточки с подточкой перемычки и фаски.

По табл. 17 (гл. II, справочник [4]) выбираем значения двойного угла в плане  $2\varphi = 118^\circ$  и  $2\varphi_a = 70^\circ$ , угла наклона перемычки  $\psi = 50^\circ$ , заднего угла на периферии сверла  $\alpha = 10^\circ$  и элементы заточки:  $B = 3,5$  мм,  $l_1 = 1,5$  мм,  $A = 2$  мм.

По табл. 15 (гл. II, справочник [4]) выбираем угол наклона винтовой канавки  $\omega = 30^\circ$ .

2. По типу отверстия и характеру обработки задаемся значением подачи:

1) По табл. 33 (гл. VI, справочник [3]) принимаем значение условной подачи  $S_y = 0,25$  мм/об.

2) Определяем истинную подачу с учетом глубины сверления. Так как  $\frac{L}{D} = 4$ , то по табл. 34 (гл. VI, справочник [3])  
 $K_{es} = 0,9$ .

Тогда  $S = S_y K_{es} = 0,25 \cdot 0,9 = 0,23$  мм/об.

По паспорту станка 2A150 принимаем скорректированную подачу

$$S_K = 0,19 \text{ мм/об.}$$

3. Задаемся периодом стойкости сверла. По карте 20 справочника [5] для диаметра сверла, равного 20 мм, экономический период стойкости равен  $T_{эк} = 22$  мин.

4. Определяем скорость резания:

1) По диаметру сверла, периоду стойкости и подаче определяем условную скорость резания:

$$V_y = \frac{C_v D^{z_v}}{T^m S_y^{y_v}}$$

По табл. 39 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструкционной стали с  $\sigma_b = 75$  кгс/мм<sup>2</sup> сверлом из быстрорежущей стали имеем:  $C_v = 8,9$ ;  $m = 0,2$ ;  $y_v = 0,7$ ;  $z_v = 0,4$ ,

тогда

$$V_y = \frac{8,9 \cdot 20^{0,4}}{22^{0,2} \cdot 0,19^{0,7}} = 50,6 \text{ м/мин.}$$

