



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Снежинский физико-технический институт -**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
**«Национальный исследовательский ядерный  
университет «МИФИ»  
(СФТИ НИЯУ МИФИ)**

Кафедра «Технология машиностроения»

**А. А. ОРЛОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ  
ПО КУРСУ «РЕЗАНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

**Учебное пособие**



**СНЕЖИНСК**

2018

Орлов А.А. Методические рекомендации по выполнению домашнего задания по курсу «Резание материалов». Учебное пособие.- Снежинск: СФТИ НИЯУ МИФИ, 2018. – 64 с.

В учебном пособии изложена теория, методика и варианты заданий для выполнения домашнего задания по курсу «Резание материалов». Данное пособие предназначено для студентов конструкторских и технологических специальностей и направлений, изучающих вопросы резания металлов.

Рецензент: Абраменко Ю.С., к.т.н., инженер КБ-2, РФЯЦ ВНИИТФ

Утверждено на заседании кафедры технологии машиностроения

Одобрено методическим советом СФТИ НИЯУ МИФИ

# ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

## ЗАДАЧА № 1

Выбрать материал для изготовления режущего инструмента при заданных условиях обработки.  
Обосновать выбор материала режущей части и державки резца.

№ варианта	Материал заготовки	Вид обработки	Характер обработки
1	2	3	4
1	Сталь 20X, $d_b=800 \text{ МН/м}^2$	Нарезание резьбы	Черновая
2	Сталь 45X, $d_b=1050 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Черновая по корке
3	Чугун СЧ12-32, НВ 200	Подрезка торца	Чистовая
4	Чугун КЧ30-6, НВ 160	Обтачивание	Черновая прерывистая
5	Сталь СТ5, $d_b=600 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Черновая
6	Сталь 45, $d_b=610 \text{ МН/м}^2$	Обр-ка фасонным резцом	Чистовая
7	Сталь нержавеющей 40X13, НВ 200	Прорезка паза	Чистовая
8	Сталь легированная 35XГ2, $d_b=850 \text{ МН/м}^2$	Отрезание	Черновая
9	Бронза БрАЖ 9-4, НВ 120	Растачивание	Черновая
10	Латунь ЛК 80-3, НВ 110	Растачивание	Чистовая
11	Сталь нержавеющей 40X13, НВ 200	Нарезание резьбы	Черновая
12	Сталь 20X, $d_b=800 \text{ МН/м}^2$	Отрезание	Чистовая
13	Сталь СТ5, $d_b=600 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Черновая прерывистая
14	Чугун СЧ12-32, НВ 200	Подрезка торца	Черновая
15	Сталь СТ5, $d_b=600 \text{ МН/м}^2$	Обр-ка фасонным резцом	Чистовая
16	Сталь 45, $d_b=610 \text{ МН/м}^2$	Подрезка торца	Черновая по корке
17	Сталь легированная 35XГ2, $d_b=850 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Чистовая
18	Сталь 45X, $d_b=1050 \text{ МН/м}^2$	Прорезка паза	Черновая
19	Чугун СЧ12-32, НВ 200	Нарезание резьбы	Чистовая
20	Сталь 20X, $d_b=800 \text{ МН/м}^2$	Отрезание	Черновая
21	Чугун КЧ30-6, НВ 160	Обтачивание	Черновая по корке
22	Латунь ЛК 80-3, НВ 110	Подрезка торца	Черновая
23	Сталь СТ5, $d_b=600 \text{ МН/м}^2$	Обр-ка фасонным резцом	Черновая по корке
24	Бронза БрАЖ 9-4, НВ 120	Прорезка паза	Черновая прерывистая
25	Чугун СЧ12-32, НВ 200	Обтачивание	Чистовая
26	Чугун КЧ30-6, НВ 160	Подрезка торца	Черновая
27	Сталь легированная 35XГ2, $d_b=850 \text{ МН/м}^2$	Прорезка паза	Черновая прерывистая
28	Сталь 45, $d_b=610 \text{ МН/м}^2$	Нарезание резьбы	Чистовая
29	Сталь 45X, $d_b=1050 \text{ МН/м}^2$	Обр-ка фасонным резцом	Черновая прерывистая
30	Сталь 45, $d_b=610 \text{ МН/м}^2$	Подрезка торца	Чистовая
31	Сталь нержавеющей 40X13, НВ 200	Обтачивание	Черновая
32	Сталь легированная 35XГ2, $d_b=850 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Черновая
33	Бронза БрАЖ 9-4, НВ 120	Подрезка торца	Чистовая
34	Сталь 45X, $d_b=1050 \text{ МН/м}^2$	Обтачивание	Черновая
35	Чугун КЧ30-6, НВ 160 Чугун КЧ30-6, НВ 160	Обр-ка фасонным резцом	Чистовая
36	Сталь 45, $d_b=610 \text{ МН/м}^2$	Нарезание резьбы	Черновая прерывистая
37	Бронза БрАЖ 9-4, НВ 120	Обтачивание	Черновая
38	Сталь нержавеющей 40X13, НВ 200	Подрезка торца	Чистовая
39	Сталь 20X, $d_b=800 \text{ МН/м}^2$	Прорезка паза	Черновая по корке
40	Латунь ЛК 80-3, НВ 110	Обтачивание	Черновая

## ЗАДАЧА № 2

Выбрать значения геометрических параметров резца для заданных условий обработки.

№ варианта	Материал заготовки	Вид обработки	Материал инструмента	Сечение державки	Технологическая система
1	2	3	4	5	6
1	Сталь 40X , $d_b=630$ МН/м <sup>2</sup>	Растачивание в упор черновое	T14K8	25x25	Нежесткая
2	Ковкий чугун, НВ 160	Обтачивание на проход черновое	BK8	20x30	Недост. жест.
3	Сталь нерж. 12X18Н9, НВ 160	Подрезка торца чистовая	BK6M	25x40	Жесткая
4	Серый чугун НВ 220	Обтачивание на проход чистовое	BK6	16x25	Жесткая
5	Сталь 45ХН, $d_b=700$ МН/м <sup>2</sup>	Обтачивание на проход чистовое	T30K4	16x25	Жесткая
6	Бронза БрАЖН 10-4-4 НВ 170	Растачивание на проход чистовое	P18	25x25	Нежесткая
7	Серый чугун НВ 190	Прорезка паза черновая	BK8	12x20	Недост. жест.
8	Латунь ЛКС 80-3-3 НВ 90	Обтачивание в упор чистовое	P18	20x20	Жесткая
9	Сталь 40ХНМА, $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	Растачивание на проход черновое	T5K10	30x30	Нежесткая
10	Серый чугун НВ 170	Подрезка торца втулки чистовая	BK2	25x40	Недост. жест.
11	Бронза БрАЖН 10-4-4 НВ 170	Растачивание на проход чистовое	BK6M	30x30	Нежесткая
12	Сталь 40ХНМА, $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	Прорезка паза черновая	BK6	25x40	Недост. жест.
13	Сталь 40X , $d_b=630$ МН/м <sup>2</sup>	Подрезка торца втулки чистовая	T30K4	20x20	Жесткая
14	Серый чугун НВ 190	Растачивание в упор черновое	P18	20x30	Жесткая
15	Латунь ЛКС 80-3-3 НВ 90	Обтачивание на проход черновое	BK8	20x20	Жесткая
16	Серый чугун НВ 220	Обтачивание в упор чистовое	T5K10	16x25	Нежесткая
17	Серый чугун НВ 170	Подрезка торца чистовая	BK2	30x30	Недост. жест.
18	Сталь 40X , $d_b=630$ МН/м <sup>2</sup>	Обтачивание на проход чистовое	BK6M	20x20	Жесткая
19	Бронза БрАЖН 10-4-4 НВ 170	Обтачивание на проход чистовое	T14K8	16x25	Нежесткая
20	Серый чугун НВ 220	Прорезка паза черновая	BK8	30x30	Недост. жест.
21	Латунь ЛКС 80-3-3 НВ 90	Растачивание в упор черновое	BK6M	20x20	Нежесткая
22	Ковкий чугун, НВ 160	Растачивание в упор черновое	BK6	25x40	Недост. жест.
23	Сталь 40X , $d_b=630$ МН/м <sup>2</sup>	Обтачивание на проход черновое	T30K4	30x30	Жесткая
24	Сталь 45ХН, $d_b=700$ МН/м <sup>2</sup>	Подрезка торца втулки чистовая	P18	25x25	Жесткая
25	Сталь нерж. 12X18Н9, НВ 160	Обтачивание в упор чистовое	BK8	20x30	Жесткая
26	Серый чугун НВ 190	Прорезка паза черновая	P18	12x20	Нежесткая
27	Ковкий чугун, НВ 160	Подрезка торца чистовая	T5K10	25x40	Недост. жест.
28	Серый чугун НВ 220	Обтачивание на проход чистовое	BK2	16x25	Жесткая
29	Сталь нерж. 12X18Н9, НВ 160	Обтачивание на проход чистовое	T14K8	25x40	Нежесткая
30	Сталь 45ХН, $d_b=700$ МН/м <sup>2</sup>	Растачивание на проход чистовое	BK8	16x25	Недост. жест.
31	Серый чугун НВ 220	Обтачивание в упор чистовое	BK6M	25x25	Нежесткая
32	Ковкий чугун, НВ 160	Растачивание на проход чистовое	BK6	12x20	Недост. жест.
33	Бронза БрАЖН 10-4-4 НВ 170	Растачивание в упор черновое	T30K4	20x20	Жесткая
34	Серый чугун НВ 220	Обтачивание на проход черновое	P18	30x30	Жесткая
35	Серый чугун НВ 190	Прорезка паза черновая	BK8	25x40	Жесткая
36	Сталь 45ХН, $d_b=700$ МН/м <sup>2</sup>	Подрезка торца втулки чистовая	P18	16x25	Нежесткая
37	Сталь нерж. 12X18Н9, НВ 160	Растачивание на проход чистовое	T5K10	25x25	Недост. жест.
38	Латунь ЛКС 80-3-3 НВ 90	Подрезка торца чистовая	BK2	12x20	Жесткая
39	Сталь 40ХНМА, $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	Обтачивание на проход чистовое	BK8	20x20	Нежесткая
40	Серый чугун НВ 220	Обтачивание на проход чистовое	P18	30x30	Недост. жест.

### ЗАДАЧА № 3

Описать влияние конкретных факторов на скорость резания, допускаемую режущими свойствами резца, согласно варианту.

№ варианта	Факторы, влияющие на скорость резания
1	Величина главного угла в плане $\varphi^\circ$
2	Смазочно-охлаждающие жидкости
3	Стойкость резца $T$ , мин.
4	Физико-механические свойства обрабатываемого материала
5	Вид обработки
6	Материал режущей части резца
7	Глубина резания $t$ , мм
8	Величина радиуса закругления вершины резца $r$ , мм
9	Величина подачи $S$ , мм/об
10	Величина переднего угла $\gamma^\circ$
11	Величина вспомогательного угла в плане $\varphi_1^\circ$
12	Величина заднего угла $\alpha^\circ$
13	Величина главного угла наклона главной репозицией кромки $\lambda^\circ$
14	Величина угла заострения $\beta^\circ$
15	Величина угла при вершине $\varepsilon^\circ$
16	Физико-механические свойства обрабатываемого материала
17	Величина главного угла в плане $\varphi^\circ$
18	Глубина резания $t$ , мм
19	Величина радиуса закругления вершины резца $r$ , мм
20	Величина переднего угла $\gamma^\circ$
21	Смазочно-охлаждающие жидкости
22	Физико-механические свойства обрабатываемого материала
23	Величина переднего угла $\gamma^\circ$
24	Стойкость резца $T$ , мин.
25	Величина главного угла в плане $\varphi^\circ$
26	Вид обработки
27	Величина вспомогательного угла в плане $\varphi_1^\circ$
28	Величина угла заострения $\beta$
29	Величина радиуса закругления вершины резца $r$ , мм
30	Глубина резания $t$ , мм
31	Величина заднего угла $\alpha^\circ$
32	Смазочно-охлаждающие жидкости
33	Вид обработки
34	Величина подачи $S$ , мм/об
35	Материал режущей части резца
36	Величина главного угла в плане $\gamma^\circ$
37	Стойкость резца $T$ , мин.
38	Величина наклона главной режущей кромки $\lambda^\circ$
39	Материал режущей части резца
40	Величина угла при вершине $\varepsilon^\circ$

## ЗАДАЧА № 4

Определить, согласно варианту, силы резания  $P_z$  (Н),  $P_y$  (Н),  $P_x$  (Н) при продольном точении заготовки твердосплавным резцом с пластиной Т15К6, с глубиной резания  $t$  (мм), подачей  $S$  (мм/об) и скоростью резания  $V$  (м/мин). Обработка ведется без охлаждения. Резец имеет следующие геометрические параметры: передний угол  $\gamma^\circ$ , главный угол в плане  $\varphi^\circ$ , радиус закругления при вершине резца  $r$ , угол наклона главной режущей кромки  $\lambda^\circ$ , допускаемый износ резца по задней поверхности  $h_3$  (мм).

