

Расчет режимов резания

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.
5. Познакомить студентов с существующими нормативными материалами в области резания металлов и научить пользоваться ими.
4. Научить студентов сознательно пользоваться приведенными в нормативах материалами (значениям 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 его допусками и шероховатость обработки;
- г) порядок операций по изготовлению детали со всеми промежуточными размерами;
- д) материал режущей, части применяемых инструментов;
- е) используемый для обработки станок.

На основании карты обработки студент последовательно на каждой операции выполняет следующее:

- 1) вычеркивает эскиз обработки с необходимыми размерами и рабочим положением инструмента;
- 2) вычеркивает эскиз режущей части применяемого инструмента, устанавливает рациональные геометрические параметры режущей части и проставляет на эскизе численную величину выбранных геометрических параметров;
- 3) подбирает рациональный режим резания: глубину резания, подачу, период стойкости инструмента, скорость резания;
- 4) подсчитывает необходимую эффективную мощность и основное технологическое время обработки;
- 5) корректирует расчетный режим резания в соответствии с фактическими возможностями станка.

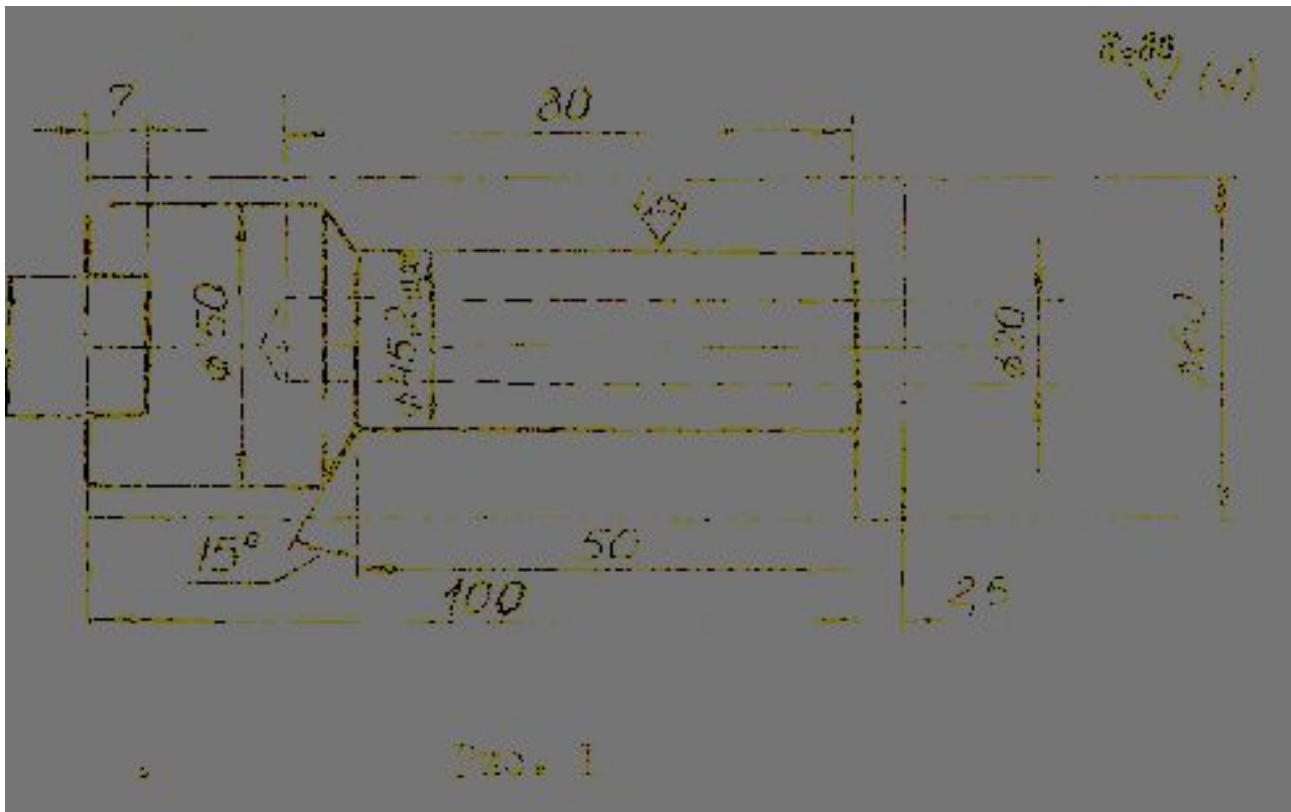
П р и м е ч а н и я: 1) Ближайшее большее значение числа оборотов по паспорту станка применяется в том случае, если оно отличается от расчетного не более, чем на 5%, иначе принимается ближайшее меньшее его значение.

2) При выборе геометрических параметров инструмента, постоянных коэффициентов и показателей расчетных формул и т.д. студент обязан указать в расчете порядковый номер источника, каким от пользовался при выборе конкретных значений указанных величин и элементов.

IV. ПРИМЕР ВЫПОЖЕНИЯ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ

Подобрать рациональные геометрические параметры инструментов» назначить рациональные режимы резания» определить необходимую эффективную мощность и основное технологическое время. обработки при изготовлении детали по прилагаемой карте обработки (рис. 1). Обрабатываемый материал: сталь 20ХТ,

$$\sigma_d = 85 \text{ кгс/мм}^2$$



Порядок обработки детали:

1. Обтачивание цилиндрической поверхности диаметром 50 мм.
2. Обтачивание 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 T5E10;

сверла - сталь 9ХС;

фрезы - сталь P9.

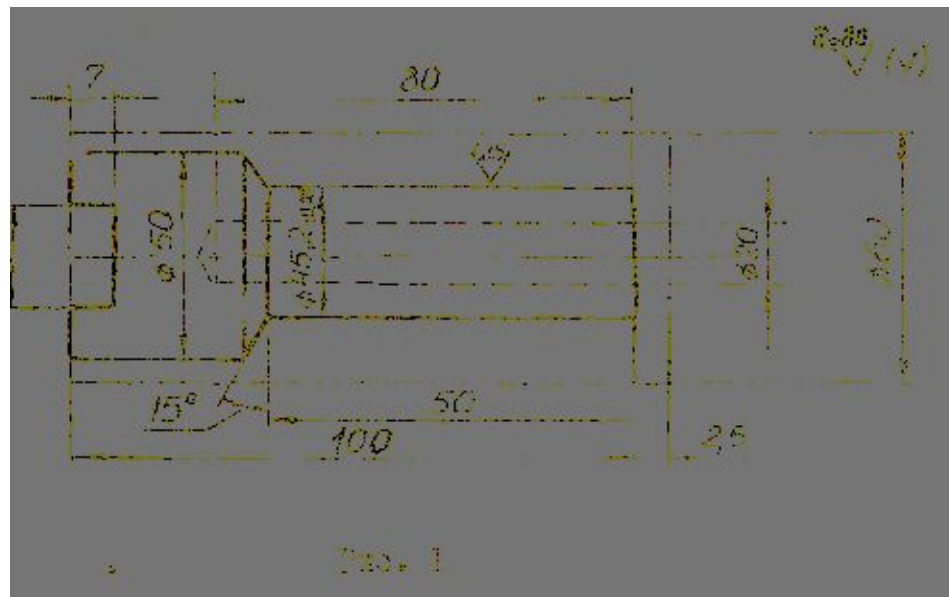
Типы применяемых станков:

при точении - 1К62;

при сверлении - 2А150;

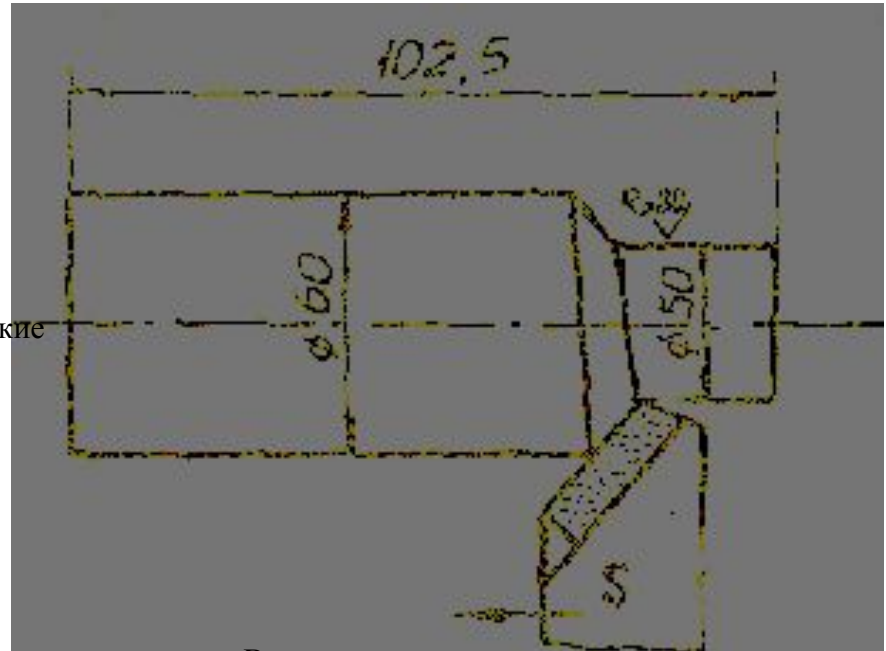
при фрезеровании - 6Н81;

при шлифовании - 3Б161



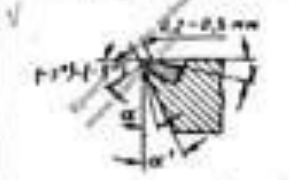
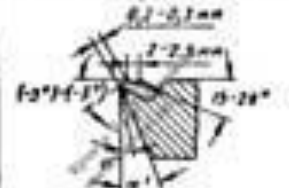


О п е р а ц и я 1 Обтачивание цилиндрической поверхности диаметром 50мм (рис. 2)

1. Применяем прямой правый проходной резец с сечением державки 16x25 мм². Выбираем рациональные геометрические параметры резца (рис. 3),

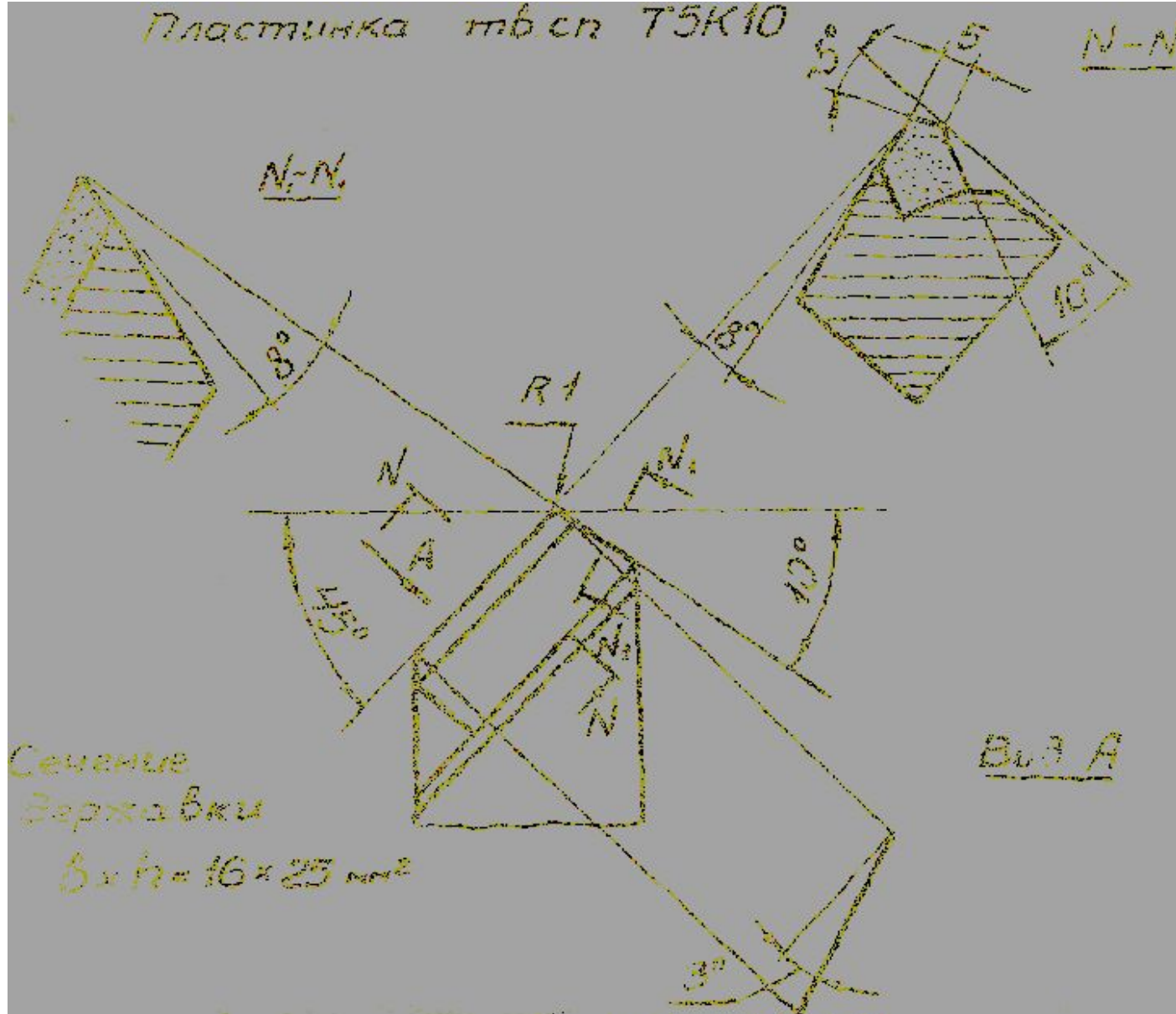


По табл. 8 (гл. I, справочник) выбираем форму передней поверхности резца» Ввиду достаточной жесткости детали принимаем плоскую двойную форму передней поверхности с отрицательным передний углов (форма III). (*остальных резцов - твердый сплав T5E10*)