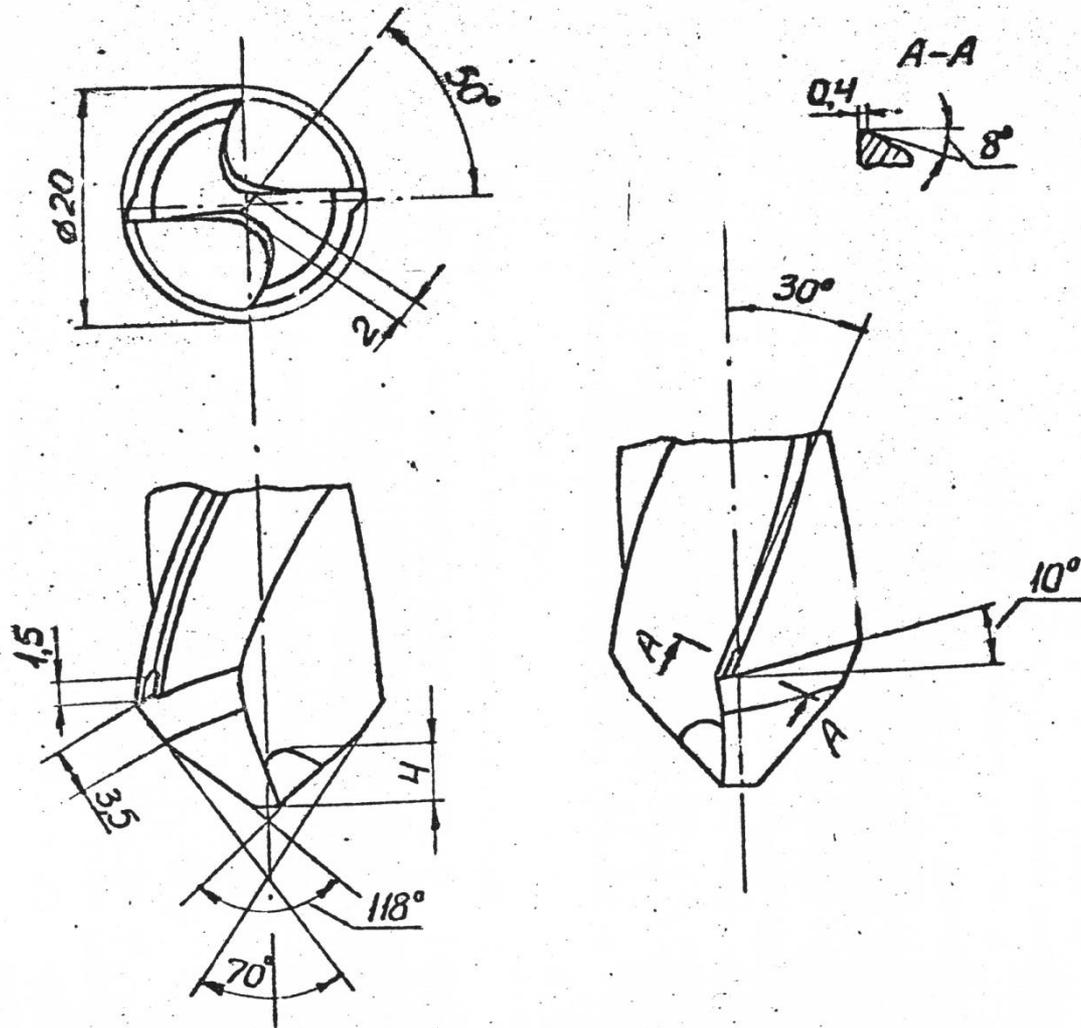


Рис. 9

2) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий измененную прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left( \frac{75}{66} \right)^{p_v}$$

По табл. 40 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $p_v = 0,9$ .

$$K_M = \left( \frac{75}{66} \right)^{0,9} = 0,894.$$

3) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) для стали 20ХГ с  $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $K_o = 0,7$ .

4) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку инструментальной стали сверла. По табл. 27 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $K_u = 0,6$ .

5) Находим поправочный коэффициент, учитывающий отношение глубины сверления к диаметру сверла.

По табл. 4С (гл. VI, справочник [3]) при отношении  $\frac{L}{D} = 4$

$$K_{\frac{L}{D}} = 0,85.$$

6) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий двойную заточку, подточку фаски и перемычки сверла. По табл. 40 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $K_f = 1$ .

7) Определяем истинную скорость резания:

$$V = V_y K_M K_o K_u K_{\frac{L}{D}} K_f = 50,6 \cdot 0,894 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,851 = 16,1 \text{ м/мин.}$$

5. Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 16,1}{\pi \cdot 20} = 256 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка 2А150 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя  $n_k = 250 \text{ об/мин.}$

6. Определяем скорректированную скорость резания:

$$V_k = \frac{\pi D n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 250}{1000} = 15,7 \text{ м/мин.}$$

7. Определяем крутящий момент резания:

1) По диаметру сверла и подаче определяем условный крутящий момент

$$M_y = C_M D^{x_M} S y_M.$$

По табл. 44 и 45 (гл. VI, справочник [3] ) при сверлении конструкционной стали с  $\sigma_B = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $C_{M1} = 39$ ;  $x_M = 2$ ;  $y_M = 0,8$ . Тогда

$$M_y = 39 \cdot 20^2 \cdot 0,19^{0,8} = 4120 \text{ кгс}\cdot\text{мм}.$$

2) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^{\rho_M}.$$

По табл. 46 (гл. VI, справочник [3] ) имеем  $\rho_M = 0,75$ .

$$K_M = \left( \frac{85}{75} \right)^{0,75} = 1,11.$$

3) Определяем истинный крутящий момент резания:

$$M = M_y K_M = 4120 \cdot 1,11 = 4560 \text{ кгс}\cdot\text{мм}.$$

Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого по паспорту при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$4560 \text{ кгс}\cdot\text{мм} < 29000 \text{ кгс}\cdot\text{мм}.$$

8. Определяем необходимую эффективную мощность

$$N_e = \frac{M n_k}{716200 \cdot 1,36} = \frac{4560 \cdot 250}{716200 \cdot 1,36} = 1,17 \text{ кВт}.$$

Необходимая эффективная мощность меньше эффективной мощности станка, взятой из паспорта:  $1,17 \text{ кВт} < 7,44 \text{ кВт}$ .

9. Определяем машинное время обработки:

$$t_0 = \frac{l + l_{ep}}{n_k S_k}.$$

Для сверл с двойной заточкой

$$l_{ep} \approx 0,4 D = 0,4 \cdot 20 = 8 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{80 + 8}{250 \cdot 0,19} = 1,85 \text{ мин}.$$

О п е р а ц и я 5. Фрезерование паза (рис. 10).