№ варианта	Материал заготовки	Режим резания			Геометрические параметры резцов				
		t мм	S мм/об	V м/мин	$\varphi^\circ$	h мм	$\gamma^\circ$	$\lambda^\circ$	r мм
1	Сталь СТ5 $_{дв}$ =600 МН/м	3,5	0,52	130	45	0	+10	+5	1
2	Серый чугун НВ 160	2,5	0,78	60	60	2	+5	+10	1
3	Сталь 45Х $_{дв}$ =750 МН/м	0,21	0,21	265	90	1	+10	0	2
4	Серый чугун НВ 220	1,5	0,26	150	45	1,5	+5	--5	2
5	Сталь 38ХА $_{дв}$ =680 МН/м	2	0,61	120	60	2	+10	+5	1
6	Серый чугун НВ 170	4,5	0,7	65	90	2	+5	0	1
7	Сталь 40ХН $_{дв}$ =700 МН/м	1,5	0,3	240	60	1	+10	--5	2
8	Серый чугун НВ 210	1	0,23	180	45	2	+5	--5	2
9	Сталь 20 $_{дв}$ =500 МН/м	3,5	0,52	130	45	0	+10	+5	1
10	Серый чугун НВ 180	4	0,87	75	60	1,5	+5	+10	1
11	Сталь СТ5 $_{дв}$ =600 МН/м	1	0,23	150	45	0	+10	--5	1
12	Серый чугун НВ 210	4	0,52	120	45	2	+5	+5	1
13	Серый чугун НВ 220	3,5	0,87	65	60	1	+10	+10	2
14	Сталь 20 $_{дв}$ =500 МН/м	1,5	0,78	240	90	1,5	+10	--5	2
15	Серый чугун НВ 180	0,21	0,78	130	45	2	+5	--5	1
16	Сталь 45Х $_{дв}$ =750 МН/м	1	0,52	60	45	2	+10	+5	1
45	Серый чугун НВ 220	4	0,78	265	60	1	+5	+10	2
60	Серый чугун НВ 160	1	0,21	180	90	2	+10	0	2
90	Серый чугун НВ 170	2,5	0,23	130	45	0	+10	--5	1
45	Серый чугун НВ 210	3,5	0,52	75	60	1,5	+5	+5	1
21	Сталь 20 $_{дв}$ =500 МН/м	0,21	0,87	180	90	0	+10	+5	2
22	Серый чугун НВ 220	3,5	0,26	130	45	2	+10	0	2
23	Сталь 45Х $_{дв}$ =750 МН/м	1	0,61	75	45	1	+10	--5	2
24	Серый чугун НВ 170	2,5	0,7	150	60	1,5	+5	--5	2
25	Серый чугун НВ 180	3,5	0,3	120	90	2	+10	+5	1
26	Сталь СТ5 $_{дв}$ =600 МН/м	0,21	0,87	65	45	2	+5	+10	1
27	Серый чугун НВ 210	1,5	0,78	240	60	1	+10	--5	2
28	Сталь 38ХА $_{дв}$ =680 МН/м	1,5	0,52	150	90	2	+5	+5	2
29	Сталь 45Х $_{дв}$ =750 МН/м	3,5	0,78	130	60	0	+10	+10	1
30	Серый чугун НВ 160	2,5	0,21	60	45	1,5	+10	--5	1
31	Серый чугун НВ 170	4	0,26	265	45	0	+10	+5	1
32	Сталь 40ХН $_{дв}$ =700 МН/м	1,5	0,61	180	60	2	+10	+10	1
33	Сталь 20 $_{дв}$ =500 МН/м	1	0,7	130	45	1	+10	0	2
34	Сталь 38ХА $_{дв}$ =680 МН/м	1,5	0,3	45	60	1,5	+5	--5	2
35	Серый чугун НВ 180	3,5	0,52	60	90	2	+10	+5	1
36	Сталь СТ5 $_{дв}$ =600 МН/м	1	0,78	90	45	2	+5	+5	1
37	Серый чугун НВ 160	4	0,21	45	60	1	+5	+10	2
38	Сталь 40ХН $_{дв}$ =700 МН/м	1,5	0,52	60	90	2	+10	0	2
39	Серый чугун НВ 180	1	0,78	90	60	0	+5	--5	1
40	Сталь 40ХН $_{дв}$ =700 МН/м	4	0,21	60	45	1,5	+10	+5	1

## ЗАДАЧА № 5

Определить мощность  $N_p$  затрачиваемую на резание и момент сопротивления резанию  $M$  с. р., если при продольном точении заготовки диаметром  $D$ (мм) со скоростью резания  $V$  (м/мин) используется токарно-винторезный станок модели 16К20. Глубина резания  $t$  (мм), подача  $S$  (мм/об), передний угол резца  $\gamma^\circ$ , главный угол в плане  $\phi^\circ$ .

№ варианта	Материал заготовки	D мм	Режим резания			Углы	
			t мм	S Мм/об	V м/мин	$\gamma^\circ$	$\phi^\circ$
1	Сталь СТЗ $d_b=460$ МН/м <sup>2</sup>	140	3	0,87	125	+10	45
2	Серый чугун НВ 220	160	5,5	0,78	70	+5	90
3	Серый чугун НВ 200	65	4,5	0,7	86	+10	60
4	Серый чугун НВ 190	45	5	0,87	75	+5	45
5	Сталь 35ХМ $d_b=780$ МН/м <sup>2</sup>	90	3,5	0,7	100	+10	90
6	Сталь 40 $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	70	4,5	0,87	82	+5	45
7	Серый чугун НВ 170	220	3	0,7	120	-10	60
8	Сталь 30ХНЗА $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	85	4	0,87	92	+5	90
9	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	110	38	0,61	105	+10	45
10	Серый чугун НВ 180	30	3	0,95	70	+5	60
11	Сталь СТЗ $d_b=460$ МН/м <sup>2</sup>	65	5,5	0,57	100	+10	60
12	Серый чугун НВ 220	85	3,5	0,85	82	+5	90
13	Серый чугун НВ 200	140	5	0,87	120	+10	45
14	Серый чугун НВ 190	90	3	0,78	92	+5	60
15	Сталь 35ХМ $d_b=780$ МН/м <sup>2</sup>	45	4	0,7	105	+10	60
16	Сталь 40 $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	70	4,5	0,87	70	+5	90
17	Серый чугун НВ 170	140	5	0,7	100	-10	45
18	Сталь 30ХНЗА $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	65	3	0,61	82	+5	90
19	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	45	3,5	0,95	120	+10	60
20	Серый чугун НВ 180	110	4,5	0,57	92	+5	45
21	Сталь СТЗ $d_b=460$ МН/м <sup>2</sup>	30	5,5	0,85	105	+10	60
22	Серый чугун НВ 220	160	3	0,87	70	+5	45
23	Серый чугун НВ 200	140	38	0,78	120	-10	45
24	Серый чугун НВ 190	90	3,5	0,7	92	+5	45
25	Сталь 35ХМ $d_b=780$ МН/м <sup>2</sup>	45	3	0,7	125	+10	90
26	Сталь 40 $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	70	38	0,87	70	+10	90
27	Серый чугун НВ 170	160	4,5	0,7	86	+5	60
28	Сталь 30ХНЗА $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	220	3	0,61	75	+10	45
29	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	85	3	0,95	100	+5	45
30	Серый чугун НВ 180	90	3	0,57	92	+10	90
31	Сталь СТЗ $d_b=460$ МН/м <sup>2</sup>	110	5,5	0,85	125	+5	90
32	Серый чугун НВ 220	30	4	0,87	70	+10	45
33	Серый чугун НВ 200	160	4,5	0,78	86	+5	60
34	Серый чугун НВ 190	85	3	0,7	75	+10	90
35	Сталь 35ХМ $d_b=780$ МН/м <sup>2</sup>	220	4,5	0,87	100	+5	45
36	Сталь 40 $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	70	3	0,7	125	-10	90
37	Серый чугун НВ 170	220	5	0,61	70	+5	90
38	Сталь 30ХНЗА $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	65	38	0,95	86	+10	45
39	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	110	4	0,57	75	+5	60
40	Серый чугун НВ 180	30	4,5	0,85	100	+10	45

## ЗАДАЧА № 6

Определить скорость резания и число оборотов шпинделя станка, допускаемое режущими свойствами резца при наружном точении заготовки диаметром  $D$ (мм). Глубина резания  $t$  (мм), подача  $S$ (мм/об), стойкость резца  $T$  (мин.), сечение державки резца  $B \times H$  (мм), радиус закругления вершины  $r$  (мм).

№ варианта	Материал заготовки	Заготовка	D, мм	t, мм	S, мм/с	T	Марка резца	BxH	Параметры резца			
									Форма передней поверхности	$\alpha^0$	$\alpha_1^0$	$r$ , мм
1	Сталь жаропрочная 12X18H9T НВ 141	Прокат обработанная	55	2	0,3	60	ВК8	16x25	Радиусная с фаской	45	10	2
2	Серый чугун НВ 160	Отливка с коркой	120	4	0,8	45	ВК8	20x30	Плоская	60	10	1
3	Сталь 20 $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Прокат обработанная	80	3	0,5	90	T15 K6	16x25	Радиусная с фаской	90	10	1,5
4	Серый чугун НВ 180	Отливка без корки	100	2	0,3	60	ВК6	12x20	Плоская	45	10	1
5	Сталь 40X $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	60	3	0,6	45	T5 K10	25x25	Радиусная с фаской	90	10	1
6	Бронза Бр АЖ 9-4 НВ 120	Отливка с коркой	75	4	0,6	60	P18	16x25	Плоская	60	15	1
7	Сталь 45 ХН $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	95	1	0,2	60	T30 K4	16x25	Радиусная с фаской	45	10	2
8	Сталь 40 ХН $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	120	2	0,3	45	T15 K6	25x25	Плоская	60	10	1
9	Серый чугун НВ 200	Отливка с коркой	95	5	0,8	90	ВК8	20x30	Радиусная с фаской	60	10	1
10	Серый чугун НВ 220	Отливка без корки	65	1	0,2	60	ВК2	16x25	Плоская	60	10	2
11	Сталь 45 ХН $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка без корки	120	2	0,3	60	T30 K4	16x25	Радиусная с фаской	90	15	1
12	Серый чугун НВ 180	Прокат обработанная	95	4	0,6	45	ВК6	20x30	Радиусная с фаской	90	10	1,5
13	Сталь 20 $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Прокат обработанная	65	3	0,6	90	ВК8	16x25	Плоская	60	10	1
14	Сталь 40 ХН $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	55	2	0,2	60	T15 K6	12x20	Радиусная с фаской	45	10	2
15	Сталь жаропрочная 12X18H9T НВ 141	Поковка	120	3	0,3	45	T15 K6	25x25	Плоская	60	10	1
16	Бронза Бр АЖ 9-4 НВ 120	Поковка	80	4	0,3	60	ВК8	16x25	Радиусная с фаской	45	15	1
17	Серый чугун НВ 160	Прокат обработанная	100	1	0,8	60	P18	16x25	Плоская	90	10	1
18	Сталь 40 ХН $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	60	2	0,5	45	ВК6	25x25	Радиусная с фаской	60	10	1
19	Сталь 40X $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка без корки	75	5	0,6	90	T15 K6	20x30	Плоская	90	15	1
20	Сталь 20 $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка с коркой	95	1	0,6	60	ВК8	16x25	Плоская	60	10	2
21	Бронза Бр АЖ 9-4 НВ 120	Штампованная	120	2	0,2	60	T5 K10	16x25	Радиусная с фаской	45	10	1,5
22	Сталь 40X $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка с коркой	95	4	0,8	45	P18	20x30	Радиусная с фаской	60	10	1
23	Сталь жаропрочная 12X18H9T НВ 141	Штампованная	65	3	0,5	90	T5 K10	16x25	Плоская	90	15	1
24	Серый чугун НВ 180	Отливка с коркой	100	2	0,6	60	T15 K6	12x20	Плоская	60	10	1
25	Серый чугун НВ 220	Прокат обработанная	60	3	0,6	45	ВК8	25x25	Радиусная с фаской	90	10	2
26	Сталь 45 ХН $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка с коркой	100	4	0,2	60	T30 K4	16x25	Плоская	45	10	1,5
27	Серый чугун НВ 200	Поковка	55	1	0,3	60	ВК6	16x25	Радиусная с фаской	60	10	1
28	Сталь 20 $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Прокат обработанная	120	2	0,6	45	T15 K6	25x25	Плоская	90	15	1,5
29	Сталь 40 ХН $d_b=800$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка с коркой	80	5	0,6	90	T30 K4	20x30	Радиусная с фаской	60	10	2
30	Бронза Бр АЖ 9-4 НВ 120	Отливка с коркой	100	1	0,2	60	T15 K6	16x25	Радиусная с фаской	45	15	1
31	Серый чугун НВ 200	Отливка с коркой	60	2	0,5	60	ВК8	16x25	Плоская	60	10	1
32	Серый чугун НВ 160	Прокат обработанная	75	4	0,3	45	T5 K10	20x30	Плоская	60	10	2
33	Сталь жаропрочная 12X18H9T НВ 141	Отливка без корки	95	3	0,6	90	T15 K6	16x25	Радиусная с фаской	45	10	1,5
34	Сталь 45 ХН $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	120	2	0,6	60	ВК8	12x20	Плоская	90	15	1
35	Серый чугун НВ 180	Отливка с коркой	95	3	0,2	45	P18	25x25	Радиусная с фаской	60	10	1
36	Серый чугун НВ 220	Отливка без корки	65	4	0,3	60	T15 K6	16x25	Плоская	60	10	1
37	Серый чугун НВ 200	Отливка без корки	95	1	0,6	60	ВК8	16x25	Радиусная с фаской	90	10	2
38	Сталь 40X $d_b=500$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	120	2	0,6	45	ВК8	25x25	Плоская	60	10	1,5
39	Серый чугун НВ 160	Отливка без корки	95	5	0,2	90	T15 K6	20x30	Плоская	60	10	1
40	Серый чугун НВ 220	Отливка с коркой	65	1	0,2	60	ВК8	16x25	Радиусная с фаской	60	10	1,5

## ЗАДАЧА № 7

На горизонтально-фрезерном станке модели 6М82Г производится цилиндрическое фрезерование плоской поверхности шириной  $B$  (мм) и длиной  $\ell$  (мм), припуск на обработку  $h$  (мм).

- Необходимо:
1. Выбрать режущий инструмент.
  2. Назначить режимы резания.
  3. Определить машинное время.