Б. Формы передней поверхности для точения резцов с пластинками из твердых сплавов

Формы передней поверхности	Область применения
<p>I — плоская с отрицательной фаской</p> 	<p>Резцы для обработки стали с $\sigma_{\text{вп}} < 80 \text{ кг/мм}^2$ и также если $\sigma_{\text{вп}} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при недостаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. В обоих случаях требуется применение стружкоотделителей. Эту же форму можно использовать для обработки серого и легкого чугуна.</p>
<p>II — радиусная с отрицательной фаской</p>  <p>Радиус кромки 4-8 мм Глубина фаски 0.2-0.3 мм</p>	<p>Резцы для полукруговой обработки стали с $\sigma_{\text{вп}} < 80 \text{ кг/мм}^2$ при глубине резания 1-3 мм и подаче до 0.3 мм/об. Радиусная фаска передней грани образуется только абразивно-карбидным способом. Применение лезвий-лабо диспальцевым способом отвода стружки не требуется.</p>
<p>III — плоская, отрицательная, двойная</p> 	<p>Резцы для обработки стали с $\sigma_{\text{вп}} > 80 \text{ кг/мм}^2$ с образованием лунки на передней грани, при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Эту же форму применяют при обработке стали с неравномерным притоком. Для отвода стружки требуется применение стружкоотделителей или придают (для выноса стружки) специально заданной главному углу в плане и углу наклона режущей кромки.</p>
<p>IV — плоская, отрицательная, односторонняя</p> 	<p>Резцы для обработки стали с $\sigma_{\text{вп}} > 80 \text{ кг/мм}^2$ без образования лунки на передней грани, при достаточной жесткости и виброустойчивости заготовки. Зачемка резца производится по задней грани. Способы отвода стружки те же же, как и при форме III.</p>

Пластика тв ст Т5К10



Сечение державки

В x Н = 16 x 25 мм

По табл. 9 (гл. I, справочник [4]) выбираем значения переднего угла - 5° и задних углов до табл. 10 (гл. I, справочник) выбираем значение главного угла в плане по табл. II (гл. I, справочник [4]) - вспомогательного угла в плане По табл. 12 (гл. I, справочник) выбираем значение угла наклона главного лезвия = 5° .

12 Точение

Фиг. 9 Стружколоматели: а - в виде капюшки; б и в - порки, образованные на пластинке; г - порок, образованный напайкой; д и е - напайки регулируемые.

9. Углы α и γ для токарных резцов с пластинками из твердых сплавов в градусах

Обрабатываемый материал	Главный задний угол α		Передний угол γ	
	$\alpha < 0,3$ мм/об	$\alpha \geq 0,3$ мм/об	Форма передней поверхности (табл. 9)	
			1 и II	III и IV
Сталь конструкционная углеродистая и легированная: $\sigma_{sp} < 110$ кг/мм ²	12	8	15	-5
$\sigma_{sp} > 110$	12	—	—	-10
Чугун серый: $HV < 220$	10	6	12	—
$HV > 220$	10	6	8	—
Чугун ковкий HV 140—150	12	6	15	-2

Пр и м е ч а н и е. Дополнительные задний угол $\alpha' = \alpha + 5^\circ$.
Вспомогательный задний угол $\alpha_2 = \alpha - 5^\circ$.

10. Главные углы в плане φ для токарных резцов с пластинками из твердых сплавов в градусах

Условия работы	Главный угол в плане φ
Обработка при особо жесткой системе станок — деталь — инструмент и небольших глубинах резания	10—30
Обработка при достаточно жесткой системе станок — деталь — инструмент	15
Обработка с ударами при недостаточно жесткой системе станок — деталь — инструмент	60—78
Обработка нежестких деталей	80—90

Режимы резания

11. Поправочные коэффициенты для подсчета подачи при черновой обработке различных материалов

Материал резца	Обрабатываемый материал										
	Сталь, HV					Чугун, HV					
	125	156	187	215	248	276	120	160	190	220	280
	Поправочный коэффициент										
Быстрорежущая сталь	1,2	1,1	1,05	1,0	0,9	0,8	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
Твердый сплав:											
TK6	0,8	0,75	0,7	0,65	0,6	0,45	—	—	—	—	—
T14K6	0,9	0,87	0,8	0,72	0,66	0,55	—	—	—	—	—
T23K10	1,0	1,0	0,9	0,8	0,72	0,55	—	—	—	—	—
BK6, BK6	1,2	1,1	1,05	1,0	0,9	0,8	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0

12. Подачи при обточке и подрезке на многоцилиндровых полуавтоматах

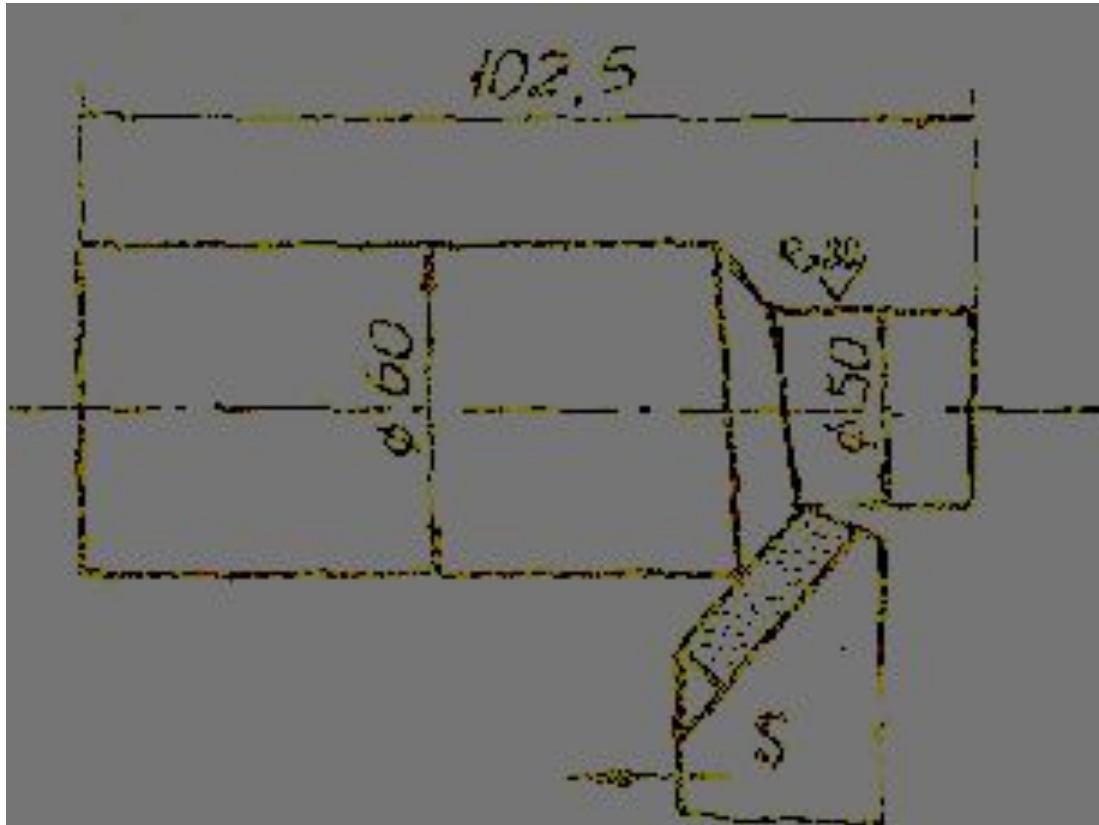
Способ крепления и регулировки	Характер обработки	Число резцов в шпинделе	Допуск в мм	Обрабатываемый материал									
				Сталь					Чугун ковкий				
				Глубина резания t в мм до									
				1	2	3	5	6	8	1	2	3	5
В патроне или приспособлении	1	Не мн. значений	0,2—0,3	0,8	0,75	0,65	0,6	—	—	0,85	0,8	0,75	0,55
				0,5	0,45	0,45	0,35	—	—	0,52	0,48	0,45	0,35
Грубая	1—2	0,2—0,3	0,8	0,7	0,56	0,35	0,30	0,29	—	—	—	—	
		0,1—0,2	0,42	0,37	0,32	0,27	0,24	0,18	—	—	—	—	
	3—5	0,2—0,35	0,5	0,47	0,43	0,35	0,27	0,25	—	—	—	—	
		0,1—0,2	0,42	0,37	0,33	0,25	0,2	0,2	—	—	—	—	
	6—9	0,2—0,35	0,4	0,37	0,35	0,25	0,17	0,15	—	—	—	—	
		0,1—0,2	0,35	0,32	0,30	0,25	0,17	0,15	—	—	—	—	
В патроне и в вен-трах	1	Плоская	0,1—0,15	0,8—0,5	0,6	—	—	—	—	0,65	—	—	
				0,2—0,3	0,4	—	—	—	—	0,45	—	—	
				0,1—0,15	0,35	—	—	—	—	—	0,38	—	

Пр и м е ч а н и е. При обработке серого чугуна величину подачи следует брать на 10—15% больше табличных значений, указанных для ковкого чугуна.

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 задается значением подачи. По табл.1 (гл. IV, справочник [3]).выбираем подачу на оборот заготовки:

Режимы резания

Скорость резания — длина пути перемещения режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени. Скорость резания измеряется в м/мин; исключение составляет скорость резания при шлифовании, полировании и тому подобных процессах, измеряемая в м/сек.

ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

Глубина резания и число проходов. С целью сокращения времени обработки, в том числе и вспомогательного, рекомендуется работать с минимальным числом проходов.

При черновой обработке рекомендуется назначать глубину резания максимальной соответствующей снятию припуска в один проход. Глубина резания оказывает значительное влияние на силы резания, мощность, расходуемую на резание, и на вибрации. В связи с этим в случаях, когда эти факторы ограничивают выбираемые режимы резания, обработку производят иногда в два-три прохода.

Полуцисовая обработка (со знаком $\nabla 4$ — $\nabla 6$) выполняется в один-два прохода. Глубина резания при этом в зависимости от требуемой точности и чистоты поверхности назначается в пределах 1—4 мм. При работе с большими подачами резами с дополнительным режущим лезвием, имеющим главный угол в плане $\phi = 0^\circ$, глубина резания ограничивается прочностью дополнительного режущего лезвия или прочностью пластины твердого сплава.

При чистовой обработке рекомендуется весь припуск снимать в один проход.

Подача назначается с учетом следующих факторов: требований к чистоте обрабатываемой поверхности; жесткости и виброустойчивости системы станок — деталь — инструмент; прочности инструмента; прочности и мощности станка.

Величины подачи при токарной обработке приведены в табл. 1—13.

1. Подачи при грубой наружной обточке и подрезке быстрорежущими и твердосплавными резами

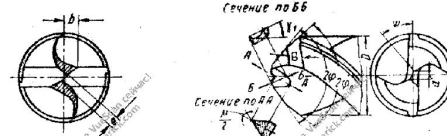
Диаметр заготовки в мм	Глубина резания в мм			
	5	8	12	30
	Подача s в мм/об			
До 18	До 0,25	—	—	—
18 до 30	0,2—0,6	—	—	—
30 — 50	0,4—0,8	—	—	—
50 — 80	0,6—1,2	0,3—0,6	—	—
80 — 120	1,0—1,6	0,7—1,0	0,5—1,0	—
120 — 180	1,4—2,0	1,1—1,8	0,8—1,5	—
180 — 260	1,8—2,6	1,5—2,0	1,1—2,0	1,0—1,5
260 — 360	2,0—3,2	1,8—2,8	1,5—2,5	1,3—2,0
360	—	2,5—3,0	2,0—3,0	1,5—2,5

Примечание: Большие значения подач брать при обработке мягких сталей, при обработке в центрах с отношением длины к диаметру $L/D < 6$ или в патронах при $L/D < 2$; меньшие значения подач — при обработке твердых сталей и чугуна и при обработке заготовок малого диаметра, но большой длины.