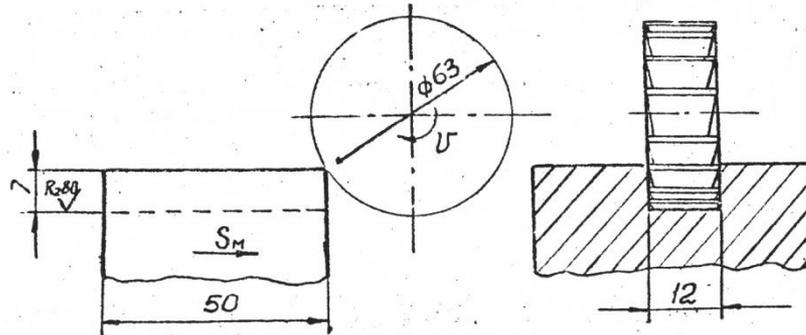


Рис. 10

I. Применяем трехстороннюю дисковую фрезу с прямым зубом диаметром  $D = 63$  мм с числом зубьев  $Z = 16$ . Так как  $Z > 1,75\sqrt{D}$ , то принятая фреза является фрезой с мелким зубом. Выбираем рациональные геометрические параметры фрезы (рис. II).

Материал фрезы - Ст P9

Число зубьев  $Z = 16$

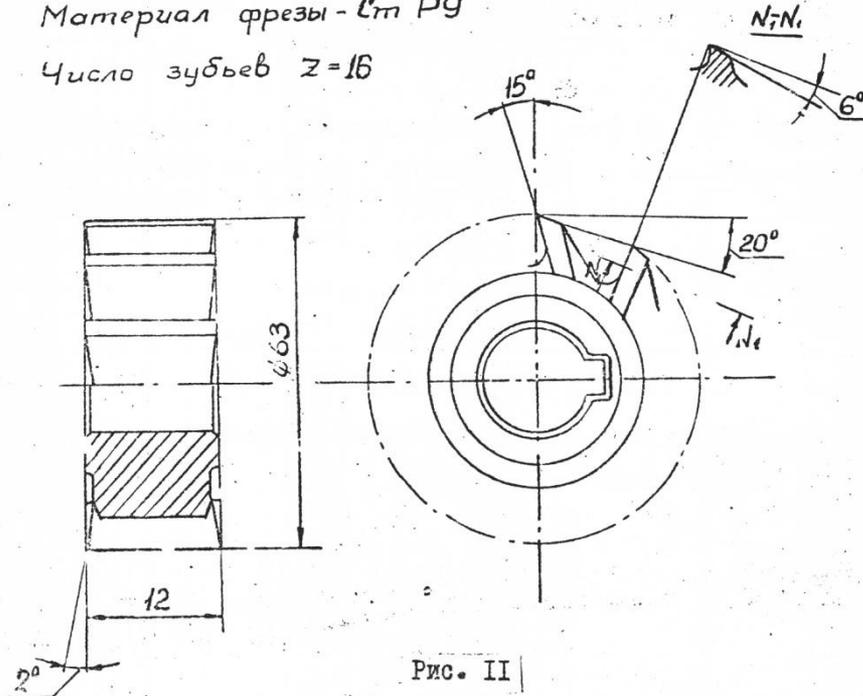


Рис. II

По табл. 2 (гл. IV, справочник [4]) выбираем значение переднего угла  $\gamma^* = 15^\circ$ . По табл. 3 (там же) выбираем значение заднего угла  $\alpha = 16^\circ$  и значение вспомогательного заднего угла  $\alpha_1 = 5^\circ$ .

По табл. 5 (гл. IV, там же) выбираем значение вспомогательного угла в плане  $\varphi_1 = 2^\circ$ .

2. По размерам и характеру обработки задаемся глубиной резания. Паз фрезеруем за один проход, поэтому  $t = 7$  мм.

3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. 64 (гл. VI, справочник [3]) выбираем подачу на зуб  $S_z = 0,03$  мм. Так как обработка черновая, то в соответствии с примечанием 2 увеличиваем подачу в два раза. Окончательно имеем  $S_z = 0,06$  мм.

4. Задаемся периодом стойкости фрезы. По карте 24 справочника [5] экономический период стойкости  $T_{ЭК} = 65$  мин.

5. Определяем скорость резания:

1) По параметрам фрезы и режима резания определяем скорость резания

$$V_y = \frac{C_v D^{q_v}}{T^m t^{x_v} S_z^{y_v} Z^{n_v} B^{z_v}}$$

По табл. 70 и 71 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструкционной стали с  $\sigma_b = 75$  кгс/мм<sup>2</sup> фрезой из быстрорежущей стали имеем:  $C_v = 68,5$ ;  $m = 0,2$ ;  $x_v = 0,3$ ;  $y_v = 0,2$ ;  $n_v = 0,1$ ;  $z_v = 0,1$ ;  $q_v = 0,25$ .