№ варианта	Материал заготовки	Заготовка	Обработка и параметр шероховатости, мкм	$B$ , мм	$\ell$ , мм	$h$ , мм
1	Алюминиевый сплав АЛ5 НВ 65	Отливка	Получистовая $R_z = 2$	50	200	1,5
2	Серый чугун НВ 150	Отливка	Получистовая без охлаждения $R_z = 2$	40	120	1,5
3	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	90	250	1,5
4	Сталь СТ5 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	Черновая с охлаждением	85	100	3
5	Бронза БрАЖ 9-4 НВ 120	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	75	320	4
6	Сталь 35 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Прокат	Черновая с охлаждением	80	150	4
7	Серый чугун НВ 120	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	70	350	5
8	Сталь 40ХНМА $d_b=850$ МН/м <sup>2</sup>	Штампованная	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	85	400	1,5
9	Латунь ЛК 80-3 НВ 110	Отливка	Получистовая без охлаждения	45	130	1
10	Серый чугун НВ 200	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	60	300	4,5
11	Алюминиевый сплав АЛ5 НВ 65	Отливка	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	50	200	5
12	Сталь 35 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения	50	120	3
13	Сталь СТ5 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	Черновая по корке без охлаждения	50	250	1,5
14	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	Черновая с охлаждением	40	100	1
15	Сталь 40ХНМА $d_b=850$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	90	320	5
16	Серый чугун НВ 150	Прокат	Черновая с охлаждением	85	150	1,5
17	Алюминиевый сплав АЛ5 НВ 65	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	75	350	1
18	Серый чугун НВ 200	Штампованная	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	50	400	1,5
19	Сталь СТ5 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения	50	130	3
20	Латунь ЛК 80-3 НВ 110	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	40	300	5
21	Серый чугун НВ 120	Отливка	Получистовая $R_z = 2$	90	200	4
22	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения $R_z = 2$	85	120	1,5
23	Сталь 40ХНМА $d_b=850$ МН/м <sup>2</sup>	Поковка	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	75	250	1
24	Бронза БрАЖ 9-4 НВ 120	Поковка	Черновая с охлаждением	80	100	3
25	Сталь 35 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	70	320	1,5
26	Сталь СТ5 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Прокат	Черновая с охлаждением	85	150	1
27	Алюминиевый сплав АЛ5 НВ 65	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	45	350	1,5
28	Серый чугун НВ 200	Штампованная	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	60	400	1
29	Сталь 45Х $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения	50	130	4
30	Бронза БрАЖ 9-4 НВ 120	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	50	300	4
31	Серый чугун НВ 150	Отливка	Получистовая $R_z = 2$	50	200	1,5
32	Сталь 40ХНМА $d_b=850$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения $R_z = 2$	50	120	4
33	Серый чугун НВ 120	Поковка	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	40	250	4
34	Бронза БрАЖ 9-4 НВ 120	Поковка	Получистовая $R_z = 2$	90	100	4
35	Сталь 35 $d_b=600$ МН/м <sup>2</sup>	Отливка	Получистовая без охлаждения $R_z = 2$	85	320	1,5
36	Латунь ЛК 80-3 НВ 110	Прокат	Получистовая с охлаждением $R_z = 2$	75	150	1,5
37	Серый чугун НВ 150	Отливка	Черновая с охлаждением	80	350	1,5
38	Серый чугун НВ 200	Штампованная	Черновая по корке без охлаждения	70	400	1,5
39	Латунь ЛК 80-3 НВ 110	Отливка	Черновая с охлаждением	85	130	1
40	Серый чугун НВ 120	Отливка	Черновая по корке без охлаждения	45	300	1,5

## ЗАДАЧА № 8

Рассчитать и сконструировать и сконструировать согласно варианту токарный проходной отогнутый правый резец с пластиной из твердого сплава для обтачивания вала. Диаметр заготовки  $D$  (мм), глубина резания  $t$  (мм), подача  $S$  (мм/об), вылет резца из резцедержателя  $\ell$  (мм), главный угол в плане  $\varphi^\circ$ .

№ вариант а	Материал заготовки	$D$ /мм/	$T$ /мм/	$S$ /мм/об/	$\ell$ /мм/	$\varphi^\circ$
1	Сталь СТ2 $d_b=400$ МН/м <sup>2</sup>	300	1	0,5	60	30
2	Сталь 7 $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	200	3	0,25	20	60
3	Сталь 20 НВ 150	100	1	0,2	60	45
4	Сталь 60 НВ 225	50	4	0,15	40	45
5	Сталь 65Г $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	20	1	0,1	60	45
6	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	150	3	1,5	30	30
7	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	75	2,5	1	60	45
8	Серый чугун СЧ32-52 НВ 243	125	3	0,5	20	30
9	Серый чугун СЧ21-40	175	3	0,3	40	30
10	Серый чугун СЧ15-32 НВ 175	275	2	0,15	30	30
11	Серый чугун СЧ32-52 НВ 243	300	1	1,5	60	45
12	Серый чугун СЧ21-40	200	4	1	20	30
13	Серый чугун СЧ15-32 НВ 175	100	3	0,5	60	45
14	Сталь СТ2 $d_b=400$ МН/м <sup>2</sup>	50	1	0,3	40	30
15	Сталь 7 $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	20	1	0,15	60	30
16	Сталь 20 НВ 150	150	3	1,5	30	30
17	Сталь 60 НВ 225	75	2,5	1	60	60
18	Сталь 65Г $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	125	3	0,5	20	45
19	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	175	1	0,3	40	45
20	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	275	1	0,15	30	45
21	Сталь СТ2 $d_b=400$ МН/м <sup>2</sup>	300	1	1,5	60	45
22	Сталь 7 $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	200	3	1	20	30
23	Сталь 20 НВ 150	100	2,5	0,5	60	45
24	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	50	1	0,3	40	30
25	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	20	3	0,15	60	30
26	Сталь 60 НВ 225	150	4	0,5	30	30
27	Сталь 65Г $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	75	1	0,25	60	60
28	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	125	2,5	0,2	20	45
29	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	175	3	0,15	40	45
30	Сталь СТ2 $d_b=400$ МН/м <sup>2</sup>	275	1	0,1	30	45
31	Сталь 7 $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	300	1	0,5	60	45
32	Сталь 20 НВ 150	200	1	0,25	20	30
33	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	100	1	0,2	60	45
34	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	50	1	0,15	40	30
35	Сталь 60 НВ 225	20	3	0,1	60	30
36	Сталь 60 НВ 225	150	3	0,5	30	30
37	Сталь 65Г $d_b=650$ МН/м <sup>2</sup>	75	3	0,25	60	60
38	Сталь 45Х $d_b=1000$ МН/м <sup>2</sup>	125	4	0,2	20	45
39	Сталь 40ХН $d_b=80$ МН/м <sup>2</sup>	175	4	0,15	40	45
40	Сталь 7 $d_b=750$ МН/м <sup>2</sup>	275	4	0,1	30	45

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

### Задача № 1

Материалом для режущей части резцов могут быть быстрорежущие стали, твердые сплавы, алмазы, эльбор. В настоящее время наибольшее применение находят пластинки из твердых сплавов группы ТК, ВК или ТТК.

Материалом державок являются, как правило, углеродистые качественные конструкционные стали марок 40,45,50.

Для решения задачи № 1 можно использовать литературу [1,2, 9]

**Пример № 1.** Выбрать материалы режущей части державки резца, предназначенного для предварительного нарезания резьбы на заготовке из стали 40Х.

**РЕШЕНИЕ:** Для обработки заготовок из стали, рекомендуется выбирать в качестве материала режущей части твердые сплавы группы ТК. Для предварительного нарезания резьбы справочник [(1,стр.117,таб.3) **Приложение 1**] рекомендуется твердый сплав Т15К6 и Т14К8. Так как в данном случае осуществляется резание по предварительно обработанной поверхности без ударных нагрузок, принимаем сплав Т15К6.

Титановольфрамовый двухкарбидный твердый сплав Т15К6 содержит 6% кобальта, 15% твердого раствора карбида титана и около 79% карбида вольфрама.

Державка резца изготавливается из качественной конструкционной стали группы 1 марки 45.

Сталь 45 имеет предел прочности при растяжении  $\sigma_B = 510 \text{ МН/м}^2$ , твердость по Бринеллю в отожженном состоянии НВ 197 [9, стр. 32, таблица 1.18, **Приложение 1**].

## Задача № 2

При выборе значения геометрических параметров резца следует учитывать материал заготовки, вид обработки, материал режущей части инструмента, сечения державки, стержня, резца и жесткой системы станок-приспособление-инструмент-деталь /СПИД/.

При решении задачи № 2 следует использовать справочники [4,2,3] .

**Пример №1.** Выбрать геометрические параметры токарного проходного резца с пластинкой из твердого сплава, предназначенного для предварительного обтачивания на проход безударных нагрузок заготовки из стали 45 с пределом прочности  $\sigma_b = 700 \text{ М Н/м}^2$ . Система СПИД – жесткая. Размеры поперечного сечения корпуса резца 16x25 мм.

### РЕШЕНИЕ

- По справочнику [4, стр.294 – 298, табл. 8.8 и 8.9, **Приложение 2**] выбираем радиусную форму передней поверхности резца, криволинейную, с отрицательной фаской / таб.8.9,стр.295 /. Фаску с отрицательным передним углом делают для упрочнения режущей кромки резцов с пластинкой из твердого сплава. Радиусная лунка обеспечивает завивание сходящей стружки.
- Передний угол  $\gamma = 15^\circ$  /таб.8.12.,стр.304, **Приложение 2** /, для обработки конструкционно-стойкой стали  $\sigma_b = 850 \text{ МПа}$ .
- Передний угол фаски  $\gamma_\phi = -3 \div -5^\circ$ , принимаем  $\gamma_\phi = -3^\circ$ .
- Главный задний угол на пластине из твердого сплава  $\alpha = 8^\circ$ .
- Угол наклона главной режущей кромки  $\lambda = 0^\circ$ , так как осуществляется течение без ударных нагрузок / в таблице 8.9. величина угла  $\lambda$  не приведена/.
- Главный угол в плане  $\phi = 30 \dots 45^\circ$  /таб.8.13,стр.304, **Приложение 2** /, так как течение производится на проход в условиях жесткой системы СПИД, принимаем  $\phi = 45^\circ$ .

- вспомогательный угол в план  $\phi=15^\circ$  /таб.8.14.,стр.305, Приложение 2/; обработка ведется проходным резцом с пластиной из твердого сплава без врезания.
- радиус при вершине  $r = 1$  мм, так как резец проходной с пластиной из твердого сплава, с корпусом сечения 16x25 мм /таб.8.11., стр. 303, Приложение 2/.
- размеры радиусной /стружкоотводящей /лунки / таб.8.11., стр.302/: ширина лунки  $B = 2 \div 2,5$  мм, радиус лунки  $R=4 \div 6$  мм, глубина лунки  $h = 0,1 \div 0,15$  мм.

Так как, при черновой обработке снимается стружка большего сечения, чем при чистовой обработке, принимаем наибольшее значение размеров лунки:  $B = 2,5$  мм,  $R = 6$  мм,  $h = 0,15$  мм.

Таблица 1 - Формы передней поверхности резца

Форма	Эскиз
Плоская с фаской	
Радиусная с фаской	
Плоская без фаски	
Плоская отрицательная	

### Задача № 3

Скорость резания существенно влияет на производительность обработки металлов резанием. Чем больше будет скорость резания, тем меньше машинное время  $T$ , мин. Однако скорость резания нельзя назначать без учета конкретных условий обработки, так как при ее увеличении резко возрастает температура в зоне резания [5] и резко повышается интенсивность износа резца, т.е. снижается его стойкость.

На скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента, влияют следующие факторы:

- стойкость инструмента;
- физико-механические свойства обрабатываемого материала;
- подача;
- глубина резания;
- материал режущей части инструмента;
- геометрические параметры резца;
- смазочно-охлаждающая жидкость;
- максимально-допустимая величина износа резца.

При решении задачи № 3 следует руководствоваться учебником [5] и справочником [4].

**Пример №1.** Описать влияние формы передней поверхности резца на скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента.

**РЕШЕНИЕ:** Форма передней поверхности резца в значительной степени влияет на скорость резания. Наиболее часто применяемые формы передней поверхности резцов ([4], таб.8.8.,8.9., стр.294-295; (Рис.1)):

- плоская форма с положительным передним углом (I);
- плоская форма с фаской (II);
- радиусная форма с фаской (III);
- плоская плоская с передним отрицательным углом (IV).

Форма передней поверхности пластины выбирается в зависимости от материала заготовки и его механических свойств, от вида резца и условий обработки. На величину скорости резания большое влияние оказывают механические свойства материала, глубина резания и подача. Чем прочнее материал и больше глубина резания, тем меньше скорость резания и наоборот. Например, для обработки заготовок из чугуна рекомендуется передняя форма – плоская с положительным передним углом

Если для резца, оснащенного пластинкой из твердого сплава, с плоской формой передней поверхности [5] скорость резания принять равной единице, то для передней поверхности плоской с фаской или радиусной формы с фаской /формы II и III / поправочный коэффициент на скорость резания будет 1,15, а для плоской с отрицательным передним углом  $\gamma = -10^\circ$  /форма IV/ этот коэффициент равен 1,2. Это говорит о том, что режущий инструмент имеющий пластину с плоской передней поверхностью может использоваться при меньших скоростях резания, чем инструмент, имеющий пластины с криволинейной передней поверхностью.

#### Задача № 4

При токарной обработке в условиях несвободного резания на резец действует противодействующая сила  $P$  (Рис.2), которую можно разложить на три взаимно перпендикулярные силы:

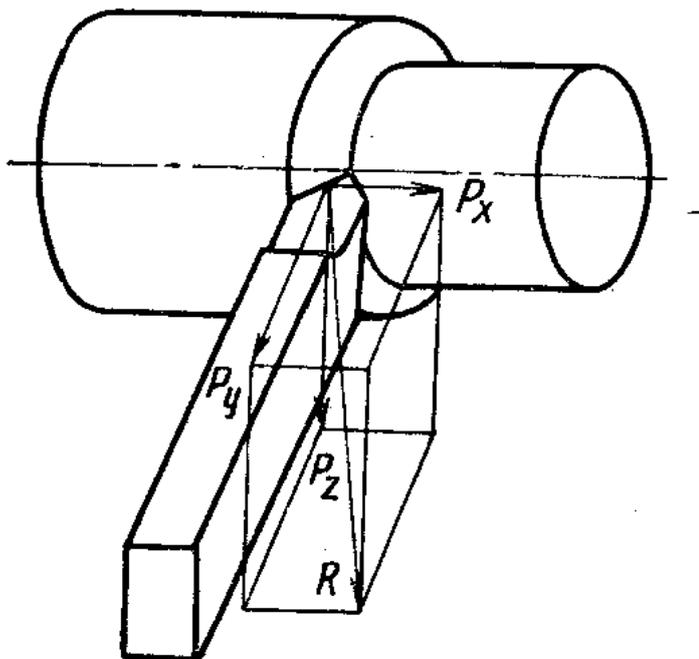


Рисунок 2

- $P_z$  – тангенциальная сила;
- $P_y$  – радиальная сила, действующая на механизм поперечной подачи;
- $P_x$  – осевая сила, или сила продольной подачи;

Все эти силы зависят от многих факторов и рассчитываются по эмпирическим формулам:

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{X_{pz}} \cdot S^{Y_{pz}} \cdot K_{Pz} \cdot V^{n_{pz}}$$

$$P_y = C_{Py} \cdot t^{X_{py}} \cdot S^{Y_{py}} \cdot K_{Py} \cdot V^{n_{py}}$$

$$P_x = C_{Px} \cdot t^{X_{px}} \cdot S^{Y_{px}} \cdot K_{Px} \cdot V^{n_{px}}$$

где  $C_{Pz}$ ,  $C_{Py}$ ,  $C_{Px}$ , - постоянные коэффициенты, характеризующие свойства обрабатываемого материала и другие факторы;

$t$  - глубина резания в мм;

$S$  - подача в мм/об;

$V$  - скорость резания в м/мин.