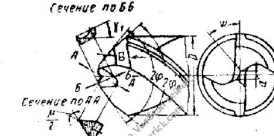
Сверление

245

Форма и размеры подточки поперечного лезвия у сверл из инструментальной стали приведены в табл. 17.



Фиг. 8. Схема подточки поперечного лезвия у сверл, оснащенных пластинами твердого сплава.



Фиг. 9. Спиральное сверло с подточкой перемычки по методу В. И. Жирова.

Размеры подточки поперечного лезвия у сверл, оснащенных пластинами твердого сплава (фиг. 8), приведены в табл. 19.

19. Размеры подточки поперечного лезвия у сверл, оснащенных пластинами твердого сплава (фиг. 8)

Диаметр сверла D в мм	5-7	8-10	11-14	15-20	22-23	24-27	28-30
Размеры подточки поперечного лезвия в мм:							
a	1,0	1,0	1,5	2,0	2,2	2,5	3,0
b	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0

Сверла с подточкой перемычки по способу В. И. Жирова показаны на фиг. 9, а размеры геометрических параметров приведены в табл. 20.

Ленточка имеет целью уменьшить трение спинки сверла о стенки обрабатываемого отверстия. Ленточка направляет и центрирует сверло в отверстии. Ширина ленточки сверл из углеродистой, легированной и быстрорежущей стали берется равной 0,3 + 2,6 мм в зависимости от диаметра сверла.

Для уменьшения трения ленточек о стенки обрабатываемого отверстия производится подточка ленточек у режущей части согласно данным, приведенным в табл. 17. Подточку ленточек производят у сверл из инструментальной стали диаметром свыше 12 мм. У сверл меньшего диаметра и сверл, оснащенных пластинами твердого сплава, независимо от диаметра, подточка ленточек не производится.

Форма заточки сверл для сверления отверстий в жаропрочных сталях показана на фиг. 10, в размеры в табл. 21.

S=0,6 мм/об

По паспорту станка 1К62 принимаем скорректированную подачу

$$S_k = 0,61 \text{ мм/об.}$$

4. Задаемся периодом стойкости резца. По карте 18 (справочник [5]) для сечения державки резца 16x25 мм². 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

$$v_y = \frac{C_v}{T^{m_t} S^{y_s}}.$$

По табл. 28 (гл. VI, справочник) при обработке резцом из твердого сплава Т15К6. конструкционной стали

$$\sigma_6 = 75 \text{ кгс} / \text{мм}^2$$

имеем: $m=0,2$; $C_9 = 349$; $x_9 = 0,15$; $y_9 = 0,35$.

Фрезерование

В табл. 2—6 приведены рекомендуемые значения переднего угла γ , заднего угла α , углов в плане φ , φ_1 и φ_2 и углов наклона винтовых канавок и наклонных зубьев для нормальных фрез, а в табл. 7 — рекомендуемые значения геометрических параметров режущей части твердосплавных фрез.

3. Рекомендуемые значения задних углов у фрез (по М. Н. Ларину)

Фрезы	Характеристика	Задний угол в град.	
		α	α_1
Цилиндрические	с мелкими зубьями	16	—
	с крупными зубьями или со вставными ножами	12	—
Торцовые насадные	с мелкими зубьями	16	8
	с крупными зубьями или вставными ножами	12	8
Дисковые односторонние и двухсторонние	с мелкими наклонными зубьями	16	6
	с крупными наклонными зубьями или наклонными вставными ножами	12	6
Дисковые пиловые	с несветловыми зубьями	20	—
Шлицевые (шпоровые)	$D < 75 \text{ мм}$	30	—
Пилы хвостовые	$D = 75 \div 200 \text{ мм}$	20	—
Пилы типа Геллера	$D > 200 \text{ мм}$	16	—
Т-образные для станочных пазов, для сегментных шпонок	$D < 25 \text{ мм}$	25	6
	$D > 25 \text{ мм}$	20	6
Угловые	—	16	8
	с острополюсными зубьями	16	—
Фасонные	с заглавными зубьями	12	—
	с заглавными зубьями	12	—

Примечания: 1. У заглавных фасонных фрез задний угол α должен быть соответственно увеличен, если это необходимо для обеспечения угла α_1 по всему профилю не менее 3° .

2. Шлицевые, пилы и Т-образные фрезы должны быть заточены наостро без оставления ленточки.

3. При заточке всех остальных фрез можно оставлять ленточку, ширина которой для фрез диаметром до 30 мм должна быть не более 0,05 мм и для фрез диаметром свыше 30 мм не более 0,1 мм.

4. Предельные отклонения углов $\pm \alpha$; $\pm \alpha_1$.

Токарные работы

26. Формулы для расчета скорости резания при работе твердосплавными резцами

Вид обработки	Формула
Обточка, расточка	$v_T = \frac{C_v}{T^{m_1} K_{T_1}^{x_1} v_y^{y_1}} \text{ м/мин}$
Прорезка пазов и отрезка	$v_T = \frac{C_v}{T^{m_2} K_{T_2}^{x_2} v_y^{y_2}} \text{ м/мин}$

Значения коэффициентов и показателей степени

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал резца	Коэффициенты и показатели степени			
			C_v	x_v	y_v	m
Сталь конструкционная $\sigma_{\text{пр}} = 75 \text{ кг/мм}^2$	Обточка: $s \leq 0,75 \text{ мм/об}$ $s > 0,75 \text{ мм/об}$	Твердый сплав Т15К6	349	0,15	0,35	0,2
			340	0,15	0,45	0,2
	Расточка: $s \leq 0,75 \text{ мм/об}$ $s > 0,75 \text{ мм/об}$		314	0,15	0,35	0,2
			305	0,15	0,45	0,2
	Обтачивание резцами с дополнительным режущим лезвием ($\varphi_1 = 0^\circ$): $t < s$ $t > s$		292	0,3	0,15	0,18
			292	0,15	0,3	0,18
Прорезка пазов	61,5	—	0,8	0,2		
Отрезка	72	—	—	—		
Чугун серый НВ 190	Обточка	Твердый сплав ВК6	262	0,2	0,4	0,2
			236	0,2	0,4	0,2
	Расточка		324	0,4	0,2	0,28
			324	0,2	0,4	0,28
Обточка резцами с дополнительным режущим лезвием ($\varphi_1 = 0^\circ$): $t < s$ $t > s$	57,5	—	0,4	0,2		
	66,5	—	0,4	0,2		
Прорезка пазов	—	—	—	—		
Отрезка	—	—	—	—		

28. Формулы для расчета поправочных коэффициентов k_{M_1} при работе твердосплавными резцами

Обрабатываемый материал	Сталь	Чугун
Формула для расчета коэффициента k_{M_1}	$k_{M_1} = \frac{75}{\sigma_{\text{пр}}}$	$k_{M_1} = \left(\frac{190}{\text{НВ}} \right)^{1,25}$

Тогда

$$g_y = \frac{349}{40^{0,2} \cdot 5^{0,15} \cdot 0,61^{0,35}} = 156 \text{ м/мм.}$$

2) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку твердого сплава. По табл. 30 (гл. VI, справочника)

имеем $= 0,65$

Режимы резания

30. Поправочные коэффициенты для расчета скорости резания при работе твердосплавными режущими инструментами

Факторы, влияющие на скорость резания	Поправочные коэффициенты для расчета скорости резания							
	Состояние заготовки	Без корки	Корка литейная	Корка литейная, задержка металла				
Состояние стали (заготовки)	Поправочный коэффициент	1,0	0,8-0,85	0,5 ± 0,0				
	Марка твердого сплава	ТКС0	ТКС3	ТКС6	ТКС4	ТКС2		
Поправочный коэффициент	0,65	0,9	1,0	1,4	1,78	1,1		
	Чугун: марка сплава	ВК1	ВК3	ВК5	ВК7			
Поправочный коэффициент	1,2	1,15	1,0	0,83				
	Наклон реза по задней поверхности	Величина яруса α_z	0,5	0,8-1	1,5	2,0		
Поправочный коэффициент		0,9	1,0	1,1	1,2			
Главный угол в плане ϕ	20	30	45	60	75	90		
	Поправочный коэффициент: сталь	1,55	1,3	1,13	1,0	0,98	0,91	
Главный угол реза в плане	чугун	—	—	1,2	1,0	0,88	0,83	0,78
	Форма передней поверхности	С отрицательной фаской	Плоская отрицательная					
Поправочный коэффициент		1,0	1,06					

Примечание. Поправочные коэффициенты на главный угол в плане ϕ режущим инструментом с двугранным режущим лезвием не отбрасываются.

Основные элементы фрезы

2. Рекомендуемые значения передних углов фрез (по М. Н. Лерну)

Типы фрез	Характеристика обрабатываемого материала		Значение γ в град.
	$\sigma_{\text{в}}$ в кг/мм ²	Поимеры марок стали	
а) Фрезы из быстрорежущей стали	Цилиндрические, торцовые, дисковые зубчатые и трапециевидные, конусные, пилы типа Геллера, обдирочные зубчатые (с разделением стружки)	Сталь	20
		Св. 100	15
		Чугун серый и ковкий	10
		Дюймовые сплавы	8
Шаровые, пилы круглые, образные, дисковые, пазовые	Для сталей и чугуна при ширине фрезы B :	До 3 мм	5
	Св. 3 мм	10	
б) Фрезы, оснащенные твердыми сплавами	Цилиндрические, торцовые, дисковые зубчатые и трапециевидные, конусные	Все стали и чугуны	5
		Сталь конструкционная	+15
Цилиндрические, торцовые, дисковые зубчатые и трапециевидные, конусные	Чугун	Дю. 65	+5
		65-83	-5
		85-95	-10
		100-120	-10
Дюймовые сплавы	Латунь	Дю. 200	+5
		Дю. 250	-5

Примечания: 1. У фрез с углом наклона выноса зуба $\alpha > 30^\circ$ передний угол для обработки сталей с $\sigma_{\text{в}} \leq 60 \text{ кг/мм}^2$ берется равным 10° .
 2. Контуры фасонных фрез с большим углом $\gamma > 10^\circ$ при обработке точных профилей необходимо корректировать.
 3. Величина переднего угла γ для фасонных фрез, изготовленных без корректировки их контура, называется с учетом допусковых отклонений профилей деталей.
 4. Присадки приспосабливают при растачивании $\sigma_{\text{в}}$ лишь ориентировочно характеризует качество обрабатываемой стали для назначения оптимального переднего угла.
 5. Предельные отклонения углов $\pm 1^\circ$.

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

$$K_M = \left(\frac{75}{\sigma_6} \right)^{P_9}$$

По табл. 29 (гл. VI, справочника) имеем $P_9 = 1$,

Фрезерование

В табл. 2—6 приведены рекомендуемые значения переднего угла γ , заднего угла α , угла в плане φ , φ_1 и φ_2 и углов наклона винтовых канавок к наклонным зубьям для нормальных фрез, а в табл. 7 — рекомендуемые значения геометрических параметров режущей части твердосплавных фрез.

3. Рекомендуемые значения задних углов у фрез (по М. Н. Ларину)

Фрезы	Характеристика	Задний угол в град.	
		α	α_1
Цилиндрические	с мелкими зубьями	16	—
	с крупными зубьями или со вставными ножами	12	—
Термовые насадные	с мелкими зубьями	16	8
	с крупными зубьями или вставными ножами	12	8
Дисковые обхлесточные и трехсторонние	с мелкими наклонными зубьями	16	6
	с крупными наклонными зубьями или наклонными вставными ножами	12	6
Дисковые плоские	с незаточенными зубьями	20	—
Шлицевые (шпоровые)	$D < 75$ мм	30	—
Пилы круглые	$D = 75 \div 260$ мм	30	—
Пилы типа Гейлера	$D > 200$ мм	16	—
T-образные для станочных пазов, для сегментных шпонок	$D \leq 25$ мм	25	6
	$D > 25$ мм	20	6
Угловые	—	16	8
Фасонные	с остроконечными зубьями	16	—
	с затупленными зубьями	12	—

Примечания: 1. У затупленных фасонных фрез задний угол α должен быть соответственно увеличен, если это необходимо для обеспечения угла α_1 по всему профилю не менее 3° .

2. Шлицевые, пазовые и T-образные фрезы должны быть заточены наостро без оставления ленточки.

3. При заточке всех остальных фрез можно оставлять ленточку, ширина которой для фрез диаметром до 30 мм должна быть не более 0,05 мм и для фрез диаметром свыше 30 мм не более 0,1 мм.

4. Предельные отклонения углов α и α_1 : $\pm 1^\circ$.