Тогда

$$V_y = \frac{68,5 \cdot 63^{0,25}}{65^{0,2} \cdot 7^{0,3} \cdot 0,06^{0,2} \cdot 16^{0,1} \cdot 12^{0,1}} = 48,8 \text{ м/мин.}$$

2) Определяем поправочный скоростной коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left(\frac{75}{\sigma_b}\right)^{P_v}$$

По табл. 76 (гл. VI, справочник [3]) имеем  $P_v = 0,65$ .

$$K_M = \left(\frac{75}{85}\right)^{0,65} = 0,923.$$

3) Находим поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 73 (там же) для стали 20ХГ с  $\sigma_b = 75 \text{ кгс/мм}^2$  имеем  $K_0 = 0,8$ .

4) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку инструментальной стали фрезы. По табл. 72 (там же) имеем  $K_u = 1$ .

5) Определяем истинную скорость резания:

$$V_s = V_y K_M K_0 K_u = 48,8 \cdot 0,923 \cdot 0,8 \cdot 1 = 36 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 36}{\pi \cdot 63} = 181,5 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка 6Н81 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя  $n_k = 160 \text{ об/мин.}$

7. Определяем скорректированную скорость резания:

$$V_k = \frac{\pi D n_k}{1000} = \frac{\pi \cdot 63 \cdot 160}{1000} = 31,7 \text{ м/мин.}$$

8. Определяем среднюю окружную силу резания:

1) По параметрам фрезы и режима резания определяем условную среднюю окружную силу резания:

$$P_{zy} = C_p t^{\chi_p} S_z^{\psi_p} B^{\zeta_p} D^{\varphi_p} z.$$

По табл. 80 (гл. У1, справочник [3]) имеем:

$$C_p = 82; \quad \chi_p = 1,1; \quad \psi_p = 0,8; \quad \zeta_p = 0,95; \quad \varphi_p = -1,1.$$

$$\text{Тогда } P_{zy} = 82 \cdot 7^{1,1} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 12^{0,95} \cdot 63^{-1,1} \cdot 16 = 130 \text{ кгс.}$$

2) Находим поправочный силовой коэффициент, учитывающий скорость резания. Так как  $V_k < 50 \text{ м/мин}$ , то по табл. 81 (гл. У1, справочник [3])  $K_y = 1$ .

3) Находим поправочный силовой коэффициент, учитывающий значение переднего угла. По табл. 81 (там же)

$$K_y = 0,9.$$

4) Определяем истинную среднюю окружную силу резания:

$$P_z = P_{zy} K_v K_f = 170 \cdot 1 \cdot 0,9 = 117 \text{ кгс.}$$

9. Определяем среднюю необходимую эффективную мощность

$$N_e = \frac{P_z U_k}{6120} = \frac{117 \cdot 31,7}{6120} = 0,61 \text{ кВт.}$$

Необходимая эффективная мощность меньше эффективной мощности станка:  $0,61 \text{ кВт} < 3,6 \text{ кВт.}$

10. Определяем минутную подачу

$$S_M = S_z Z n_k = 0,06 \cdot 16 \cdot 160 = 153,5 \text{ мм/мин.}$$

По паспорту станка принимаем скорректированную минутную подачу  $S_{MK} = 170 \text{ мм/мин.}$

11. Определяем средний крутящий момент резания и сравниваем его с крутящим моментом, который развивает станок при выбранном числе оборотов шпинделя:

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2000} = \frac{117 \cdot 63}{2000} = 3,68 \text{ кгс.м.}$$

Средний крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта:  $3,68 \text{ кгс.м} < 28 \text{ кгс.м.}$

12. Определяем основное технологическое время обработки

$$t_0 = \frac{l + l_{np} + l_n}{S_{MK}}$$

При фрезеровании пазовой фрезой путь врезания определяется по формуле

$$l_{np} = \sqrt{t(D-t)}$$

Путь перебега  $l_n$  принимаем равным 2...3 мм.

$$l_{np} = \sqrt{7(63-7)} = 19,8 \text{ мм.}$$

$$t_0 = \frac{50 + 19,8 + 2,5}{170} = 0,425 \text{ мин.}$$

Экспортные данные станков

Токарный ИКЭ2

Вид чисел подач, мм/об.

0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195;  
0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57;  
0,61; 0,7; 0,73; 0,87; 0,95; 1,0.

Вид чисел оборотов, об/мин

12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 100; 250; 315;  
400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.

Фрезерный 6НЭ1

Вид чисел подач, мм/об.

35; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500;  
630; 800; 1000; 1250; 1600.

Вид чисел оборотов, об/мин.

11,5; 10; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630;  
800; 1000; 1250; 1600.

Сверлильный 2А150

Вид чисел подач, мм/об.

0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6;

Вид чисел оборотов, об/мин.

31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 630; 1000; 1400.