$X_{pz}, X_{py}, X_{px}, Y_{pz}, Y_{py}, Y_{px}, n_{pz}, n_{py}, n_{px}$  – показатели степеней, характеризующие закон изменения составляющих сил резания в зависимости от глубины резания, подачи и скорости резания.

$K_{pz}, K_{py}, K_{px}$  – поправочные коэффициенты, учитывающие конкретные условия резания.

При вычислении сил поправочные коэффициенты и показатели степеней следует назначать по справочнику [1, таб.22,23 стр.273-275, **Приложение 3**].

**Пример.** Определить силы резания  $P_z, P_y, P_x$  при продольном точении заготовки из углеродистой стали 40 с пределом прочности  $\sigma_B = 650$  МПа резцом с пластинкой из твердого сплава Т5К10. Глубина резания  $t = 4$  мм; подача  $S = 0,6$  мм/об; скорость резания  $V = 110$  м/мин. Геометрические параметры резца: форма передней поверхности – радиусная с фаской;  $\varphi = 60^\circ$ ;  $\varphi_1 = 10^\circ$ ;  $\alpha = 8^\circ$ ;  $\lambda = 5^\circ$ ;  $\gamma = 10^\circ$ ;  $\tau = 1$  м.

**РЕШЕНИЕ: 1.** Из справочника [1, таб.22., стр.273, **Приложение 3**] выписываем коэффициенты и показатели степеней для заданных условий обработки:

$C_{Pz}=300;$	$X_{Pz}=1;$	$Y_{Pz}=0,75;$	$n_{Pz}=-0,15;$
$C_{Py}=243;$	$X_{Py}= 0,9;$	$Y_{Py}=0,6;$	$n_{Py}=-0,3;$
$C_{Px}=339;$	$X_{Px}=1;$	$Y_{Px}=0,5;$	$n_{Px}=-0,4;$

**2.** Отличие заданных условий обработки от нормативных должно быть учтено при подсчете сил резания путем введения соответствующих поправочных коэффициентов. Поправочные коэффициенты на характеристики механических свойств обрабатываемого материала находим в табл. 9 и 10, стр. 264-265, **Приложение 3**. В табл. 23 на стр. 275 (**Приложение 3**) даны поправочные коэффициенты в зависимости от геометрических элементов резца. Приведенные выше значения коэффициентов  $C_P$  и показателей степеней  $X_P, Y_P, n_P$  действительны лишь для точения стали с  $\sigma_B = 750$  МПа резцом из твердого сплава с углом  $\varphi=45^\circ, \gamma=10^\circ$ ,

$\lambda = 0$ , так как только для этих условий обработки каждый поправочный коэффициент равен единице.

Поэтому вводим следующие поправочные коэффициенты для заданных условий обработки:

- на характеристику механических свойств обрабатываемой стали с  $\sigma_B = 650 \text{ МПа}$

$$K_{MPz} (\sigma_B/750)^{n_P}; \quad n_P = 0,75; \quad K_{MPx} = (\sigma_B/750)^{n_P}; \quad n_P = 1;$$

$$K_{MPz} = (650/750)^{0,75} = 0,87^{0,75} = 0,9; \quad K_{MPx} = (650/750) = 0,87.$$

$$K_{MPy} = (\sigma_B/750)^{n_P}; \quad n_P = 1,35;$$

$$K_{MPy} = (650/750)^{1,35} = 0,8^{1,35} = 0,83$$

- на главный угол в плане  $\varphi = 60^\circ$ .

$$K_{\varphi Pz} = 0,94; \quad K_{\varphi Py} = 0,77; \quad K_{\varphi Px} = 1,11;$$

- на угол наклона главной режущей кромки  $\lambda = + 5^\circ$ .

- $K_{\lambda Pz} = 1; \quad K_{\lambda Py} = 1,25; \quad K_{\lambda Px} = 0,85.$

3. Определяем составляющую силу  $P_z$ , имея в виду, что общий поправочный коэффициент  $K_{Pz} = K_{MPz} K_{\varphi Pz} K_{\lambda Pz}$ :

$$P_z = 10 C_{Pz} t^{X_{Pz}} \cdot S_0^{Y_{Pz}} \cdot V^{n_P} \cdot K_{MPz} \cdot K_{\varphi Pz} \cdot K_{\lambda Pz} = 10 \cdot 300 \cdot 4 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 110^{-0,15} \cdot 0,9 \cdot 0,94 \cdot 1 = 3417 \text{ Н}.$$

4. Определяем составляющую силу  $P_y$ :

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 4^{0,9} \cdot 0,6^{0,6} \cdot 110^{-0,3} \cdot 0,83 \cdot 0,77 \cdot 1,25 = 1220 \text{ Н}.$$

5. Определяем составляющую силу  $P_x$ :

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 4 \cdot 0,6^{0,5} \cdot 110^{-0,4} \cdot 0,87 \cdot 1,11 \cdot 0,85 = 1308 \text{ Н}.$$

## Задача № 5

При продольном точении заготовки мощность, затрачиваемая на резание, определяется исходя из величины силы резания  $P_z$ :

$$N_{рез.} = (P_z \cdot V) / (60 \cdot 102), \text{ кВт}$$

где  $P_z$  – сила резания (кгс);

$V$  - скорость резания (м/мин).

Процесс обработки на данном станке возможен, если выполняется следующее неравенство  $N_{рез.} \leq N_{эф.}$ ,

где  $N_{эф.}$  - эффективная мощность резания.

$$N_{эф.} = N_{дв} \cdot \eta,$$

где  $\eta$  – к.п.д. станка (%);

$N_{дв}$  – мощность двигателя главного движения станка, (кВт).

Момент сопротивления резанию определяется по формуле:

$$M_{с.р.} = P_z \cdot D/2 \text{ (Н·м)},$$

где  $D$  – диаметр заготовки (мм).

При решении задачи №5 рекомендуется использовать следующую литературу [1, таб.22 и 23 стр.273-275, Приложение 3], [7,стр.421, Приложение 4], [8, карта7, стр.48, Приложение 4].

**Пример.** Определить с помощью нормативов режимов резания мощность, затрачиваемую на резание, при обтачивании резцом из твердого сплава заготовки из стали 40Х с  $\sigma_b = 700$  МПа. Режим резания:  $t = 3,8$  мм;  $S_0 = 0,7$  мм/об;  $V = 105$  м/мин. Геометрические элементы резца:  $\phi = 45^\circ$ ;  $\gamma = +10^\circ$ ;  $\lambda = 0^\circ$ ;  $r = 1$  мм. Диаметр заготовки  $D = 70$  мм. Обработка ведется на токарно-винторезном станке 16К20.

**РЕШЕНИЕ:** **Способ 1. а)** По нормативам [8] определяем мощность, затрачиваемую на резание (карта 7,стр. 48, Приложение 4). Для  $\sigma_b = 59...97$  кгс/мм<sup>2</sup>;  $t$  до 4 мм;  $S_0$  до 0,75 мм/об и  $V \approx 105$  м/мин мощность табличная  $N_{таб.} = 7$  кВт.

б) Для заданных геометрических элементов резца поправочный коэффициент на мощность  $K_N = 1$  (там же). Следовательно,  $N_{рез.} = N_{таб.} = 7$  кВт.

в) Резание возможно при  $N_{рез.} \leq N_{эф.}$

г) Мощность (кВт)  $N_{эф.} = N_{дв} \cdot \eta$ . По паспортным данным станка **16К20** мощность электродвигателя  $N_{дв} = 10$  кВт, а КПД  $\eta = 0,75$ . Следовательно,  $N_{шп.} = 10 \cdot 0,75 = 7,5$  кВт. Таким образом необходимое условие выполняется, т.е. обработка возможна [1, таб.22, таб.23 , стр. 273-275, **Приложение 3**].

**Способ 2.** а) По справочнику [1, таб.22, таб.23 , стр. 273-275, **Приложение 3**] определяем

$C_{Pz} = 300$  ;  $X_{Pz} = 1$ ;  $Y_{Pz} = 0,75$ ;  $n_{Pz} = -0,15$ ;  $K_{\phi Pz} = 1$ ;  $K_{\gamma Pz} = 1$ ;  $K_{\lambda Pz} = 1$ ;  $K_{\tau Pz} = 0,93$ .

Находим силу  $P_z$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3,8 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 105^{-0,15} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 4156 \text{ Н (415,6 кгс)}.$$

б) Мощность, затрачиваемая на резание

$$N_{рез.} = (P_z \cdot V) / 60 \cdot 102 = 415,6 \cdot 105 / 60 \cdot 102 = 7,13 \text{ кВт}.$$

в) Эффективная мощность станка 16К20  $N_{эф.} = 10 \cdot 0,75 = 7,5$  кВт.

Обработка на станке возможна т.к.  $N_{рез.} \leq N_{эф.}$  ( $7,13 < 7,5$ ).

г) Определяем момент сопротивления резанию.

$$M_{с.р.} = P_z \cdot D / 2 = 4156 \cdot 70 / 2 \cdot 10^{-3} = 145,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

## Задача №6

В зависимости от обрабатываемого материала, вида заготовки, условия обработки, а также от материала режущей части резца, его параметров определить скорость резания, допускаемую режущими свойствами инструмента. По найденной скорости определить частоту вращения шпинделя станка.

Скорость резания, допускаемая режущими свойствами инструментов, определяется по эмпирической формуле:

$$V_n = (C_v / (t^{X_v} \cdot S^{Y_v} \cdot T^m)) \cdot K_v \text{ м/мин,}$$

где

$C_v$  – коэффициент, характеризующий обрабатываемый материал и условия обработки;

$t$  - глубина резания в мм;

$S$  - подача в мм/об;

$T$  - стойкость резца в минуту;

$X_v, Y_v$  - показатели степеней;

$m$  – показатель относительной стойкости резца.

Коэффициент  $K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{nv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v} \cdot K_{rv}$

Где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий механические свойства обрабатываемого материала;

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий материал резца;

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий наличие корки у заготовки;

$K_{\phi v}$  – коэффициент, учитывающий величину главного угла в плане;

$K_{rv}$  – коэффициент, учитывающий величину радиуса закругления при вершине резца.

При решении задачи № 6 можно использовать литературу [(1, стр.269-271, табл.17,18; стр.261-263, таб.1-6), 9, стр. 213 – 216, Приложение 5]

**Пример.** Определить скорость резания и частоту вращения шпинделя, допускаемую режущими свойствами резца при продольном точении заготовки из легированной стали 20ХН с пределом прочности  $\sigma_B = 600$  МПа. Заготовка – прокат горячекатаный диаметром  $D = 100$  мм. Резец, оснащенный пластинкой из твердого сплава Т14К8; сечение державки 16 x 25 мм; глубина резания  $t = 2,5$  мм, подача  $S = 0,5$  мм/об, период стойкости резца  $T = 60$  мин. Геометрические параметры резца: форма передней поверхности – радиусная с отрицательной фаской,  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\varphi_1 = 10^\circ$ ,  $r = 1$  мм.

**РЕШЕНИЕ:**

1. Допустимая резцом скорость резания [1, стр.265, **Приложение 5**] :

$$V_{и} = (C_v / (t^{X_v} \cdot S^{Y_v} \cdot T^{m_v})) \cdot K_v \text{ м/мин.}$$

2. Из таблицы 17 (стр.269-270, **Приложение 5**) выписываем значение коэффициента  $C_v$  и показатели степеней  $X_v$ ,  $Y_v$ . Для наружного, продольного точения заготовки из конструкционной стали, с пределом прочности  $\sigma_B = 750$  МПа, при подаче  $S$  от 0,3 ... 0,7 мм/об и марке пластины из твердого сплава Т15К6 (с последующим введением поправочного коэффициента, учитывающего применяемую марку твердого сплава Т14К8);  $C_v = 350$ ,  $X_v = 0,15$ ,  $Y_v = 0,35$ ,  $m = 0,2$ .

3. Приведенные значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней действительны лишь для наружного продольного точения резцами, оснащенными пластинами из твердого сплава Т15К6, с углом в плане  $\varphi = 45^\circ$ , при обработке поверхности без корки и  $\sigma_B = 750$  МПа для конструкционной углеродистой стали, так как для этих условий обработки каждый поправочный коэффициент равен единице (табл.5,6,18, **Приложение 5**).

4. Из числа заданных в примере условий обработки от нормативных отличается предел прочности стали  $\sigma_B = 600$  МПа, состояние поверхности заготовки (прокат с коркой), марка твердого сплава (Т14К8) и угол  $\varphi$  ( $60^\circ$ ). Вводим поправочные коэффициенты на скорость главного движения резания, учитывающие измененные условия обработки.