Токарные работы

28. Формулы для расчета скорости резания при работе твердосплавными резцами

Вид обработки	Формула
Обточка, расточка	$v_T = \frac{C_v}{T^{m_1} x_{v_1} x_{v_2}} v_{\text{норм}} \text{ м/мин}$
Прорезка пазов и отрезка	$v_T = \frac{C_v}{T^{m_1} x_{v_1} x_{v_2}} v_{\text{норм}} \text{ м/мин}$

Значения коэффициентов и показателей степени

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал режущей части резца	Коэффициенты и показатели степени					
			C_v	x_{v_1}	x_{v_2}	m		
Сталь конструкционная $\sigma_{вр} = 76 \text{ кг/мм}^2$	Обточка:	Твердый сплав Т15К6	$s \leq 0,75 \text{ мм/об}$	349	0,15	0,35	0,2	
			$s > 0,75 \text{ мм/об}$	340	0,15	0,45	0,2	
	Расточка:		$s \leq 0,75 \text{ мм/об}$	314	0,15	0,35	0,2	
			$s > 0,75 \text{ мм/об}$	306	0,16	0,45	0,2	
	Обтачивание резцами с дополнительным резанием лезвием ($\varphi_1 = 0^\circ$):		$f < s$	292	0,3	0,15	0,18	
			$f > s$	292	0,15	0,3	0,18	
	Прорезка пазов			61,5	—	0,8	0,2	
	Отрезка			72	—	—	—	
	Чугун серый НВ 190		Обточка	Твердый сплав ВК6	262	0,2	0,4	0,2
			Расточка		236	0,2	0,4	0,2
Обточка резцами с дополнительным резанием лезвием ($\varphi_1 = 0^\circ$):		$f < s$	324		0,4	0,2	0,28	
		$f > s$	324		0,2	0,4	0,28	
Прорезка пазов		57,5	—		0,4	0,2		
Отрезка	66,5	—	0,4	0,2				

29. Формулы для расчета поправочных коэффициентов k_{Mv} при работе твердосплавными резцами

Обрабатываемый материал	Сталь	Чугун
Формула для расчета коэффициента k_{Mv}	$k_{Mv} = \frac{75}{\sigma_{вр}}$	$k_{Mv} = \left(\frac{190}{НВ} \right)^{1,25}$

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

Режимы резания

25. Коэффициенты обрабатываемости различных материалов

Обрабатываемый материал	Коэффициент обрабатываемости
Углеродистая сталь $C < 0,6\%$	1,0
Углеродистая сталь $C \geq 0,6\%$	0,85
Автоматная сталь	1,2
Хромистые, хромоникелевые, марганцовистые, хромо-либденовые, хромоникельмолибденовые, хромолибдено-вольфрамовые стали	0,8
Хромомарганцовистые, хромокремнистые и кремнемарганцовистые стали	0,7
Быстрорежущая сталь	0,6
Алюминий	5-6
Дуралюмин	4-6
Силумин и литевые алюминиевые сплавы	4-6

26. Формулы для расчета поправочного коэффициента K_{01}

Обрабатываемый материал	Сталь	Ковкий чугун	Серый чугун	Бронза
Формула	$K_{01} = \left(\frac{75}{\sigma_H} \right)^{0,4}$	$K_{01} = \left(\frac{150}{\sigma_H} \right)^{0,4}$	$K_{01} = \left(\frac{190}{\sigma_H} \right)^{0,4}$	$K_{01} = \left(\frac{120}{\sigma_H} \right)^{0,4}$
Обрабатываемый материал	Показатель степени n			
Стали автоматные, углеродистые, хромистые	1,75			
Стали хромоникелевые, никелевые, марганцовистые, хромо-марганцовистые, хромокремнистые, хромокремне-марганцовистые, хромо-вольфрамовые, хромолибденовые, хромолибдено-вольфрамовые	1,5			
Стали хромолибденовые, хромоникельмолибденовые, хромолибденовольфрамовые, быстрорежущие	1,25			
Чугун ковкий, серый и бронза	1,7			

27. Поправочные коэффициенты при расчете скорости резания

Состояние стали (заготовки)	Поправочный коэффициент при расчете скорости резания				
	Наставка		Термообработка		
	холодно-гнутой	горячекатаный	Нормализация	Отжиг	Улучшение
	1,1	1	0,95	0,7	0,6

Основные элементы фрезы

Тип фрезы	Эскиз фрезы	Значения расчетных элементов
Концевые фрезы: а) без торцовых зубьев; б) с торцовыми зубьями		Продолжение табл. 5 а) $\varphi_1 = 1 + 2^\circ$; б) $\varphi_1 = 8 + 10^\circ$ для работы с подачей $s_z \leq 0,08 \text{ мм}$
Дисковые фрезы трех- и двухсторонние		а) Для грубых пазовых работ $\varphi_1 = 1 + 2^\circ$; б) для точных (мерных) и чистовых работ: $\varphi_1 = 30^\circ$; $\varphi_2 = 2^\circ$; $l_0 \geq (4 + 5)\varphi_2$
Дисковые пазовые фрезы		Для пазов с шириной допусками на обработку $\sigma_1 = 1^\circ 30'$ до 2°

6. Рекомендуемые значения угла наклона винтовых канавок и наклонных зубьев для нормальных фрез (по М. И. Лорну)

Фрезы	Угол $\lambda = \alpha$ в град.
Цилиндрические:	
круглозубые	40-45
мелкозубые	30-35
двоязубые	55
концевые	30-45
шпоночные	15-25
Дисковые:	
двухсторонние	15
трехсторонние	8-15
трехсторонние с расклонным зубом	15-20
трехсторонние сборные:	
при $B > 15 \text{ мм}$	12-15
при $B < 15 \text{ мм}$	8-10
трехсторонние двойные	15
Торцовые:	
с двойными зубьями	10
с остывшими ножами из быстрорежущей стали	15
цилиндрические и концевые, оснащенные винтовыми пластинами твердых сплавов	45-60

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

$$K_{\phi} = \left(\frac{45}{\phi} \right)^{0,9}$$

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

6) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий форму передней поверхности. По табл. 30 (гл. VI, справочника)

$$K_{\phi} = 1,05.$$

Режимы резания

30. Поправочные коэффициенты для расчета скорости резания при работе твердосплавными резцами

Факторы, влияющие на скорость резания	Поправочные коэффициенты для расчета скорости резания							
	Состояние заготовки	Без корки	Корка листовая	Корка литейная, затвердевшая				
Состояние заготовки	Поправочный коэффициент	1,0	0,8-0,85	0,5 + 0,6				
Марка твердого сплава	Сталь: марка сплава	TK10	T14K8	T15K6	T16K4	T18K6	T19K2	
	Поправочный коэффициент	0,85	0,9	1,0	1,4	1,75	1,1	
Чугун: марка сплава	ВК2	ВК3	ВК8	ВК8				
	Поправочный коэффициент	1,2	1,15	1,0	0,83			
Наклон реза по задней поверхности	Величина вылета h_d	0,5	0,8-1	1,5	2,0			
	Поправочный коэффициент	0,8	1,0	1,1	1,2			
Главный угол реза в плане ϕ	10	20	30	45	60	75	90	
	Поправочный коэффициент: сталь	1,55	1,3	1,13	1,0	0,92	0,85	0,81
Главный угол реза в плане	чугун	-	-	1,2	1,0	0,88	0,83	0,78
	Форма передней поверхности	С отрицательной фаской		Плюсовая отрицательная				
Форма передней поверхности	Поправочный коэффициент	1,0		1,05				

Примечание. Поправочные коэффициенты на главный угол в плане ϕ в резцах с дисковыми режущим лезвием не отбрасываются.

Основные элементы фрезы

2. Рекомендуемые значения передних углов фрез (по М. Н. Лерну)

Типы фрез	Характеристики обрабатываемого материала		Значение переднего угла γ в град.
	$\rho_{\text{пр}}$ в кг/мм ³	Померы марок стали	
а) Фрезы из быстрорежущей стали	До 80	Сталь 10, 15, 20, 25, 30, 35, 20X, 20XH и др.	20
		Св. 60 до 100	43, 45, 50, 40X и др.
Цилиндрические, торцовые, дисковые двух- и трехсторонние, конусные, типа Геллера, обдирочные кукурузные (с разделенным стружкой)	Св. 100	Некоторые легированные стали в закаленном состоянии	10
	Чугун серый и ковкий НВ св. 150 НВ до 190		10 15
Шаровые, шпиль круглые, Т-образные, дисковые, плазменные	До 3 мм Св. 3 мм	Алюминиевые сплавы Пластмасса (текстолит и гетинакс)	25 8
		Дюбели и чугунные для шпильки фрезы В	10
Фасонные замкнутые и незамкнутые и угловые	Все стали и чугуны		10
б) Фрезы, оснащенные твердыми сплавами	Цилиндрические, торцовые, дисковые двух- и трехсторонние, конусные	Сталь конструкционная	+15
		До 85 85-89 85-85 100-120	+5 5 -10
Чугун	НВ до 200 НВ 200-280 НВ св. 250	Алюминиевые сплавы	+5 0
		Датунь	+15 5

Примечания: 1. У фрез с углом наклона выноса зуба $\alpha > 3^\circ$ передний угол для обработки стали с $\rho_{\text{пр}} < 60 \text{ кг/мм}^3$ берется равным 10.
2. Контур фасонных фрез с отрицательным углом $\gamma > 10^\circ$ при обработке лочных профилей необходимо корректировать.
3. Величина переднего угла γ для фасонных фрез, изготовленных без копирования их контура, назначается с учетом допусков отклонений профиля детали.
4. Присадки при резании при растяжении $\rho_{\text{пр}}$ лишь ориентировочно характеризуют качество обрабатываемой стали для назначения оптимального переднего угла.
5. Предельные отклонения углов $\pm 1^\circ$.

7) Определяем истинную скорость резания:

$$v = v_y K_u K_m K_o K_\phi K_\phi = 156 \cdot 0,65 \cdot 0,883 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 = 65,8 \text{ м / мин}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

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

По паспорту станка 1К62 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

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

По табл. 17 (гл. VI, справочника) при обработке твердосплавным резцом конструкционной стали с

$$\sigma_6 = 300; x_p = 1; y_p = 0,75; n_p = -0,15.$$

Тогда

$$P_{zy} = 300 \cdot 5 \cdot 0,61^{0,75} \cdot 59,3^{-0,15} = 561$$

кгс.

2) Определяем поправочный коэффициент, учитывающий прочность обрабатываемого материала:

$$K_M = \left(\frac{\sigma_6}{75} \right)^{P_p}.$$

<p>IV — низкая скорость, закалка, фаска</p>	<p>III — высокая скорость, закалка, фаска</p>	<p>II — высокая скорость, закалка, фаска</p>
<p>Режим для обработки сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ. Режимы резания при обработке сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ. Режимы резания при обработке сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ.</p>	<p>Режим для обработки сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ. Режимы резания при обработке сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ.</p>	<p>Режим для обработки сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ. Режимы резания при обработке сталей с $\sigma_{sp} > 80 \text{ кг/мм}^2$ при обработке на станках с ЧПУ.</p>

в. форма передней поверхности для заготовки вала

Точение

Тяжелые работы

17. Значение коэффициентов и показателей степени в формулах табл. 16

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал режущей части реза	Коэффициенты и показатели степени в формулах											
			тангенциальной силы			радиальной силы			силы подачи					
			C_{Pz}	x_{Pz}	ν_{Pz}	C_{Py}	x_{Py}	ν_{Py}	C_{Px}	x_{Px}	ν_{Px}			
Сталь и стальное литье $\sigma_{sp} = 75 \text{ кг/мм}^2$	Обточка, расточка	Твердый сплав	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4
		Быстрорежущая сталь	208	1,0	0,75	0	141	0,9	0,75	0	66,8	1,2	0,65	0
Чугун серый	Прорезка и отрезка	Твердый сплав	408	0,72	0,5	0	173	0,73	0,67	0	—	—	—	—
		Быстрорежущая сталь	247	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	Обточка, расточка	Твердый сплав	92	1,0	0,75	0	34	0,9	0,75	0	46	1,0	0,4	0
		Быстрорежущая сталь	118	1,0	0,75	0	129	0,9	0,75	0	51,4	1,2	0,65	0
	Прорезка и отрезка	Быстрорежущая сталь	158	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—

18. Поправочные коэффициенты для расчета сил резания в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Коэффициенты в формулах						
	тангенциальной силы		радиальной силы		силы подачи		
	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав	Быстрорежущая сталь	
Сталь	$\sigma_{sp} \leq 60 \text{ кг/мм}^2$	$k_{MPz} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{0,35}$	$k_{MPz} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{0,35}$	$k_{MPy} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{1,35}$	$k_{MPy} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{2,0}$	$k_{MPx} = \frac{\sigma_{sp}}{75}$	$k_{MPx} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{1,5}$
	$\sigma_{sp} > 60 \text{ кг/мм}^2$	$k_{MPz} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{0,75}$	$k_{MPz} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{0,75}$	$k_{MPy} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{1,35}$	$k_{MPy} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{2,0}$	$k_{MPx} = \frac{\sigma_{sp}}{75}$	$k_{MPx} = \left(\frac{\sigma_{sp}}{75}\right)^{1,5}$
Чугун серый	$k_{MPz} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{0,4}$	$k_{MPz} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{0,55}$	$k_{MPy} = \frac{HB}{190}$	$k_{MPy} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{1,3}$	$k_{MPx} = \left(\frac{HB}{160}\right)^{0,8}$	$k_{MPx} = \left(\frac{HB}{190}\right)^{1,1}$	

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

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

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

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

4) Определяем поправочный силовой коэффициент, учитывающий значение переднего угла резца. По табл. 19 (гл. VI, справочника) $K_{\gamma} = 1,15$.