Поправочный коэффициент  $K_{mv}$ , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала (таб.1,стр.261,

**Приложение 5):**

$K_{mv} = K_r (750/\sigma_B)^{nv}$ . Коэффициент  $K_r$  характеризует группу стали по обрабатываемости. Для хромоникелевой стали марки 20ХН  $K_r = 0,8$  (таб.2, стр.262, **Приложение 5**). Находим показатель степени  $n_v$  для резца с пластиной из твердого сплава (таб.2, стр.262, **Приложение 5**)  $n_v = 1$ .

$$K_{mv} = 750/600 = 1,25;$$

$$K_{iv} = 0,8 \text{ (таб.6, стр.263);}$$

$$K_{pv} = 0,9 \text{ (таб.5, стр.263);}$$

$$K_{rv} = 0,94 \text{ (таб.18, стр.271);}$$

$$K_{\phi v} = 0,9 \text{ (таб.18,стр.271);}$$

$$K_{\phi 1v} = 1.$$

**5.** Таким образом, для заданных условий точения скорость резания, допускаемая резцом:

$$V_{и} = (C_v / (t^{X_v} \cdot S^{Y_v} \cdot T^{m_v})) \cdot K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi 1v}$$

Подставляем значения коэффициентов и показателей степеней, получаем:

$$V_{и} = 350 / (2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 60^{0,2}) \cdot 1,25 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 0,94 \cdot 0,9 = 131 \text{ м/мин.}$$

**6.** Определяем частоту вращения шпинделя станка

$$n = 1000 V_{и} / \pi \cdot D \text{ об/мин.}$$

Где  $D$  – диаметр обрабатываемой заготовки в мм

$$n = 131000 / 3,14 \cdot 100 = 417,19 \text{ об/мин.}$$

## Задача № 7

Фрезерование является одним из высокопроизводительных и распространенных методов обработки материалов резанием. При этом используется фреза – многозубый инструмент.

Выбор режущего инструмента производится на основе материала заготовки, вида обработки, глубины резания (припуска), шероховатости поверхности и ряда других факторов. При обработке плоскостей на горизонтально-фрезерных станках предпочтительней выбирать цилиндрическую фрезу. **Цилиндрическая фреза характеризуется** следующими размерами:

**D** – наружный диаметр фрезы (мм);

**d** – диаметр посадочного отверстия под оправку (мм);

**z** – число зубьев фрезы;

**L** – длина фрезы (мм), зависит от ширины обрабатываемой поверхности.

Все перечисленные выше параметры цилиндрической фрезы выбираются по ГОСТу в справочнике.

Скорость резания, допускаемая режущими свойствами фрезы, при фрезеровании определяется как по эмпирическим формулам, так и по справочникам. При решении предложенной задачи допускается использование табличных значений скорости резания

$$(V_{\text{табл.}}) V = V_{\text{табл.}} \cdot K_v \text{ м/мин.},$$

где  $K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания.

Машинное время  $T_m$  при фрезеровании определяется по формуле:

$$T_m = L / S_m; \quad L = l + Y + \Delta ,$$

где  $S_m$  – подача в минуту (мм/мин);

$l$  – длина обрабатываемой поверхности в (мм);

$Y$  – длина врезания фрезы в (мм);

$\Delta$  - длина перебега фрезы в (мм).

При решении задачи № 7 рекомендуется пользоваться литературой [ 1, стр.281-292 ], [4, стр.320-351], [ 8 ], [6], (9), **Приложение 6**.

**Пример.** На горизонтально фрезерном станке модели 6Т82Г производится цилиндрическое фрезерование плоской поверхности шириной  $B = 75$  мм и длиной  $L = 300$  мм; припуск на обработку  $h = 3$  мм. Обрабатываемый материал – сталь 40Х с  $\sigma_B = 680$  МПа ( $\approx 68$  кгс/мм<sup>2</sup>); заготовка – поковка. Обработка предварительная; охлаждение эмульсией. Необходимо:

1. Выбрать режущий инструмент.
2. Назначить режим резания с использованием таблиц или допускаемую фрезой скорость главного движения резания  $V_n$  и главную составляющую силы резания  $P_z$  подсчитать по эмпирическим формулам.
3. Определить машинное (основное) время.

**РЕШЕНИЕ: 1.** По нормативам [8] или справочнику (9, **Приложение 6**) выбираем фрезу, устанавливаем ее геометрические параметры. Принимаем цилиндрическую фрезу со вставными ножами из быстрорежущей стали Р6М5. Из-за отсутствия в используемых нормативах рекомендаций по применению быстрорежущей стали Р6М5 расчет режима резания производится для быстрорежущей стали Р18, имеющей примерно ту же режущую способность. При работе с глубиной резания до 5 мм применяют в основном цилиндрические фрезы диаметром 60-90 мм ([9], стр.408, таб.17.5, **Приложение 6**).

Для данного случая, при снятии припуска за один проход целесообразно применить стандартную фрезу диаметром  $D = 90$  мм с числом зубьев  $Z = 8$  ( 8, карта 113, стр.248-249; 9, стр. 416 -418, **Приложение 6**). Геометрические элементы фрезы принимаем по **Приложению 6, табл. 17.6** :  $\gamma = 15^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$ .

**2.** Назначаем режим резания. Припуск снимается за один проход; следовательно,  $t = h = 3$  мм.

По (8, карте 132, стр. 247 или 9, стр. 473 -474, табл. 19.6, 19.7, **Приложение 6**) назначаем подачу  $S_z$ . Для станка мощностью 7 кВт со средней жесткостью системы СПИД  $S_z = 0,12 \dots 0,2$  мм/зуб; принимаем  $S_z = 0,2$  мм/зуб.

3. Назначаем период стойкости фрезы (таб.2, стр.204, **Приложение 6**, таб. 17.7). Для цилиндрической фрезы с  $D = 90$  мм со вставными ножами из стали P18 рекомендуется период стойкости  $T = 180$  мин. Допустимый износ фрезы по заданной поверхности  $h_3 = 0,6$  мм (**Приложение 6**, таб. 17.8).

4. Определяем скорость главного движения резания, допускаемую режущими свойствами фрезы (карта 133, стр.248,249, Приложение 6, таб. 19.8, 19.9, 19.10, 19.11, **Приложение 6**). Для  $D = 90$  мм,  $B = 41 \dots 130$  мм,  $t = 3$  мм,  $S_z$  до 0,24 мм/зуб  $V_{\text{таб.}} = 37$  м/мин. Учитываем поправочные коэффициенты на скорость (там же);

$K_{\text{ПВ}} = 0,85$ , так как обработка ведется по корке стальной поковки с  $\sigma_B = 680$  МПа;

$K_{\text{МВ}} = 0,9$ , выбирается в зависимости от группы и механической характеристики стали.

$$\text{Скорость резания } V_{\text{и}} = V_{\text{таб.}} \cdot K_{\text{ПВ}} \cdot K_{\text{МВ}} = 37 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 28,4 \text{ м/мин}$$

5. Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания:  $n = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 28,4 / (3,14 \cdot 90) = 101$  об/мин.

Корректируем частоту вращения по паспорту станка и устанавливаем действительную частоту вращения  $n_{\text{действ.}} = 100$  об/мин.

6. Действительная скорость резания:

$$V_{\text{действ.}} = (\pi \cdot D \cdot n_{\text{действ.}}) / 1000 = (3,14 \cdot 90 \cdot 100) / 1000 = 28,3 \text{ м./мин.}$$

7. Определяем машинное время:

$$T_{\text{м}} = L / V_{\text{s}} ;$$

$$L = l + y + \Delta \text{ мм.}$$

Длина врезания определяется по формуле:

$$y = \sqrt{t(D-t)} = \sqrt{3(90-3)} = 16 \text{ мм.}$$

Перебег  $\Delta = l \div 5$  мм; принимаем 3 мм;  $l = 300$  мм – длина обрабатываемой поверхности заготовки. Тогда  $L = 300 + 16 + 3 = 319$  мм.

Скорость движения подачи (старое обозначение  $S_{\text{м}}$ )  $V_{\text{s}} = 0,2 \cdot 8 \cdot 100 = 160$  мм/мин. Эта величина полностью совпадает с паспортными данными станка, тогда:  $T_{\text{м}} = 319 / 160 = 1,99$  мин.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2 / Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. – М.: Машиностроение
2. Блюмберг, В.А. Справочник токаря / В.А.Блюмберг, Е.И.Зазерский. - Л.: Машиностроение
3. Зайцев, Б.Г. Справочник молодого токаря / Б.Г.Зайцев, С.Б.Рыцев. – М.: Высшая школа
4. Ординарцев, И.А. Справочник инструментальщика / И.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др. - Л.: Машиностроение
5. Филиппов, Г.В. Режущий инструмент / Г.В.Филиппов. – Л.: Машиностроение
6. Френкель, С.Ш. Справочник молодого фрезеровщика / С.Ш.Френкель. – М.: Высшая школа,
7. Нефедов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А.Нефедов, К.А.Осипов. - М.: Машиностроение
8. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1.- М.: Машиностроение
9. Вереина, Л.И. Справочник станочника / Л.И.Вереина, М.М.Краснов. – М: «Академия»

# Приложение 1

## 3. Выбор марок твердого сплава при различных видах обработки резанием

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке								
	углеродистой и легированной стали	труднообрабатываемых материалов	коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов
						НВ 240	НВ 400-700		
Черновое точение по корке и окалине при неравномерном сечении среза и прерывистом резании с ударами	T5K10 T5K12 BK8 BK8B	T5K12 TT7K12 BK8 BK8B	T5K12 BK8B BK8		BK8 BK8B	BK8 BK8B BK4	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	
Черновое точение по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8		BK4	BK4 BK8 BK6	BK6M BK4	BK4 BK6	
Черновое точение по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	T15K6 T14K8	T5K10 BK4 BK8	BK6M BK4		BK8	BK4 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK4
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK4 BK8	T5K10 BK4 BK8	BK4	BK4 BK6 BK8	BK6M	BK3 BK3M BK4	
Точное точение при прерывистом резании	T30K4 T15K6		BK6M	T14K8 T5K10 BK4	BK4	BK3 BK3M BK4	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4

Виды и характер обработки	Марка твердого сплава при обработке											
	у перодической и легированной стали	труднообрабатываемых материалов	коррозионно-стойкой стали аустенитного класса	закаленной стали	титана и сплавов на его основе	чугуна		цветных металлов и их сплавов	неметаллических материалов			
						HB 240	HB 400-700					
Точное точение при непрерывном резании	T30K4	—	BK6M BK3M	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK4 BK6M BK3M	BK3 BK3M	BK6M BK3M BK3	BK3 BK3M				
Отрезка и прорезка канавок	T15K6 T14K8 T5K10	BK4 BK8 BK8B	BK6M BK4	BK6M BK4	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK6M BK3	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4			
Предварительное нарезание резьбы	T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 BK4	BK6M BK4		BK4 BK6M	BK3 BK3M	BK6M BK3M	BK4 BK6 BK6M	BK3 BK3M BK4			
Окончательное нарезание резьбы	T30K4 T15K6	T30K4 T15K6 B14K8	BK6M BK3M		BK3M	BK3M	BK4	BK3	BK3 BK3M	BK3 BK3M		
Строгание и долбление черновое	T15K12B BK8B BK15	T5K12	T15K12 BK8 BK15	—	—	BK8 BK8B	—	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8			
Строгание и долбление получистовое и чистовое	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	TT7K12	T5K12 BK8B BK15					BK4	BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8
Черновое фрезерование	T15K6 T14K8 T5K10	T5K10 BK4 BK8	T5K12 T5K10 T14K8					BK4	BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	BK3 BK3M BK4
Получистовое и чистовое фрезерование	T30K4 T15K6 T14K8	T15K6 T14K8 T5K10	T15K6 T14K8					BK8	BK6 BK4	BK6M	BK3 BK3M BK4	BK3 BK3M BK4
Сверление неглубоких (нормальных) отверстий	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	T5K12B	T5K12B BK8B	—	BK3 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK8 BK8B	BK4 BK6 BK8	BK3 BK3M BK4			
Сверление глубоких отверстий	T15K6 T14K8 T5K10 T5K12B BK8	TT7K12 BK8B BK8	BK8							BK4 BK6 BK8	BK4 BK6 BK8	
Кольцевое сверление глубоких отверстий	T15K6 T14K8 T5K10	—	—	—	—	—	—	—	—			

Таблица 1.18

**Механические и физические свойства углеродистых качественных  
конструкционных сталей**

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$\alpha_n$ , кДж/м <sup>2</sup>	$\psi$ , %	НВ, не более	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$\lambda$ , Вт/(м·°С)	$\alpha \cdot 10^6$ , °С <sup>-1</sup>
08	320	196	33	—	60	131*	7,83	81	11,6
10	330	205	31	—	55	143*	7,83	81	11,6
15	370	225	27	—	55	149*	7,82	78	11,9
20	410	245	25	—	55	163*	7,82	78,5	11,1
25	450	275	23	882	50	170*	7,82	75,7	11,1
30	490	295	21	783	50	179*	7,817	75,7	12,6
35	530	315	20	686	45	207*	7,817	75,7	11,09
40	570	335	19	586	45	187**, 217*	7,815	60	12,4
45	600	355	16	490	40	197**, 229*	7,814	60	11,65
50	630	375	14	380	40	207**, 241*	7,811	60	12,0
55	650	380	13	—	35	217**, 255*	7,8	60	11,0
58	600	315	12	—	28	217**, 255*	7,8	60	—
60	680	400	12	—	35	229**, 255*	7,8	59	11,1

\* Твердость НВ для горячекатаной стали.

\*\* Твердость НВ для отожженной стали.

Таблица 1.19

**Механические свойства проката из низколегированных конструкционных  
сталей**

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %
12ГС	461	312	26	15ГФ	510	372	21
15ХСНД	490	343	21	14Г2	461	333	21
09Г2	441	305	21	18Г2АФпс	588	441	19

Окончание табл. 1.19

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %
17ГС	510	353	23	16ГС	490	322	21
09Г2Д	441	305	21	14ХГС	490	343	22
10Г2С1	490	353	21	10ХСНД	530	392	19

Таблица 1.20

**Механические свойства проката из легированных сталей**

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_n$ , кДж/м <sup>2</sup>	Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_n$ , кДж/м <sup>2</sup>
<i>Стали хромистые</i>									
15Х	735	490	12	686	35Х	910	735	11	686
15ХА	735	490	12	686	38ХА	932	786	12	882
20Х	786	638	11	587	40Х	980	786	10	587
30Х	884	735	12	686	45Х	1030	835	9	490
30ХРА	1570	1280	9	1470	50Х	1080	884	9	391
<i>Стали марганцовистые</i>									
20Г	451	274	24	—	10Г2	422	245	22	—
25Г	490	295	22	882	30Г2	588	343	15	—
30Г	540	315	20	783	35Г2	618	363	13	—
35Г	560	333	18	686	40Г2	658	382	12	—
40Г	583	353	17	587	45Г2	686	402	11	—
45Г	569	372	15	490	50Г2	735	421	11	—
50Г	648	392	13	391					
<i>Стали хромомарганцовистые</i>									
18ХГ	884	735	10	—	40ХГТР	980	786	11	783
18ХГТ	980	884	9	783	35ХГФ	912	786	14	783
20ХГР	980	786	9	783	20ХГМ	1178	1080	10	783
27ХГР	1375	1178	8	587					
<i>Стали хромокремнистые</i>									
33ХС	884	686	13	783	40ХС	1225	1080	12	343

Продолжение табл. 1.20

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_{и.}$ , кДж/м <sup>2</sup>	Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_{и.}$ , кДж/м <sup>2</sup>
38ХС	932	735	12	686	—	—	—	—	—
<i>Стали хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые</i>									
15ХМ	441	275	21	1176	35ХМ	932	835	12	783
20ХМ	786	638	12	882	38ХМ	980	884	11	686
30ХМ	932	735	11	783	30Х3МФ	980	835	12	980
30ХМА	932	735	12	882	40ХМФА	1 030	932	13	882
<i>Стали хромованадиевые</i>									
15ХФ	735	540	13	783	40ХФА	884	735	10	882
<i>Стали никель-молибденовые</i>									
15Н2М	835	638	11	783	20Н2М	884	686	10	783
<i>Стали хромоникелевые, в том числе с бором</i>									
20ХН	786	586	14	783	12ХН3А	932	686	11	882
40ХН	980	588	11	686	20ХН3А	932	735	12	1 078
45ХН	1 030	835	10	686	12Х2Н4А	1 128	932	10	882
50ХН	1 080	884	9	490	20Х2Н4А	1 280	1 080	9	783
20ХНР	1 178	980	10	882	30ХН3А	980	786	10	783
12ХН2	786	588	12	882					
<i>Стали хромокремнемарганцевые и хромокремнемарганцево-никелевые</i>									
20ХГСА	786	638	12	686	30ХГСА	1 080	835	10	490
25ХГСА	1 080	835	10	686	35ХГСА	1 616	1 280	9	391
30ХГС	1 080	835	10	441	30ХГСН2А	1 616	1 375	9	586
<i>Стали хромомарганцево-никелевые, в том числе с титаном и бором</i>									
15ХГН2ТА	932	735	11	980	20ХГНТР	1 178	980	9	783
20ХГНР	1 280	1 080	10	882	38ХГН	786	686	12	980
<i>Стали хромоникелемолибденовые</i>									
14Х2Н3МА	980	884	10	783	30ХН2МА	980	786	10	783
20ХН2М	884	686	11	783	38Х2Н2МА	1 080	932	12	783
40ХН2МА	1 080	932	12	783	18Х2Н4МА	1 128	835	12	980

Окончание табл. 1.20

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_{н.}$ , кДж/м <sup>2</sup>	Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.т.}$ , МПа	$\delta_5$ , %	$a_{н.}$ , кДж/м <sup>2</sup>
40ХН2МА	1 080	932	12	783	18Х2Н4МА	1 128	835	12	980
40Х2Н2МА	1 080	932	10	783	25Х2Н4МА	1 080	932	11	882
38ХН3МА	1 080	980	12	783					
<i>Стали хромоникелемолибденованадиевые и хромоникелеванадиевые</i>									
30ХН2МФА	884	786	10	882	45ХН2МФА	1 420	1280	7	391
36Х2Н2МФА	1 178	1 080	12	783	20ХН4ФА	884	686	12	980
28ХН3МФА	1 178	1 080	12	783					
<i>Стали хромоалюминиевые, в том числе с молибденом</i>									
38Х2Ю	884	735	10	783	38Х2МЮА	980	835	14	882

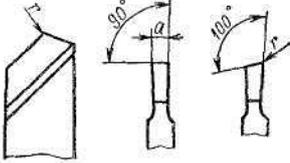
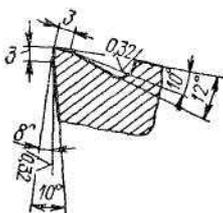
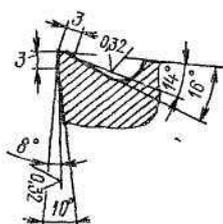
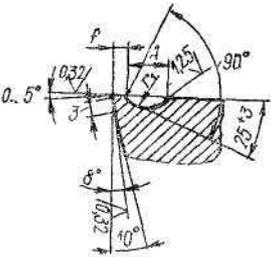
Таблица 1.21

**Механические свойства проката из высоколегированных и подшипниковых сталей**

Марка стали	$\sigma_{в.р.}$ , МПа	$\sigma_{т.т.}$ , МПа	$\delta$ , %	$a_{н.}$ , кДж/м <sup>2</sup>	НВ, не менее
<i>Стали коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные</i>					
12Х13	588	415	20	882	116... 179
20Х13	647	441	16	783	126... 197
08Х13	421	295	23	686	—
20Х23Н13	478	—	35	686	—
12Х18Н9	528	220	38	—	—
17Х18Н9	588	260	35	—	—
20Х18Н9Т	528	220	38	—	140... 170
12Х18Н10Т	528	285	38	—	—
<i>Стали подшипниковые</i>					
ШХ4	—	—	—	—	107... 207
ШХ15	715	412	21	441	179... 207
ШХ15СГ	715	412	15... 25	441	170... 207

## Приложение 2

### 8.8. Формы заточки передней поверхности резцов из быстрорежущей стали (ГОСТ 18868—73\*)

Форма передней поверхности		Обрабатываемый материал
Вид	Номер формы, эскиз	
		
<p>Плоская с положительным передним углом</p>	<p>I</p> 	<p>Сталь с <math>\sigma_B &gt; 800</math> МПа, серый чугун (<math>&gt; 220</math> НВ), бронза и другие хрупкие материалы</p>
<p>Плоская с положительным передним углом</p>	<p>II</p> 	<p>Сталь с <math>\sigma_B \leq 800</math> МПа, чугун (<math>\leq 220</math> НВ)</p>
<p>Криволинейная с фаской</p>	<p>III</p> 	<p>Сталь с <math>\sigma_B \leq 800</math> МПа, вязкие цветные металлы и легкие сплавы при необходимости завивания стружки</p>

Форма передней поверхности		Обрабатываемый материал
Вид	Номер формы, эскиз	
Криволинейная	IV 	Материалы с $\sigma_B = 800 \div 1000$ МПа

8.9. Формы заточки передней поверхности резцов с напаянными пластинками из твердого сплава (ГОСТ 18877—73\*)

Форма передней поверхности		Обрабатываемый материал
Вид	Номер формы, эскиз	
Плоская с положительным передним углом	I 	Серый чугун, бронза и другие хрупкие материалы
Плоская с отрицательной фаской	II 	Ковкий чугун, сталь и стальное литье с $\sigma_B \leq 800$ МПа, а также обработка при недостаточной жесткости технологической системы. Для отвода и дробления стружки следует применять стружколом

Форма передней поверхности		Обрабатываемый материал
Вид	Номер формы, эскиз	
<p>Плоская с отрицательной фаской и припайным стружколомом</p>	<p>IIa</p>	<p>Сталь и стальное литье с <math>\sigma_B \leq 800</math> МПа при необходимости завивания и дробления стружки</p>
<p>Криволинейная с отрицательной фаской</p>	<p>III</p>	<p>Сталь с <math>\sigma_B \leq 800</math> МПа при необходимости завивания и дробления стружки</p>
<p>Плоская с мелкокоразмерной лункой и <math>\gamma = 0</math></p>	<p>IIIa</p>	<p>Сталь и стальное литье с <math>\sigma_B \leq 600</math> МПа</p>
<p>Плоская с мелкокоразмерной лункой и <math>\gamma = -5^\circ</math></p>		<p>IIIб</p>



8.11. Рекомендуемые размеры радиусов и фасок режущей части быстрорежущих и твердосплавных резцов, мм

Вид резца	Тип резца	Элементы режущей части	Ширина головки $a$								
			до 3	4—5	6—8	10—12	15—20	св 20			
Строгальные, долбежные, токарные	Подрезные, отрезные	Ширина фаски $f^*$	0,15	0,2		0,3	0,4	0,5			
		Радиус при вершине $r$ или притупление $s$ для твердосплавных резцов	0,2		0,4	0,6	0,8	1,0			
Вид резца	Тип резца	Элементы режущей части	Размеры $H \times B$								
			4×4; 6×6; 8×8; $\varnothing 6^*$ ; $\varnothing 8^*$	10×10, $\varnothing 10^*$	12×12; 16×10; $\varnothing 12^*$	16×12; 16×16; 20×12; $\varnothing 15$	20×16; 20×20; 25×16; $\varnothing 20$	25×20; 25×25; 32×20	32×25; 32×32; 40×25	40×32; 40×40; 50×32	50×40; 63×40; 63×50
Строгальные, долбежные, быстрорежущие	Проходные, подрезные	Радиус при вершине $r$	—		1,6	2	2,5 (3)	3 (4)	4 (5)		
	Расточные		0,5	0,5 (1)	1 (1,6)	1 (2)	1,6 (3)				
	Проходные, подрезные		0,5		1	1,6 (1)	2 (1,6)	2	2,5 (2)		
Токарные	Проходные, подрезные	Ширина фаски $f$ (для твердосплавных резцов)	0,15—0,2		0,3—0,4		0,6—0,8		0,9—1,2		
	Расточные		0,1—0,15	0,2—0,3	0,4—0,5		0,6	—			
	Проходные, подрезные	Форма заточки III (для быстрорежущих резцов)	$f^{**}$	0,2		0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5
	Расточные		$r_1$	0,1—0,2		0,3	0,4—0,5		0,6	—	
	Проходные, расточные, отрезные		$A$	3		5	8	12	15	18	
			$A$	2,5		4	7	10	13	15	
	Проходные, подрезные, расточные	Форма заточки III (для твердосплавных резцов)	$A$	—		4		5			
			$B$	—		2,5		3,5			
			$r_1$	—		1,5		1,8			
	Проходные, подрезные, расточные	Форма заточки IIIa, IIIб (для твердосплавных резцов)	$l$	3—4	6—8	8—10	10—12	14—16	16—18	22—24	28—30
$P$			—		3—4		5—6	7—8			

Примечание. Несовпадающие значения размеров быстрорежущих резцов приведены в круглых скобках.

\* Диаметр оттянутой части расточных резцов.  
\*\* При обработке легких сплавов резцами из быстрорежущей стали  $f = 0$ .

8.12. Ориентировочные значения углов  $\gamma$  и  $\alpha$  при обработке различных материалов,

Обрабатываемый материал	Резцы из быстрорежущей стали		Резцы из твердых сплавов напайные		Резцы с механическим креплением твердосплавных пластин	
	$\alpha$	$\gamma$	$\alpha$	$\gamma$	$\alpha$	$\gamma$
Углеродистые и легированные стали:						
$\sigma_B \leq 800$ МПа	8	10—20	6—8	0—15	6	12—15
$\sigma_B = 800+$ $+1100$ МПа	8	10—15	6—8	0—10	6	10
$\sigma_B > 1100$ МПа	8	10—15	6—8	0—6	6	(-5) — (-10)
Коррозионно-, кислото-, жаростойкие хромоникелевые стали с $\sigma_B = 600+900$ МПа	—	—	6	20—24	—	—
Титановые сплавы $\sigma_B = 600+1400$ МПа	—	—	11	0—(-5)	—	—
Серый чугун:						
$\leq 220$ НВ	6—8	6—12	6—8	10—15	6	12
$> 220$ НВ	6	0—6	6—8	0—10	6	5—8
Медь	До 14	15—25	10—15	10—20	—	—
Бронза	6	10—20	8—10	5—10	—	—
Алюминий, легированный алюминием:						
$\leq 60$ НВ	До 10	До 40	10	20—35	10—15	15—20
60—110 НВ	10	» 25	8—10	10—20	10—15	15—20
Силумины (9—13 % Si)	—	10—18	8—10	8—15	—	—

8.13. Значения угла  $\phi$  в зависимости от вида обработки

Вид обработки	$\phi, ^\circ$
Чистовая обработка с малыми глубинами резания при высокой жесткости СПИД	10—20
Точение, строгание в условиях достаточной жесткости СПИД	30—45
Точение, строгание в условиях пониженной жесткости СПИД	60—75
Подрезка, прорезка, отрезка, обтачивание, растачивание и строгание ступенчатых поверхностей в условиях малой жесткости (большая длина заготовки)	90
Отрезка без бобышки	80
Обработка ступенчатых и фасонных поверхностей с продольной и поперечной подачами по копиру или с управлением от ЧПУ	90; 93; 95

8.14. Значения угла  $\phi_1$  в зависимости от условий обработки

Условия обработки	$\phi_1, ^\circ$
Обточка напроход быстрорежущими резцами	5—10
» » твердосплавными »	15
» с врезанием	15—30
Расточка, подрезка быстрорежущими резцами	10—15
» » твердосплавными »	20
Прорезка, отрезка немерных заготовок	1—2
» мерных пазов	1

Примечание. Значение  $\phi_1$  рассчитывают в зависимости от допустимого уменьшения размера паза и допустимого стачивания резца при переточках.