Режимы резания

19. Поправочные коэффициенты для расчета сил

Наименование фактора	Наименование фактора, поправочные коэффициенты	Коэффициенты для тангенциальной P_z				
		10	20	30	45	60
Главный угол в плане φ	Угол φ Поправочный коэффициент	1,0	1,06	1,09	0,94	0,80
	Угол φ Поправочный коэффициент	1,32	1,16	1,09	1,0	0,86
Передний угол γ	Угол γ Поправочный коэффициент	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
	Угол γ Поправочный коэффициент	8	12-15	20	25	—
Угол наклона резца в плоскости λ	Угол λ Поправочный коэффициент	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0
	Угол λ Поправочный коэффициент	1,0	1,0	1,0	1,0	1,02
Радиус вершины резца r в мм	Радиус r в мм Поправочный коэффициент	1	2	3	5	—
	Радиус r в мм Поправочный коэффициент	0,83	0,88	1	1,04	—
Навес по задней грани h_z	Навес h_z в мм Поправочный коэффициент	1,0	1,0	1,05	1,06	—
	Навес h_z в мм Поправочный коэффициент	4,0	2,0	1,0	0,5	0
Навес по передней грани h_x	Навес h_x в мм Поправочный коэффициент	1,0	1,0	0,95	0,83	0,81
	Навес h_x в мм Поправочный коэффициент	1,0	0,83	0,82	0,62	0,81

Режцы для точечной

У отрезных и прорезных резцов $\alpha_1 = 1 \div 2^\circ$. Большие значения этого угла берутся при ширине кромки, превышающей 5 мм. Главные углы в плане φ приводятся в табл. 5, вспомогательные углы в плане φ_1 — в табл. 6, а углы наклона главного режущего лезвия λ — в табл. 7.

6. Вспомогательные углы в плане φ_1 для токарных резцов из быстрорежущей стали в градусах

Типы токарных резцов	Условия работы	Вспомогательный угол в плане φ_1
Проходные	Обработка жестких заготовок без врезания Обработка жестких заготовок без врезания Обработка нежестких заготовок с врезанием	5-10 10-15 20-35
Проходные отогнутые	Обычные	30-45
Надрезные и расточные	Обычные	20-35
Отрезные и прорезные	Обычные	1-2

7. Углы наклона главного режущего лезвия λ для токарных резцов из быстрорежущей стали в градусах

Типы токарных резцов и условия работы	Угол наклона главного режущего лезвия λ		
	Форма передней поверхности по табл. 3		
	I	II и III	IV
Проходные и расточные для грубой обработки	0	4-4	—
То же для чистовой обработки	0	0	—
Надрезные, прорезные и отрезные	0	0	—
Для обработки прерывистых поверхностей	0	4-10	20

Примечание. Для жестких деталей или при нежестком креплении детали λ — от -10° до -20° .

Соприжение главной и вспомогательной задних поверхностей выполняется или по радиусу при вершине, или при помощи переходной режущей кромки длиной R под углом φ (рис. 8). У резцов проходных и расточных при s до 0,2 мм $r = 0,5 \div 5$ мм, а при s свыше 0,2 мм $r = 0,5 \div 5$ мм.

5) Определяем истинную окрикнута силу резания:

$$P_z = P_{zy} K_m K_\phi K_\gamma = 561 \cdot 1,04 \cdot 1,15 \cdot 1 = 671 \quad \text{кгс}$$

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

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

Эффективная мощность меньше эффективной мощности станка, взятой из паспорта: $6,5 \text{ кВт} < 7,8 \text{ кВт}$.

При невыполнении этого условия необходимо уменьшить число оборотов шпинделя.

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

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

Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта: $20,8 \text{ кгс} \cdot \text{м} < 23 \text{ кгс} \cdot \text{м}$.

При невыполнении этого условия необходимо уменьшить число оборотов шпинделя.

II. Определяем основное технологическое время обработки

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

Путь врезания определяем по формуле

$$l_{ep} = t \operatorname{ctg} \varphi;$$

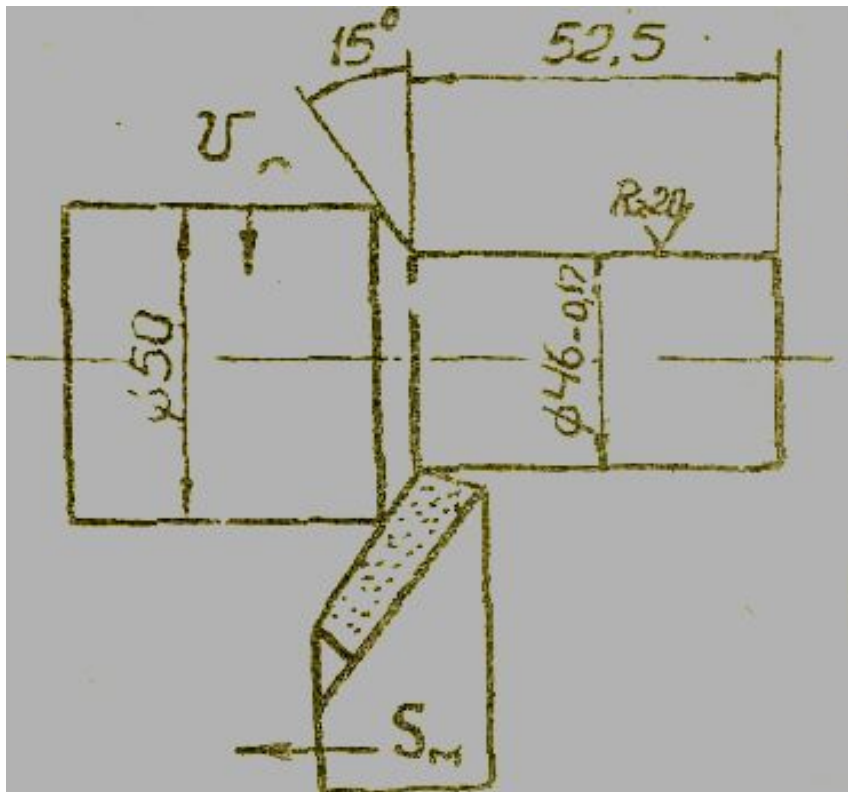
$$l_{ep} = 5 \cdot \operatorname{ctg} 45^\circ = 5$$

$$t_0 = \frac{102,5 + 5}{315 \cdot 0,61} = 0,56 \quad \text{мм};$$

Операция 2. Обтачивание цилиндрической поверхности диаметром 46 мм (рис. 4).

I. Применяем правый проходной резец с сечением державки $16 \times 25 \text{ мм}^2$. 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, который по форме детали должен быть равен $\varphi = 75^\circ$



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

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

5. Определяем скорость резания:

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

$$v_y = \frac{C_g}{T^m t^{x_g} S^{y_g}}.$$

Величины $C_g; m, x_g$ и y_g

были найдены при определении скорости резания для операции 1. Подставляем значения:

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

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

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

По табл. 27 учебника имеем $q_g = 0,35$ тогда

$$K_{12} = \left(\frac{45}{75}\right)^{0,11} = 0,835.$$

3) Поправочные коэффициенты, учитывающие форму твердого сплава, прочность обрабатываемого материала, обрабатываемости стали 20ХГ и форму передней поверхности,

найдем при определении скорости резания для операции I:

$$K_{11} = 0,45; K_{12} = 0,833; K_{13} = 0,7; K_{14} = 1,05.$$

4) Определим истинную скорость резания:

$$S = S_{11} K_{11} K_{12} K_{13} K_{14} = 204 \cdot 0,835 \cdot 0,45 \cdot 0,833 \cdot 0,7 \cdot 1,05 = 71,8 \text{ м/мин.}$$

6. Определим число оборотов шпинделя:

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

По паспорту станка 1К62 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя $n_s = 400$ об/мин.

7. Определим скорректированную скорость резания:

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

8. Определим окружную силу резания:

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

$$P_{10} = c_p \cdot a^{0,75} \cdot S^{0,75} \cdot S_s^{0,25}.$$

Величины c_p, K_p, K_f и θ_p найдем при определении окружной силы резания для операции I.

$$P_{10} = 300 \cdot 2 \cdot 0,42^{0,75} \cdot 62,8^{0,25} = 148,5 \text{ кгс.}$$

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

$$K_{15} = \left(\frac{\varphi}{45}\right)^{0,1}.$$

По учебнику 1 (с. 193) имеем при $\varphi \geq 45^\circ$ $K_{15} = 0,25$, тогда

$$K_{15} = \left(\frac{75}{45}\right)^{0,11} = 1,135.$$

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

$$K_{16} = 1,04; K_{17} = 1,15.$$

4) Определим истинную окружную силу резания:

$$P_s = P_{10} K_{15} K_{16} K_{17} = 148,5 \cdot 1,135 \cdot 1,04 \cdot 1,15 = 229 \text{ кгс.}$$

9. Определим необходимую эффективную мощность:

$$N_s = \frac{P_s S_s}{4120} = \frac{229 \cdot 62,8}{4120} = 3,35 \text{ кВт.}$$

Необходимая эффективная мощность меньше электрической мощности станка: $3,35 \text{ кВт} < 7,8 \text{ кВт}$.

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

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

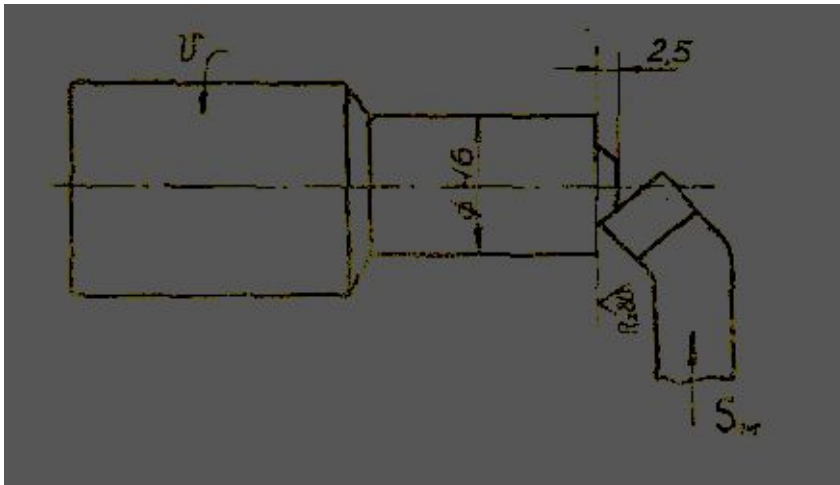
Крутящий момент резания меньше крутящего момента станка, взятого из паспорта: $5,72 \text{ кгс} \cdot \text{м} < 18,2 \text{ кгс} \cdot \text{м}$.

II. Определяем основное технологическое время обработки:

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

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

Операция 3. Подрезание торца (рис. б).



1. Применяем правый отогнутый подрезной резец с главным и вспомогательным углами в плане 45° и сечением державка $16 \times 25 \text{ мм}^2$. Выбираем рациональные геометрические параметры резца (рис. 7).

По табл. 3 (гл. 1, справочник) принимаем плоскую переднюю поверхность с фаской (форма П). По табл. 4 (гл. I, справочник) выбираем значения переднего угла 25° и задних углов 8° . По табл. 7 (гл. 1, справочник) выбираем значение угла наклона главного лезвия $= 0^\circ$.

По справочнику (с. 9....11) выбираем значение радиуса переходного лезвия $R=1 \text{ мм}$.

По табл. 3 (гл. 1, справочник) принимаем плоскую переднюю поверхность с фаской (форма II). По табл. 4 (гл. I, справочник) выбираем значения переднего угла 25° и задних углов 8° . По табл. 7 (гл. 1, справочник) выбираем значение угла наклона главного лезвия $= 0^\circ$.

По справочнику (с. 9....11) выбираем значение радиуса переходного лезвия $R=1\text{мм}$.