## Приложение 3

### 9. Поправочный коэффициент $K_{MP}$ для стали и чугуна, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости

Обрабатываемый материал	Расчетная формула	Показатель степени $n$ при определении		
		составляющей $P_z$ силы резания при обработке резцами	крутящего момента $M$ и осевой силы $P_0$ при сверлении, рассверливании и зенкеро-вании	окружной силы резания $P_z$ при фрезеровании
Конструкционная углеродистая и легированная сталь $\sigma_B$ , МПа $\leq 600$ $> 600$	$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,75/0,35	0,75/0,75	0,3/0,3
		0,75/0,75	0,75/0,75	0,3/0,3
Серый чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Ковкий чугун	$K_{MP} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55

Примечание В числителе приведены значения показателя степени  $n$  для твердого сплава, в знаменателе – для быстрорежущей стали

### 10. Поправочный коэффициент $K_{MP}$ , учитывающий влияние качества медных и алюминиевых сплавов на силовые зависимости

Медные сплавы	$K_{MP}$	Алюминиевые сплавы	$K_{MP}$
Гетерогенные: $HB \leq 120$	1,0	Алюминий и силумин Дюралюминий, $\sigma_B$ , МПа: 250 350 > 350	1,0
$HB > 120$	0,75		1,5
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре и свинцовистые с содержанием свинца 10% при основной гомогенной структуре	0,65 – 0,70		2,0
Гомогенные	1,8 – 2,2		2,75
Медь С содержанием свинца > 15%	1,7 – 2,1 0,25 – 0,45		

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих											
			тангенциальной $P_z$				радиальный $P_y$				осевой $P_x$			
			$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$
Серый чугун, <i>HВ</i> 190	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	92		0,75		54	0,9	0,75		46	1,0	0,4	
				1,0		0				0				0
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	123		0,85		61	0,6	0,5		24	1,05	0,2	
		Нарезание резьбы	103	—	1,8	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—
Серый чугун, <i>HВ</i> 190	Быстрорежущая сталь	Отрезание и прорезание	158		1,0		—	—	—	—	—	—	—	—
Ковкий чугун, <i>HВ</i> 150	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение, растачивание	81 100	1,0	0,75		43 88	0,9	0,75	0	38 40	1,0 1,2	0,4 0,65	0
						0								
		Отрезание и прорезание	139		1,0									
Медные гетерогенные сплавы, <i>HВ</i> 120	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение, растачивание	55		0,66		—	—	—	—	—	—	—	—
				1,0										
		Отрезание и прорезание	75		1,0									
Алюминий и силумин		Наружное продольное и поперечное точение, растачивание, подрезание	40		0,75	0								
				1,0										
		Отрезание и прорезание	50		1,0	—								

23. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна

Параметры		Материал режущей части инструмента	Поправочные коэффициенты			
Наименование	Величина		Обозначение	Величина коэффициента для составляющих		
				тангенциальной $P_z$	радиальной $P_y$	осевой $P_x$
Главный угол в плане $\varphi^\circ$	30	Твердый сплав	$K_{\varphi p}$	1,08	1,30	0,78
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,94	0,77	1,11
	90			0,89	0,50	1,17
	30	Быстрорежущая сталь		1,08	1,63	0,70
	45			1,0	1,0	1,00
	60			0,98	0,71	1,27
	90			1,08	0,44	1,82
Передний угол $\gamma^\circ$	-15	Твердый сплав	$K_{\gamma p}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12-15 20-25	Быстрорежущая сталь		1,15	1,6	1,7
	1,0		1,0	1,0		
Угол наклона главного лезвия $\lambda^\circ$	-5	Твердый сплав	$K_{\lambda p}$	1,0	0,75	1,07
	0			1,0	1,0	1,0
	5			1,25	0,85	0,85
	15			1,7	0,65	0,65
Радиус при вершине $r$ , мм	0,5	Быстрорежущая сталь	$K_{rp}$	0,87	0,66	1,0
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,0	1,0	
	3,0			1,04	1,14	
	4,0			1,10	1,33	

## Приложение 4

### 1. ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

#### Токарно-винторезный станок 16К20

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: над станиной — 400; над суппортом — 220. Наибольшая длина обрабатываемого изделия 2000 мм. Высота реза, устанавливаемого в резцедержателе, 25 мм. Мощность двигателя  $N_d = 10$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,75$ . Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Продольная подача, мм/об: 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4; 1,6; 2; 2,4; 2,8. Поперечная подача, мм/об: 0,025; 0,03; 0,0375; 0,045; 0,05; 0,0625; 0,075; 0,0875; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,2; 1,4. Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_x = 600$  кгс  $\approx 6000$  Н.

#### Токарно-винторезный станок 16Б16П

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм: над станиной — 320, над суппортом — 180. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки 1000 мм. Высота реза, устанавливаемого в резцедержателе, 25 мм. Мощность двигателя  $N_d = 6,3$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,7$ . Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000. Продольная подача, мм/об: 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2,8. Поперечная подача, мм/об: 0,025; 0,05; 0,06; 0,07; 0,08; 0,1; 0,12; 0,15; 0,17; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4. Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_x = 600$  кгс  $\approx 6000$  Н.

#### Вертикально-сверлильный станок 2Н125

Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в заготовке из стали — 25 мм. Мощность двигателя  $N_d = 2,8$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ . Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400; 2000. Подача, мм/об: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи станка,  $P_{\text{max}} = 900$  кгс  $\approx 9000$  Н.

#### Вертикально-сверлильный станок 2Н135

Наибольший диаметр обрабатываемого отверстия в заготовке из стали 35 мм. Мощность двигателя  $N_d = 4,5$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ . Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400. Подача, мм/об: 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6. Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом подачи станка,  $P_{\text{max}} = 1500$  кгс  $\approx 15000$  Н.

#### Вертикально-фрезерный станок 6Т13

Площадь рабочей поверхности стола  $400 \times 1600$  мм. Мощность двигателя  $N_d = 11$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ . Частота вращения шпинделя,  $\text{мин}^{-1}$ : 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Скорости продольного и поперечного движения подачи стола, мм/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Скорость вертикального движения подачи стола, мм/мин: 4,1; 5,3; 6,6; 8; 10,5; 13,3; 16,6; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,5; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400. Максимальная сила резания, допускаемая механизмом движения подачи, Н: продольного — 20 000, поперечного — 12 000, вертикального — 8000.

#### Вертикально-фрезерный станок 6Т12

Площадь поверхности стола  $320 \times 1250$  мм. Мощность двигателя  $N_d = 7,5$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ . Частота вращения,  $\text{мин}^{-1}$ : 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600. Скорость продольного и поперечного движения подачи стола, мм/мин: 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Скорость вертикального движения подачи стола, мм/мин: 4,1; 5,3; 6,6; 8; 10,5; 13,3; 21; 26,6; 33,3; 41,6; 53,3; 66,6; 83,3; 105; 133,3; 166,6; 210; 266,6; 333,3; 400. Максимальная сила резания, допускаемая механизмом подачи, Н: продольной — 15 000; поперечной — 12 000; вертикальной — 5000.

## Приложение 5

### 1. Поправочный коэффициент $K_{mv}$ , учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left( \frac{150}{HB} \right)^{n_v}$

Примечания: 1.  $\sigma_B$  и  $HB$  – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.

2. Коэффициент  $K_r$ , характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени  $n_v$  см. в табл. 2.

2. Значения коэффициента  $K_T$  и показатели степени  $n_v$  в формуле для расчета коэффициента обрабатываемости стали  $K_{MT}$ , приведенные в табл. 1

Обрабатываемый материал	Коэффициент $K_T$ для материала инструмента		Показатели степени $n_v$ при обработке					
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами	
	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава	из быстрорежущей стали	из твердого сплава
Сталь:								
углеродистая ( $C \leq 0,6\%$ ),								
$\sigma_v$ , МПа								
< 450	1,0	1,0	-1,0		-0,9		-0,9	
450 - 550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	
повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая	1,2	1,1	1,75		1,05		-	
углеродистая ( $C > 0,6\%$ ), хромоникелевая, хромомолибденованадиевая	0,85	0,95	1,75				1,45	
хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая	0,8	0,9	1,5				1,35	
хромованадиевая марганцовистая, хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая	0,7	0,8	1,25	1,0		1,0		1,0
хромованадиевая марганцовистая, хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая	0,85	0,8	1,25		0,9			
хромомолибденоалюминиевая	0,75	0,9	1,5				1,0	
хромомолибденовая	0,8	0,85	1,25					
хромомолибденоалюминиевая	0,75	0,8	1,25					
хромоникельванадиевая	0,75	0,85	1,25					
быстрорежущие	0,6	0,7	1,25					
Чугун:								
серый	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
ковкий	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

3. Поправочный коэффициент  $K_{MT}$ , учитывающий влияние физико-механических свойств жаропрочных и коррозионно-стойких сталей и сплавов на скорость резания

Марка стали или сплава	$\sigma_v$ , МПа	Усредненное значение коэффициента $K_{MT}$	Марка стали или сплава	$\sigma_v$ , МПа	Усредненное значение коэффициента $K_{MT}$
12X18H9T	550	1,0	ХН60ВТ	750	0,48
13X11H2B2MФ	1100 - 1460	0,8 - 0,3	ХН77ТЮ	850 - 1000	0,40
14X17H2	800 - 1300	1,0 - 0,75	ХН77ТЮР		0,26
13X14H3B2ФР	700 - 1200	0,5 - 0,4	ХН35ВТ	950	0,50
37X12H8Г8МФБ	-	0,95 - 0,72	ХН70ВМТЮ	1000 - 1250	0,25
45X14H14B2М	700	1,06	ХН55ВМТКЮ	1000 - 1250	0,25
10X11H20ТЗР	720 - 800	0,85	ХН65ВМТЮ	900 - 1000	0,20
12X21H5Т	820 - 10000	0,65	ХН35ВТЮ	900 - 950	0,22
20X23H18	600 - 620	0,80	ВТ3-1; ВТ3	950 - 1200	0,40
31X19H9МВБТ		0,40	ВТ5; ВТ4	750 - 950	0,70
15X18H12С4ТЮ	730	0,50	ВТ6; ВТ8	900 - 1200	0,35
ХН78Т	780	0,75	ВТ14	900 - 1400	0,53 - 0,43
ХН75МБТЮ	-	0,53	12X13	600 - 1100	1,5 - 1,2
			30X13, 40X13	850 - 1100	1,3 - 0,9

**4. Поправочный коэффициент  $K_{ME}$ , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания**

Медные сплавы	$K_{ME}$	Алюминиевые сплавы	$K_{ME}$
Гетерогенные: $HV > 140$ $HV 100-140$	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_B = 200 \div 300$ МПа, $HV > 60$	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_B = 400 \div 500$ МПа, $HV > 100$	
Гомогенные	2,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_B = 100 \div 200$ МПа, $HV \leq 65$ . Дюралюминий, $\sigma_B = 300 \div 400$ МПа, $HV \leq 100$	1,0
Сплавы с содержанием свинца $< 10\%$ при основной гомогенной структуре	4,0		
Мель	8	Дюралюминий, $\sigma_B = 200 \div 300$ МПа	1,2
Сплавы с содержанием свинца $> 15\%$	12,0		

**5. Поправочный коэффициент  $K_{PV}$ , учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания**

Состояние поверхности заготовки					
без корки	с коркой				
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные и алюминиевые сплавы
			нормальной	сильно загрязненной	
1,0	0,9	0,8	0,8–0,85	0,5–0,6	0,9

**6. Поправочный коэффициент  $K_{ИВ}$ , учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания**

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента $K_{ИВ}$ в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6	T30K4	BK8
Сталь конструкционная	0,35	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3	—		
Сталь закаленная	HRC 35–50				HRC 51–62		
	T15K6 1,0	T30K4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,83	BK4 1,0	BK6 0,92	BK8 0,74
Серый и ковкий чугун	BK8	BK6	BK4	BK3	BK3 1,25	—	
	0,83	1,0	1,1	1,15			
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	—
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

**17. Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени в формулах скорости резания при обработке резцами**

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			$C_v$	$x$	$y$	$m$
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали, <math>\sigma_b = 750</math> МПа</i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6 *	$s$ до 0,3	420	0,15	0,20	0,20
		$s$ св. 0,3 до 0,7	350		0,35	
		$s > 0,7$	340		0,45	
То же, резцами с дополнительным лезвием	T15K6 *	$s \leq t$ $s > t$	292	0,30 0,15	0,15 0,30	0,18
Отрезание	T5K10 * P18 **	—	47	—	0,80	0,20
			23,7		0,66	0,25
Фасонное точение	P18 **		22,7	—	0,50	0,30
Нарезание крепежной резьбы	T15K6 *			244	0,23	0,30
	P6M5	Черновые ходы: $P \leq 2$ мм $P > 2$ мм	14,8 30	0,70 0,60	0,30 0,25	0,11 0,08
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Вихревое нарезание резьбы	T15K6 *	—	2330	0,50	0,50	0,50

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи	Коэффициент и показатели степени			
			$C_v$	$x$	$y$	$m$

## Обработка серого чугуна, HB 190

Наружное продольное точение проходными резцами	BK6 *	$s \leq 0,40$ $s > 0,40$	292	0,15	0,20	0,20
			243		0,40	
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	BK6 **	$s \geq t$ $s < t$	324	0,40	0,20	0,28
			324		0,20	
Отрезание	BK6 *	—	68,5	—	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы			83	0,45	—	0,33

## Обработка ковкого чугуна, HB 150

Наружное продольное точение проходными резцами	BK8 *	$s \leq 0,40$ $s > 0,40$	317	0,15	0,20	0,20
			215		0,15	
Отрезание	BK6 *	—	86	—	0,4	0,20

## Обработка медных гетерогенных сплавов средней твердости, HB 100–140

Наружное продольное точение проходными резцами	P18 *	$s \leq 0,20$ $s > 0,20$	270	0,12	0,25	0,23
			182		0,30	

Обработка силумина и литейных алюминиевых сплавов,  $\sigma_B = 100 \div 200$  МПа, HB  $\leq 65$ ; дюралюминия,  $\sigma_B = 300 \div 400$  МПа, HB  $\leq 100$ 

Наружное продольное точение проходными резцами	P18 *	$s \leq 0,20$ $s > 0,20$	485	0,12	0,25	0,28
			328		0,50	

\* Без охлаждения.  
\*\* С охлаждением.

Примечания: 1. При внутренней обработке (расточивании, прорезании канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимать скорость резания, равную скорости резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.

2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стальных отливок резцами из быстрорежущей стали вводить поправочный коэффициент на скорость резания 0,8.

3. При отрезании и прорезании с охлаждением резцами из твердого сплава T15K6 конструкционных сталей и стальных отливок вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.

4. При фасонном точении глубокого и сложного профиля на скорость резания вводить поправочный коэффициент 0,85.

5. При обработке резцами из быстрорежущей стали термообработанных сталей скорость резания для соответствующей стали уменьшать, вводя поправочный коэффициент 0,95 – при нормализации, 0,9 – при отжиге, 0,8 – при улучшении.

6. Подача  $s$  в мм/об.