ТОМ
Режцы для точения

7

3. Форма передней поверхности токарных резцов из быстрорежущей стали

Форма передней поверхности	Область применения
<p>I — радиусная с фаской</p>	<p>Резцы всех типов (за исключением фасонных со сложным контуром режущей кромки) для обработки стали, особенно в случаях необходимости обеспечить стружкозавивание</p>
<p>II — плоская с фаской</p>	<p>Резцы всех типов для обработки стали при подаче свыше $0,2 \text{ мм/об}$</p>
<p>III — плоская</p>	<p>Резцы всех типов для обработки чугуна. Фасонные резцы со сложным контуром режущей кромки. Резцы для обработки стали при подаче равной или меньшей $0,2 \text{ мм/об}$</p>

f — ширина фаски; γ — передний угол; R — радиус выемки

У резцов, используемых при подаче, равной или меньшей $0,2 \text{ мм/об}$, режущие кромки следует закруглять, притуплять их острым и не допуская при этом образования фаски шириной более $0,2 \text{ мм}$. У резцов, предназначенных для работы с подачей, большей $0,2 \text{ мм/об}$, фаска имеет ширину $f = (0,8 \div 1,0) s$, где s — подача в мм/об . Радиус R выемки у проходных и расточных резцов делается равным $(10 \div 15) s$; у подрезных и отрезных резцов $R = (50 \div 60) s$, но не менее 3 мм .

Вспомогательные задние углы α_1 у проходных, подрезных и расточных резцов принимаются равными главному заднему углу

4. Угол α и γ для резцов из быстрорежущей стали в градусах

Обрабатываемый материал	Главный задний угол α		Передний угол γ	
	$\alpha > 0,2$	$\alpha \leq 0,2$	Форма передней грани по табл. 3	
	М/Об	М/Об	I и II	III
Алюминиевые и магниевые сплавы; медь	10	15	30	25
Вольфрам и латунь крупнозернистые	8	12	25	18
Латуни вязкие	8	12	30	25
Стали углеродистые, легированные и инструментальные. Стальные литье:				
НВ < 140; $\sigma_{\text{пр}} < 50 \text{ кг/мм}^2$	8	12	30	25
НВ 140—220; $\sigma_{\text{пр}} = 50 \pm 50 \text{ кг/мм}^2$	8	12	25	18
НВ 230—340; $\sigma_{\text{пр}} = 80 \pm 120 \text{ кг/мм}^2$	8	12	25	12
Чугун серый и ковкий:				
НВ < 150	8	12	25	18
НВ 150—220	8	12	25	12
НВ > 220	5	12	—	5

Примечания: 1. При обработке прерывающих поверхностей и литья с коркой вместо задних углов $25-30^\circ$ и $15-25^\circ$ выбираются соответственно углы 30 и 12° .

2. Допуски на заточку для α и γ не больше $10'$ равны $\pm 1'$, для α и γ больше $10'$ равны $\pm 2'$.

5. Главные углы в плане φ для токарных резцов из быстрорежущей стали в градусах

Типы токарных резцов	Условия работы	φ
Резцы всеобщего назначения	Обработка жестких заготовок, продольное обтачивание в упор с одновременным подрезанием торцов, растачивание отверстий малых диаметров, отрезание, прорезание канавок	90
Отрезные	Отрезание без бойшей	80
Проходные, расточные	Обработка заготовок малой жесткости на проход	53—75
Расточные	Обработка жестких заготовок с жестким креплением резца на станках повышенной жесткости	45—50
Проходные	Обработка жестких заготовок на станках повышенной жесткости Чистовая обработка с малыми глубинами резания на жестких станках	30—60 10—20

резания в зависимости от геометрии и наклона резцов

расчета силы резания									
радиальной P_H					осевой (силы подачи) P_x				
30	1,3	1,3	60	0,77	50	30	45	60	90
						0,78	1,0	1,11	1,17
30	45	60	90	30	45	60	90		
1,63	1,0	0,71	0,41	0,70	1,0	1,27	1,82		
1,23	1,0	0,67	0,70	0,63	1,0	1,11	1,28		
20	10	0	-10	-20	20	10	0	-10	-20
0,7	1,0	1,4	1,3	2,2	0,7	1,0	1,4	1,3	2,2
8	12—15	20	25	8	12—15	20	25		
—	1,77	1,25	1,0	—	1,9	1,28	1,0		
—	1,2	1,0	0,7	—	1,48	1,0	0,78		
1,0	0,82	—	—	—	1,0	0,68	—		
—5	0	+5	+10	+15	-5	0	+5	+10	+15
0,75	1,0	1,25	1,5	1,7	1,07	1,0	0,85	0,75	0,65
-10	0	+5	+10	+20	-10	0	+5	+10	+20
0,75	1,0	1,05	1,1	1,4	1,22	1,0	0,9	0,82	0,67
1	2	3	5	1	2	3	5		
0,72	0,86	1	1,17	—	1,12	1	0,87		
0,81	0,93	1	1,11	—	1,08	1	0,9		
—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—		
4,0	2,0	1,0	0,5	0	4,0	2,0	1,0	0,5	0
—	1,0	0,63	0,5	0,68	—	1,0	0,67	0,55	0,63
1,0	0,37	0,38	0,34	0,33	1,0	0,64	0,52	0,47	0,42

3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. 1 (гл. VI, справочник) принимаем

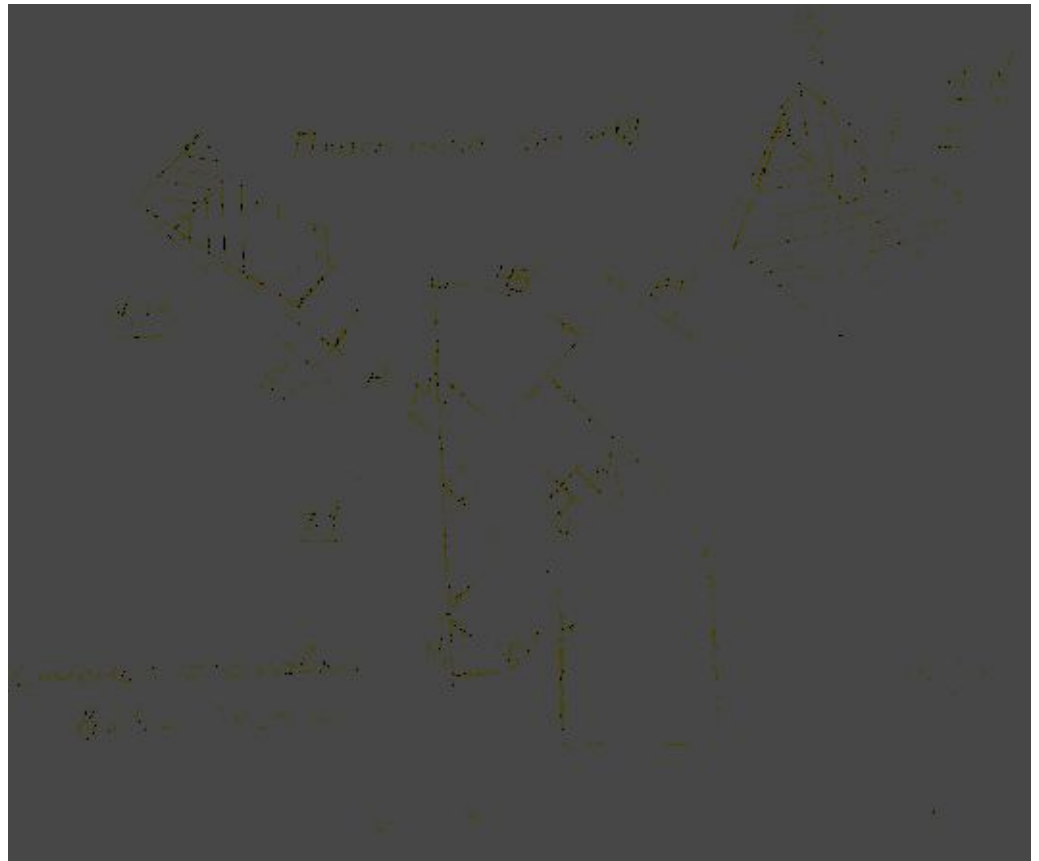
$$S = 0,5 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка 1К62 принимаем скорректированную подачу

$$S_k = 0,52 \text{ мм/об.}$$

4. Задаемся периодом стойкости резца®

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



5. Определим скорость резания

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

$$V_{\text{усл}} = \frac{C}{f \cdot S}$$

По табл. 24 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструкционной стали с $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2$ с охлаждением имеем $C_v = 31,6$, $x = 0,25$, $y = 0,66$. Тогда

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

2) Определим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий период стойкости реза:

$$K_1 = \left(\frac{60}{T}\right)^x$$

По табл. 25 учебника [1] имеем $x = 0,125$

$$K_1 = \left(\frac{60}{40}\right)^{0,125} = 1,055.$$

3) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку инструментальной стали реза. По табл. 27 (гл. VI, справочник [3]) $K_2 = 1$.

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

$$K_3 = \left(\frac{75}{\sigma_s}\right)^y$$

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

$$K_3 = \left(\frac{75}{85}\right)^{1,5} = 0,83.$$

5) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) для стали 20ХГ с $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2$ имеем $K_4 = 0,7$.

6) Определим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий значение главного угла в плане реза:

$$K_5 = \left(\frac{45}{\varphi}\right)^z$$

Так как $\varphi = 45^\circ$, то $K_5 = 1$.

7) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий форму передней поверхности реза. По табл. 27 (гл. VI, справочник [3]) $K_6 = 1,15$.

8) Определим истинную скорость резания

$$V = V_{\text{усл}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 35,9 \cdot 1,055 \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 = 25,3 \text{ м/мин.}$$

6. Определим число оборотов шпинделя:

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

По паспорту станка К62 принимаем скорректированное число оборотов шпинделя $n = 160$

об/мин.

7. Определяем скорректированную скорость резания:

$$s = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{\pi \cdot 46 \cdot 160}{1000} = 231 \text{ м/мин}$$

8. Определяем окружную силу резания:

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

$$P = C \cdot t^x \cdot S^y \cdot s^z$$

По табл. 16 (гл. VI, справочник [3]) при обработке резцом из инструментальной стали конструкционной стали с $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2$ имеем $C = 208$, $x = 1$, $y = 0,75$, $z = 0$. Тогда

$$P = 208 \cdot 2,5 \cdot 0,52^0 = 310 \text{ кгс}$$

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

$$K_s = \left(\frac{\sigma}{75} \right)^2$$

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

$$K_s = \left(\frac{85}{75} \right)^2 = 1,11$$

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

$$K_\varphi = \left(\frac{\varphi}{45} \right)^2$$

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

4) Находим поправочный коэффициент, учитывающий значение переднего угла реза. По табл. 19 (гл. VI, справочник [3]) имеем $K_\gamma = 0,94$.

5) Определяем истинную окружную силу резания:

$$P = P \cdot K_s \cdot K_\varphi \cdot K_\gamma = 310 \cdot 1,11 \cdot 1 \cdot 0,94 = 324 \text{ кгс}$$

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

$$N = \frac{P \cdot s}{6120} = \frac{324 \cdot 231}{6120} = 1,22 \text{ кВт}$$

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:

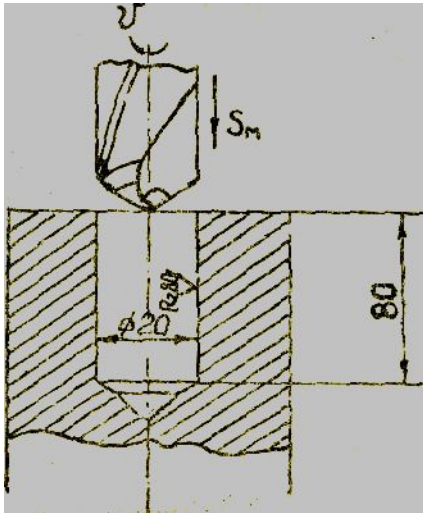
$$M = \frac{P \cdot D}{2000} = \frac{324 \cdot 46}{2000} = 7,45 \text{ кгс·м}$$

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

II. Определяем основное технологическое время обработки:

$$t = t_{ctg\varphi} = 2,5 \cdot t_{ctg45} = 2,5 \cdot 111$$

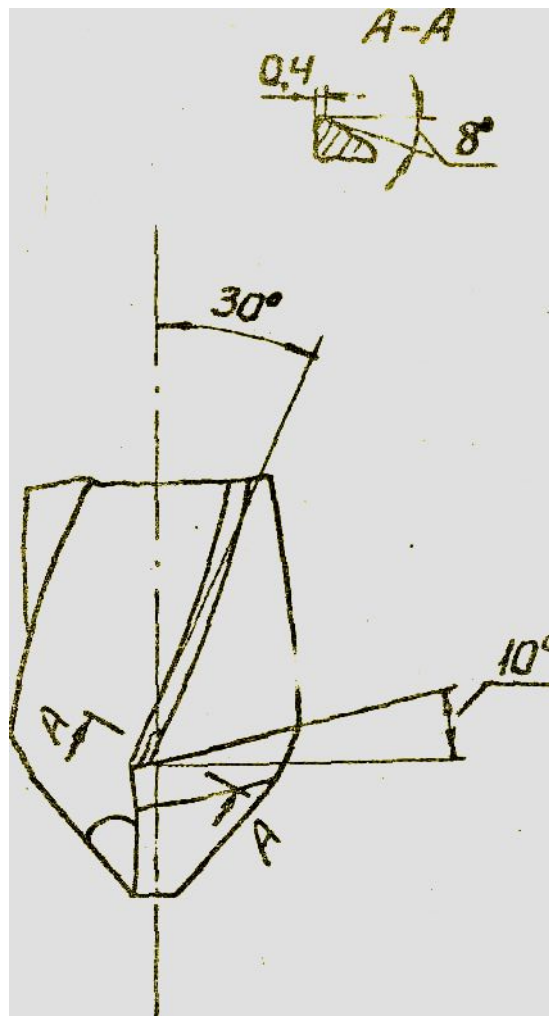
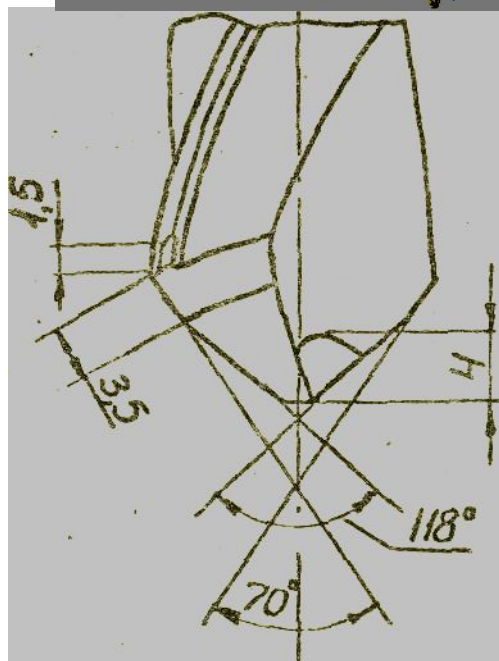
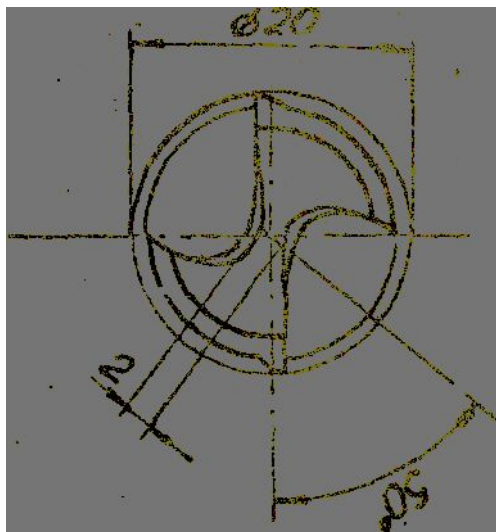
О п е р а ц и я 4. Сверление отверстия (рис. 8).



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) выбираем значения двойного угла в плане $=118^\circ$ и $=70^\circ$, угла наклона перемычки $=50^\circ$, заднего угла на периферии сверла и элементы заточки: $B = 3,5$ мм, $l_f = 1,5$ мм, $A = 2$ мм.

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



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

Режимы резания

3. Подача или глубина резания на толковых станках

Диаметр сверла d в мм	Обрабатываемый материал		Чугун											
	Сталь и стальные литей		Глубокий резания f в мм					Поперечный резание f в мм/об						
	4	5	10	15	20	3	5	10	15	20				
10	0,08	0,08-0,2	—	—	—	—	0,08-0,12	—	—	—	—	—	—	—
16	0,08-0,2	0,12	—	—	—	—	0,15-0,25	—	—	—	—	—	—	—
20	0,15-0,4	0,1-0,25	—	—	—	—	0,3-0,5	—	—	—	—	—	—	—
30	0,5-1,0	0,2-0,5	—	—	—	—	0,5-1,2	—	—	—	—	—	—	—
40	1,0-2,0	0,25-0,6	—	—	—	—	0,5-0,7	—	—	—	—	—	—	—
50-250	2,0-4,0	0,3-0,8	—	—	—	—	0,6-1,0	—	—	—	—	—	—	—
250-500	4,0-8,0	0,4-1,0	—	—	—	—	1,1-1,3	—	—	—	—	—	—	—
500-1000	8,0-16,0	0,5-0,7	—	—	—	—	0,9-1,1	—	—	—	—	—	—	—
1000-10000	16,0-32,0	0,8-1,0	—	—	—	—	0,7-0,9	—	—	—	—	—	—	—
10000-100000	32,0-64,0	0,7-0,8	—	—	—	—	1,3-1,8	—	—	—	—	—	—	—
100000-1000000	64,0-128,0	0,7-0,8	—	—	—	—	1,1-1,2	—	—	—	—	—	—	—

При работе без корки направляемые в таблице значения подачи могут быть увеличены на 10—15%.

Сверление

241

15. Рекомендуемые углы наклона винтовой канавки к сверла различных диаметров

Диаметр сверла D в мм	0,25-0,35	0,4-0,45	0,5-0,7	0,75-0,95	1,0-1,9	2,0-2,9
Угол наклона винтовой канавки α в градусах	18	19	20	21	22	23
Диаметр сверла D в мм	3,0-3,4	3,5-4,4	4,5-6,4	6,5-8,4	8,5-9,9	10-80
Угол наклона винтовой канавки α в градусах	24	25	26	27	28	30

При обработке латуни, мягкой бронзы, эбонита, бакелита и цоллулода $\alpha = 8 + 12^\circ$, красной меди и алюминия $\alpha = 35 + 45^\circ$. Меньшие величины угла α — для сверл мелких диаметров. Большие — для крупных.

Для сверл, оснащенных твердым сплавом, угол α имеет следующие значения (табл. 16):

16. Угол наклона α

Диаметр сверла D в мм	До 8	Св. 8 до 15	Св. 15 до 25	Св. 25
Угол наклона винтовой канавки α в градусах	13	15	18	20

Направление и форма винтовой канавки. Спиральные сверла изготовляют с правым направлением винтовой канавки для правого резания и с левым направлением винтовой канавки для левого резания. Сверла с левым направлением винтовой канавки применяются на автоматах.

Форма канавки задается диаметром сердцевины d_s , шириной канавки, обычно равной ширине пера, и формой режущих лезвий.

Диаметр сердцевины для сверла диаметром $D = (0,1 + 1,25) \text{ мм}$ берется равным $d_s = 0,24D^{0,8}$; для сверла диаметром $D = (1,5 + 12) \text{ мм}$ $d_s = (0,19 + 0,15) D$; для сверла диаметром $D = (13 + 80) \text{ мм}$ $d_s = (0,145 + 0,125) D$.

Для повышения прочности сверла диаметр сердцевины в хвостовой части сверла увеличивается. Диаметр сердцевины для твердосплавных сверл рассчитывается по формуле

$$d_s = kD,$$

где коэффициент $k \approx 0,42 + 0,38$ для сверл, работающих по металлу, а для сверл, работающих по неметаллическим материалам, $k = 0,35 + 0,32$.

Профиль винтовых канавок сверла определяется путем графического или аналитического расчета [6], [7].

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

1) По табл. 33 (гл. II, справочник) 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. II, справочник)

$$K_{es} = 0,9.$$

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

$$S_k = 0,19 \text{ мм/об.}$$

Продолжение табл. 157

Режимы резания

Характер шлифования	Материал заготовки	Шлифовальный круг		Связка	Зернистость	Темп. дельта	C ₁	r	x	y	z	d
		Абразивный материал	Связка									
Круглое шлифование	Сталь, легированная	Зеленокорунок	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										
Плоское шлифование	Чугун	Керамика-карбид	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										
Плоское шлифование	Сталь, легированная	Керамика-карбид	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										
Плоское шлифование	Сталь, легированная	Керамика-карбид	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										
Плоское шлифование	Сталь, легированная	Керамика-карбид	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										
Плоское шлифование	Сталь, легированная	Керамика-карбид	Керамика-карбид	46	35	46	0,30	0,27	0,4	0,4	0,4	0,3
	Сталь, легированная	Зеленокорунок										

Сверление и рассверливание

из твердых сплавов — в табл. 36, подачи при рассверливании сверлами из инструментальной стали — в табл. 35, а сверлами с пластинами из твердых сплавов — в табл. 37.

34. Поправочные коэффициенты при расчете подачи в зависимости от глубины сверления (для I группы подач)

Отношение глубины сверления к диаметру сверла $\frac{l}{D}$	3	5	7	10
Коэффициент K_s	1	0,9	0,8	0,75

35. Подачи при рассверливании сверлами из инструментальной стали с двойной заточкой

Диаметр сверла в мм	Диаметр отверстия в мм в заготовке	Обработываемый материал					
		Сталь и стальное литье			Чугун		
		I	II	III	I	II	III
До 25	10	0,7—1,1	0,5—0,7	0,3—0,4	1,1—1,5	0,7—1,0	0,4—0,5
	15	0,8—1,2	0,6—0,8	0,4—0,5	1,2—1,6	0,8—1,1	0,45—0,6
Св. 25 до 30	10	0,7—1,1	0,5—0,7	0,3—0,4	1,0—1,4	0,7—1,1	0,4—0,5
	30	0,7—1,1	0,5—0,7	0,3—0,4	1,1—1,5	0,8—1,2	0,45—0,55
Св. 30 до 40	15	0,8—1,2	0,6—0,8	0,4—0,5	1,0—1,4	0,7—1,1	0,4—0,5
	30	0,9—1,3	0,6—0,8	0,4—0,5	1,1—1,5	0,8—1,2	0,5—0,6
Св. 40 до 50	30	0,8—1,2	0,6—0,8	0,4—0,5	1,2—1,6	0,9—1,3	0,5—0,6
	40	1,0—1,4	0,8—0,9	0,5—0,6	1,3—2,0	1,0—1,4	0,7—0,8
Св. 50 до 60	30	0,8—1,2	0,7—0,8	0,4—0,5	1,2—1,6	0,9—1,3	0,55—0,6
	50	1,0—1,4	0,8—0,9	0,5—0,6	1,3—2,0	1,0—1,4	0,7—0,8

Примечания: При выборе группы подачи руководствоваться указанными для сверления.

По паспорту станка 2A150 принимаем скорректированную подачу

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

4. Определяем скорость резания:

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

$$v_y = \frac{C_g D^{z_g}}{T^m S^{y_g}}.$$

По табл. 39 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструкционной стали с $\sigma_s = 75$ кгс/мм² сверлом из быстрорежущей стали имеем

$$C_g = 8,9; m = 0,2; y_g = 0,7; z_g = 0,4,$$

тогда

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

Режимы резания

39. Числовые значения коэффициента C_g и показатели степени в формуле скорости резания

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Подана s в мм/об	Коэффициент и показатели степени				
			C_g	m	y_g	z_g	n
Сталь конструкционная углеродистая и легированная $\sigma_{sp} = 75$ кг/мм ² НВ 215	Сверление	До 0,4	8,9	0,7	0,4	—	0,2
	Расширивание	—	—	0,5	0,4	0,2	0,2
Чугун серый НВ 190	Сверление	До 0,3	17,6	0,55	0,25	—	0,125
	Расширивание	—	—	0,4	0,25	0,1	0,125
Чугун ковкий НВ 190	Сверление	До 0,3	20,2	0,55	0,25	—	0,125
	Расширивание	—	—	0,4	0,25	0,1	0,125
Сталь нержавеющей и жаропрочная	Сверление	—	—	0,45	0,5	—	0,12

40. Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных условий работы в зависимости:

а) от обрабатываемого материала				
Обрабатываемый материал	k_{sp}	Состояние стали	k_{st}	k_{sp}
Сталь	Автоматная	—	—	1,1
Углеродистая $\sigma_{sp} < 55$ кг/мм ²	—	Поставка прокат: холоднокатаный	—	—
—	—	горячекатаный	—	1

Шлифовальные работы

Значения скорости вращения или прямолинейного перемещения заготовки v_g , глубины шлифования t и продольной подачи z в долях ширины круга для различных видов шлифования приведены в табл. 153—156.

153. Режимы шлифования при наружном круглом шлифовании

Характер шлифования	Режимы шлифования		
	Окружная скорость заготовки v_g в м/мин	Глубина шлифования t	Продольная подача z в долях ширины круга
Предварительное шлифование с продольной подачей на каждый одинарный ход стола	12—25	0,01—0,025 мм	0,3—0,7
	20—30	0,015—0,05	0,3—0,7
Чистовое шлифование с продольной подачей стола	15—55	0,005—0,015	0,2—0,4
	30—50	0,0025—0,075 мм/об	—
Врезное шлифование: предварительное	30—50	—	—
	30—40	0,001—0,005	—

154. Режимы шлифования при внутреннем круглом шлифовании

Тип станков	Характер шлифования	Режимы шлифования		
		Окружная скорость заготовки v_g в м/мин	Глубина шлифования t в мм	Продольная подача z в долях ширины круга
Простые	Предварительное	30—40	0,005—0,02	0,40—0,70
	Чистовое	30—40	0,0025—0,01	0,25—0,40
Полуавтоматические	Предварительное	50—150	0,0025—0,005	0,40—0,75
	Чистовое	50—150	0,0015—0,0025	0,25—0,40

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

$$K_M = \left(\frac{75}{\sigma_s} \right)^{P_s}$$

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

$$K_M = \left(\frac{75}{85} \right)^{0,9} = 0,894.$$

3) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 25 (гл. VI, справочник [3]) для стали ОХГ с $\sigma_s = 75$ кгс/мм имеем $K_q = 2,7$.

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. 40 (гл. VI, справочник [3]) при отношении $\frac{l}{D} = 4$

$$K_l = 0,85.$$

6) Определяем поправочной скоростной коэффициент, учитывающий двойную заточку, подточку фаски и переемычки сверла. По табл. 40 (гл. VI, справочник [3]) имеем $K_\phi = 1$.

7) Определяем истинную скорость резания:

$$v = v_y K_M K_q K_u K_l K_\phi = 50,6 \cdot 0,894 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,851 = 16,1 \text{ м/мин.}$$

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 $n_k = 250$ об/мин.

6. Определяем скорректированную скорость резания:

$$v_s = \frac{\pi D n_1}{1000} = \frac{\pi \cdot 20 \cdot 250}{1000} = 15,7 \text{ м/мин}$$

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 $\sigma_s = 75$ кгс/мм² имеем $C_M = 39$; $x_M = 2$; $y_M = 0,8$. 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:

$$K_M = \left(\frac{\sigma_s}{75} \right)^{P_M}$$

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

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

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

$$N_e = \frac{M n_1}{716200 \cdot 1,36} = \frac{4560 \cdot 250}{716200 \cdot 1,36} = 1,17 \text{ кВт}$$

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

9. Определяем машинное время обработки:

$$t_0 = \frac{l + l_{\text{пр}}}{n_1 S_1}$$

Для сверл с двойной заточкой

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

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

Операция 5. Фрезерование

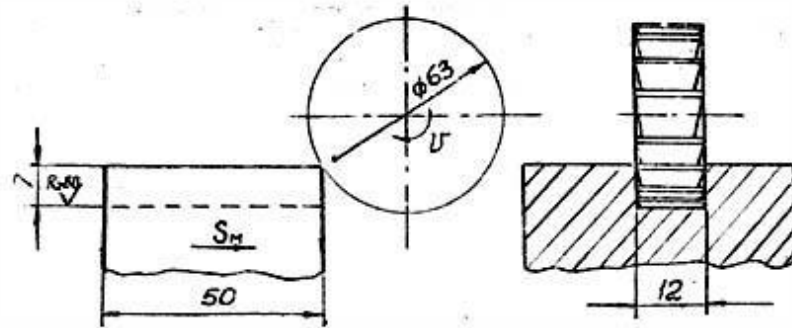


Рис. 10

1. 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 $Z = 16$

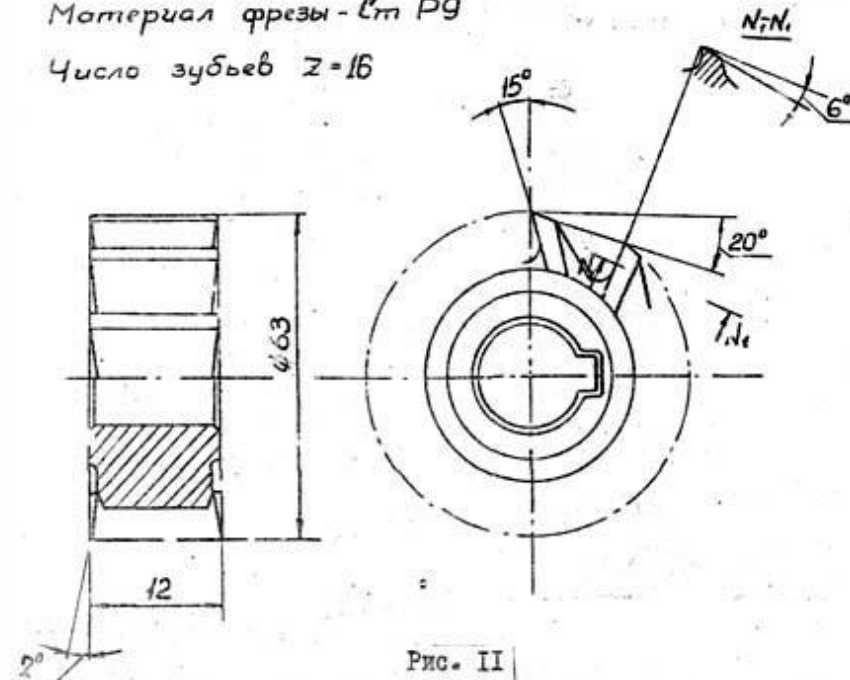


Рис. II

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

По табл. 2 (гл. VI, справочник [4]) выбираем значение переднего угла $\alpha = 15^\circ$. По табл. 3 (там же) выбираем значение заднего угла $\beta = 16^\circ$ и значение вспомогательного заданного угла

По табл. 5 (гл. VI, там же) выбираем значение вспомогательного угла в плане $\alpha_0 = 2^\circ$

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

3. По характеру обработки задаемся значением подачи. По табл. 64 (гл. VI, справочник [3])

выбираем подачу на зуб $S_z = 0,03 \text{ мм}$. Так как обработка черновая, то в соответствии с примечанием 2 увеличиваем подачу в два раза. Окончательно имеем $S_z = 0,06 \text{ мм}$.

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

5. Определяем скорость резания:

1) По параметрам фрезы и режима резания, определяем скорость резания

$$v_s = \frac{C_s D^{0,25}}{T^{0,2} \cdot S_z^{0,3} \cdot Z^{0,1} \cdot B^{0,1}}$$

По табл. 70 и 71 (гл. VI, справочник [3]) при обработке конструкционной стали $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2$ фрезой из быстрорежущей стали имеем: $C_s = 68,5$; $m = 0,2$; $x_s = 0,3$; $y_s = 0,2$; $n_s = 0,1$; $z_s = 0,1$; $q_s = 0,25$;

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

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

$$K_{v1} = \left(\frac{75}{\sigma_s} \right)^{0,5}$$

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

$$K_{v1} = \left(\frac{75}{85} \right)^{0,65} = 0,923$$

3) Находим поправочный коэффициент, учитывающий обрабатываемость стали 20ХГ. По табл. 73 (там же) для стали 20ХГ с $\sigma_s = 75 \text{ кгс/мм}^2$ имеем $K_{v2} = 0,8$.

4) Находим поправочный скоростной коэффициент, учитывающий марку инструментальной стали фрезы. По табл. 72 (там же) имеем $K_{v3} = 1$.

5) Определяем истинную скорость резания:

$$v = v_s \cdot K_{v1} \cdot K_{v2} \cdot K_{v3} = 48,8 \cdot 0,923 \cdot 0,8 \cdot 1 = 36 \text{ м/мин}$$

6. Определяем число оборотов шпинделя:

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

По паспорту станка 6Н81 принимаем корректированное число оборотов шпинделя $n_c = 160$ об/мин.

7. Определяем корректированную скорость резания:

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

8. Определяем среднюю окружную силу резания;

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

$$P_{cz} = C_p \cdot t^{x_p} \cdot S_z^{y_p} \cdot B^z \cdot D^{q_p} \cdot z.$$

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

$$C_p = 82; x_p = 1,1; y_p = 0,8; z_p = 0,95; q_p = -1,1.$$

Тогда $P_{\Sigma} = 82 \cdot 7^{1,1} \cdot 0,06^{0,5} \cdot 12^{0,95} \cdot 63^{-1,1} \cdot 16 = 130 \text{ кгс}$.

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

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

$$K_{\gamma} = 0,9.$$

4) Определяем истинную среднюю окружную силу резания:

$$P_r = P_{\Sigma} K_{\varphi} K_{\gamma} = 130 \cdot 1 \cdot 0,9 = 117 \text{ кгс.}$$

9. Определяем среднюю необходимую эффективную мощность

$$N_r = \frac{P_r \varphi}{6120} = \frac{117 \cdot 31,7}{6120} = 0,61 \text{ кВт.}$$

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

10. Определяем минутную подачу $S_M = S_z z n_c = 0,06 \cdot 16 \cdot 160 = 153,5 \text{ мм/мин}$.

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

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

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

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

$$t_n = \frac{l + l_{\text{пр}} + l_{\text{в}}}{S_{M\text{пр}}}.$$

При фрезеровании, разовой фрезой путь врезания определяется по формуле

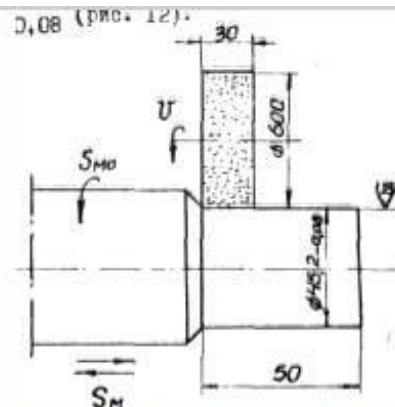
$$l_{\text{пр}} = \sqrt{f(D-f)}.$$

Путь перебега $l_{\text{в}}$ принимаем равным 2...3 мм.

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

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

О п е р а ц и я 6. Шлифование цилиндрической поверхности диаметром 45,2_{-0,08}



1. Выбираем размеры и характеристики шлифовального круга. Принимаем размеры круга: диаметр $D_k=600$ мм, ширина $B=30$ мм. По табл. 6 (гл. XI, справочник [4]) принимаем: материал зерна – электрокорунд Э95; номер зернистости – 32; тип связки – керамическая; твердость СТ1 – С1.
2. Определяем поперечную подачу. По карте 5 справочника [6] задаемся поперечной подачей на один двойной ход стола (глубиной резания) $S_{\perp}=\tau$
 $S_{\perp}=\tau=0,02$ мм/дв.ход.
 На станке типа ЭВ161 такая подача имеется, поэтому корректировку выбранной поперечной подачи производить не нужно.
5. Определим продольную подачу. По карте 5 справочника [6] задаемся продольной подачей в долях ширины шлифовального круга $S_p=0,5$. Продольная подача $S=S_p B$ мм/об.дет.

$S=0,5 \cdot 30 = 15$ мм/об.дет. 4. Определяем период стойкости (Т) шлифовального круга. По табл. 5 справочника [6] находим период стойкости Т шлифовального круга. $T=15$ мин.
 5. Определяем окружную минутную подачу (скорость вращения заготовки)

$$S_{\text{окр}} = v = \frac{C \cdot D_k^x}{T^{0,5} \cdot \tau^y \cdot S^z}$$

По табл. 4 и 5 справочника [6] имеем $C=0,27$; $x=0,5$; $m=0,5$, $y=-1$; $z=-1$.

$$S_{\text{окр}} = v = \frac{0,27 \cdot 46^{0,5}}{15^{0,5} \cdot 0,02 \cdot 0,5} = 219 \text{ м/мин.}$$

6. Определяем число оборотов заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot S_{\text{окр}}}{\pi D_k} = \frac{1000 \cdot 219}{\pi \cdot 46} = 152 \text{ об/мин.}$$

По паспорту станка типа ЭВ161 принимаем скорректированное число оборотов заготовки $n_{\text{дв}}=150$ об/мин.

7. Определяем минутную продольную подачу:

$$S_{\text{пр}} = \frac{S_n}{1000} = \frac{15 \cdot 150}{1000} = 2,25 \text{ мм/мин.}$$

8. Определяем скорость резания:

$$v = v_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000} \text{ м/с.}$$

По паспорту станка типа 3В161 $n_s = 970$ об/мин.

$$v = v_s = \frac{\pi \cdot 600 \cdot 970}{60 \cdot 1000} = 30,4 \text{ м/с.}$$

По табл. 6 справочника [5] для кругов на керамической связке максимальная скорость резания равна 30 м/с.

9. Определяем необходимую эффективную мощность:

$$N_e = C_v \cdot S_{\text{ок}}^{x_v} \cdot t^{y_v} \cdot S^{z_v}.$$

По табл. 4 и 5 справочника [5] имеем $C_v = 1,15$; $x_v = 0,75$; $y_v = 0,85$; $z_v = 0,7$.

$$N_e = 1,15 \cdot 219^{0,75} \cdot 0,02^{0,85} \cdot 15^{0,7} = 3,14 \text{ кВт.}$$

10. Определяем основное технологическое время обработки

$$t_0 = \frac{2L}{n_s \cdot S} i K,$$

где L приведенная длина обработки, равная $L = l - (1 - m) B$;

i - число проходов, равное $i = \frac{h}{S}$

(здесь h - припуск, оставленный на шлифование);

K - коэффициент, учитывающий точность обработки. Приняв $m = 0,5$, получим

$$L = 50 - (1 - 0,5) \cdot 30 = 35 \text{ мм}; i = \frac{0,4}{0,02} = 20.$$

По табл. 2 справочника [5] $K = 1,3$, тогда

$$t_0 = \frac{2 \cdot 35}{150 \cdot 15} \cdot 20 \cdot 1,3 = 0,809 \text{ мин.}$$