## 18. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров резца на скорость резания

Главный угол в плане $\phi^\circ$	Коэффициент $K_{\phi v}$	Вспомогательный угол в плане $\phi_1^\circ$	Коэффициент $K_{\phi 1 v}$	Радиус при вершине резца $r^*$ , мм	Коэффициент $K_{rv}$
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,03
60	0,9	30	0,91	—	—
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	—	—	—	—

\* Учитывают только для резцов из быстрорежущей стали.

## Приложение 6

Таблица 17.5

### Выбор диаметра фрез

<i>Цилиндрические фрезы</i>								
Ширина <i>B</i> фрезерования, мм	Диаметр <i>D</i> фрезы, мм, при глубине <i>t</i> фрезерования, мм							
	2	5	8	10	100	100	125	200
70	63	80	100	100	100	100	125	200
100	80	100	100	100	100	100	125	200
150	100	125	125	125	125	125	160	200
200	100	125	125	125	125	125	160	200
<i>Дисковые фрезы (быстрорежущие)</i>								
Ширина <i>B</i> фрезерования, мм	Диаметр <i>D</i> фрезы, мм, при глубине <i>t</i> фрезерования, мм							
	5	8	15	20	30	45	60	75
10	50	63	80	100	125	180	200	224
16	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	—
32	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	160	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—

<i>Дисковые фрезы (твердосплавные)</i>												
Ширина <i>V</i> фрезерования, мм	Диаметр <i>D</i> фрезы, мм, при глубине <i>t</i> фрезерования, мм											
	5	10	15	20	25	30	50	75	100			
14 ... 22	100				—		—		—			
12 ... 25	—	125										
14 ... 28		160										
12 ... 32		180										
12 ... 40		—			200							
14 ... 36					224							
					—	250						
16 ... 40					315							
<i>Торцовые фрезы</i>												
Ширина <i>V</i> фрезерования, мм	Диаметр <i>D</i> фрезы, мм											
	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630
До 40	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 ... 60	—	—	+	+								
60 ... 80			—	+	+	+						
80 ... 100				—	+	+	+					
100 ... 120					—	+	+					
120 ... 140						—	+	+				
140 ... 160							+	+				
160 ... 180							—	+	+			
180 ... 200								+	+	+		
200 ... 250								—	+	+	+	
300 ... 350									—	+	+	+
<i>Прорезные и отрезные фрезы</i>												
Ширина <i>V</i> фрезерования, мм	Диаметр <i>D</i> фрезы, мм, при глубине <i>t</i> фрезерования, мм											
	5	10	15	20	30	40	60	70	80			
0,5 ... 0,6	50	100	—			—			—			
0,8 ... 1,4		63	100	160	200							
1,6 ... 2,8		50		125	160	200	250	315				
3 ... 6	—		63	100	125	160	200	250	315			

Пазовые фрезы				
Ширина $B$ фрезерования, мм	Диаметр $D$ фрезы, мм, при глубине $t$ фрезерования, мм			
	3	5	10	15
3...6	50	50	—	—
6...8	—	63		—
8...12	—	80		100

Таблица 17.6

**Рекомендуемые значения геометрических параметров режущей части фрезы в зависимости от материала заготовки**

Материал заготовки	Передние углы $\gamma$ , ...°, для различных фрез (кроме концевых)							
	Фрезы						оснащен- ные СТМ, торцовые	
	из быстрорежущей стали			твердо- сплавные				
	торцовые	цилин- дри- ческие	дисковые	пазовые и отрезные	фасонные	торцовые	дисковые	
Стали конструкционные углеродистые и легированные с пределом прочности при растяжении $\sigma_{вр}$ , МПа: 600 600...1000 1000	20	20	10	5	15	10	-5	-6...-10
	15	12				5...-5	-10	
	10	8			10	-10		
Сплавы и стали жаропрочные	12	15	12		5	8	-5	
Чугуны: 150 НВ 150...200 НВ 200 НВ	15		10		15	5	5	
	10	10			10	0		
	5	5				-5		
Сплавы медные	10	10				—	—	—
Сплавы алюминиевые	25	25	25	25	—			
Пластмассы	8	8	10	8				

<i>Задние углы <math>\alpha</math>, ...°, для твердосплавных фрез (кроме концевых) и фрез, оснащенных СТМ</i>								
Материал заготовки	Фрезы					оснащенные СТМ		
	твердосплавные			дисковые	6...12			
	торцовые при подаче $S_z$ , мм/зуб		5					
	до 0,25	свыше 0,25						
Стали конструкционные углеродистые и легированные	12...15	6...8	5	6...12				
Чугуны			4					
Сплавы и стали жаропрочные	10	10	5					
<i>Углы в плане <math>\varphi</math>, ...°, для твердосплавных торцовых фрез и фрез, оснащенных СТМ</i>								
Материал заготовки	Фрезы							
	твердосплавные			оснащенные СТМ				
	$\varphi$	$\varphi_0$	$\varphi'$	$\varphi$	$\varphi'$			
Стали конструкционные углеродистые и легированные	45...75	0,5	5	30...75	10...15			
Сплавы и стали жаропрочные	30...60	—	10					
Чугуны	75...90	0,5	5					
<i>Параметры концевых фрез</i>								
Материал заготовки	Материал инструмента	Твердость НВ	Передний угол $\gamma$ , ...°	Диаметр $D$ фрезы, мм	Задний угол $\alpha$ , ...°	Углы по торцу, ...°		
						$\gamma_1$	$\alpha_1$	$\varphi_1$
Стали углеродистые и легированные	Стали быстро-режущие	До 179	20	До 10	25	0	6	3
		179...285	15	10...20	20			
	Стали быстро-режущие	Свыше 285	10	Свыше 20	16	0	6	3
			-5	10...50	20			6
Чугуны	Стали быстро-режущие	До 150	15	8...63	14	5		3
		Свыше 150	10					
	Сплавы твердые	-5	10...50	12	0	4		
Сплавы алюминиевые	Стали быстро-режущие	—	15	8...63	20	6	15	4

Таблица 17.7

Средние значения периода стойкости  $T$ , мин, фрез

Тип фрез	Диаметр $D$ фрезы, мм	Твердосплавные фрезы для обработки заготовок		Быстрорежущие фрезы для обработки заготовок	
		из стали	из чугуна	из стали	из чугуна
Торцовые	40...63	—		120	—
	80...100	120	180	—	
	125...150	150	180		
	200...250	240			
Цилиндриче- ские с мелки- ми зубьями	40...63	—		120	
	80...100	—		180	
Цилиндриче- ские с встав- ными ножами	80...100	120		—	
	105...125	180		—	
Концевые	3...12	—		45	
	14...20	90		60	
	25...40	120		90	
	50...63	180	120		
	70...80	240	180		
Дисковые	50...63	—		120	120
	80...100	—		150	
	125...150	180	180	150	180
	200...250	240		180	240
Прорезные и отрезные	63...100	—	—	60	90
	125...150	—	—	90	120
	200...250	—	—	120	180
	315	—	—	180	240

Примечание. Значения периода  $T$  стойкости приведены для быстрорежущих фрез при фрезеровании заготовок из стали с охлаждением.

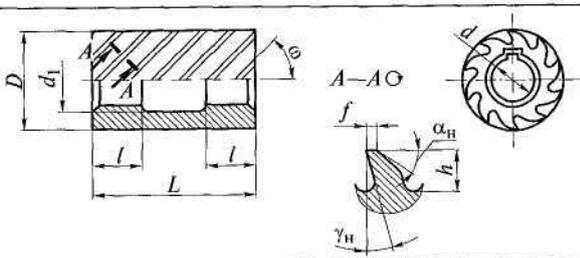
Таблица 17.8

Допустимый износ  $h_z$  поверхности зуба фрезы

Тип фрез	Материал заготовки	Материал режущей части фрезы	Характер обработки	$h_z$ , мм	
Торцовые	Сталь	Сплав твердый	Чистовая	1,0... 1,2	
			Чистовая	0,8... 1,0	
		Эльбор, белбор, гексанит	Черновая и чистовая	0,4... 0,5	
			Композит	Чистовая	0,3... 0,4
	Чугун	Сплав твердый		Получистовая	0,8
			Черновая и чистовая	1,5... 2,0	
Дисковые	Сталь	Сплав твердый	Черновая	1,0... 1,2	
			Чистовая	0,8... 1,0	
		Сталь быстрорежущая	Черновая	0,4... 0,6	
			Чистовая	0,15... 0,25	
	Чугун	Сплав твердый	Черновая	0,4... 0,6	
			Чистовая	0,15... 0,25	
Цилиндрические	Сталь	Сплав твердый	Черновая и чистовая	0,5... 0,6	
			Сталь быстрорежущая	Черновая	0,4... 0,6
		Чугун		Сплав твердый	Чистовая
			Черновая и чистовая		0,7... 0,8
	Сталь быстрорежущая	Черновая	0,5... 0,8		
		Чистовая	0,2... 0,3		
Концевые	Сталь	Сплав твердый	Черновая	0,3... 0,5	
			Чистовая	0,2... 0,3	
		Сталь быстрорежущая	Черновая	0,3... 0,5	
			Чистовая	0,1... 0,2	
	Чугун	Сплав твердый	Черновая	0,7... 0,8	
			Чистовая	0,3... 0,5	

Таблица 17.10

## Фрезы цилиндрические из быстрорежущей стали



Technical drawing of a cylindrical end mill. The side view shows dimensions:  $D$  (outer diameter),  $d_1$  (inner diameter),  $L$  (total length), and  $l$  (length of the cutting edge). The end view shows the number of teeth  $z$ . A detail view of the cutting edge shows the lead angle  $\alpha_n$  and the cutting angle  $\gamma_n$ . The cutting parameters  $f$  (feed) and  $h$  (chip thickness) are also indicated.

Размеры, мм							$z$
$D$	$d$	$d_1$	$L$	$l$	$h$	$f$	
<i>С мелкими зубьями</i>							
40	16	18	40	10	4	0,6	10
			50	12			
			63	13			
50	22	24	50	12	4,5		12
			63	13			
			80	16			
63	27	29	50	13	5		14
			63	15			
			80	18			
			100	22			
80	32	34	63	16	5,5		16
			80	18			
			100	24			
			125	30			
100	40	42	80	20			18
			100	26			
			125	32			
			160	36			

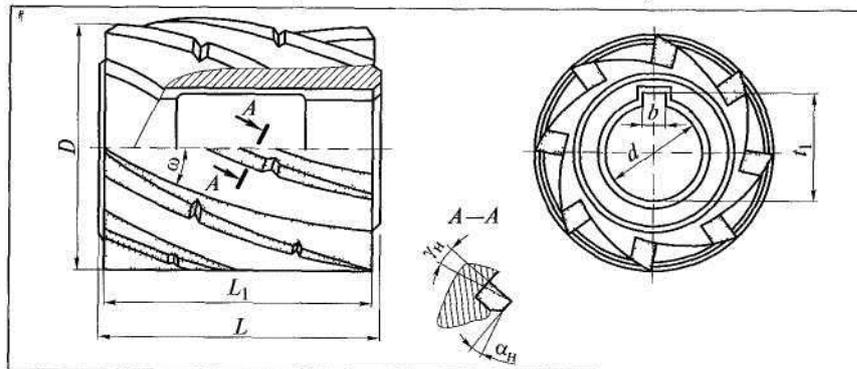
Размеры, мм							z
D	d	d <sub>1</sub>	L	l	h	f	
<i>С крупными зубьями</i>							
50	22	24	50	12	8	1,2	6
			63	13			
			80	16			
63	27	29	50	13	10	1,5	8
			63	15			
			80	18			
			100	22			
80	32	34	63	16	10	1,5	10
			80	18			
			100	24			
			125	30			
100	40	42	80	20	10	1,5	12
			100	26			
			125	32			

Примечания: 1.  $D$  — наружный диаметр фрезы;  $d$  — посадочный диаметр;  $d_1$  — диаметр расточки;  $L$  — длина фрезы;  $l$  — длина посадочного отверстия;  $h$  — высота зуба;  $f$  — ширина ленточки;  $z$  — число зубьев.

2. Для фрез, изготовленных централизованно, устанавливаются следующие значения углов в сечении, нормальном к главной режущей кромке: передний угол  $\gamma_n = 15^\circ$ ; задний угол  $\alpha_n = 16^\circ$ ; для фрез с мелкими зубьями угол наклона стружечных канавок  $\omega = 30 \dots 35^\circ$ , для фрез с крупными зубьями  $\omega = 40^\circ$ .

Таблица 17.11

**Фрезы цилиндрические, оснащенные винтовыми пластинами из твердого сплава (ГОСТ 8721—69)**



Окончание табл. 17.11

Размеры, мм						$z$	Угол $\omega$ наклона зубьев фрезы, ...°	
$D$	$L_1$	$d$	$b$	$t_1$	$L$			
63	45	27	6	29,8	50	8	24	
	70				80			
	96				105			
80	45	32	8	34,8	50		10	30
	70				75			
	96				105			
100	45	40	10	43,5	50	12		36
	72				80			
	100				105			
125	70	50	12	53,5	75		12	36
	100				105			

Примечания: 1.  $L_1$  — длина нарезки зубьев;  $b$  — ширина шпоночного паза;  $t_1$  — глубина шпоночного паза до внутренней поверхности посадочного отверстия (обозначения размеров  $D$ ,  $d$ ,  $L$  и числа  $z$  — см. примечание (п. 1) к табл. 17.10).

2. Для фрез, изготовленных централизованно, устанавливаются следующие значения углов в сечении, нормальном к главной режущей кромке: передний угол  $\gamma_n = -5^\circ$ ; задний  $\alpha_n = 18^\circ$ .

Таблица 19.6

**Подача на зуб  $S_z$ , мм/зуб, при фрезеровании цилиндрическими  
быстрорежущими фрезами (материалы заготовки — стали и чугуны)**

Диаметр $D$ фрезы, мм	Средняя площадь сечения снимаемого припуска, мм <sup>2</sup>							
	50	100	200	300	400	600	800	1 000
<i>Стали</i>								
50	0,5	0,30	0,16	0,11	0,09	0,06	0,05	0,04
63	—	0,41	0,22	0,15	0,12	0,08	0,07	0,05
80	—	—	0,30	0,21	0,17	0,12	0,09	0,07
100	—	—	0,41	0,29	0,23	0,16	0,12	0,10
<i>Чугуны</i>								
50	0,48	0,28	0,16	0,12	0,09	0,07	0,05	0,04
63	—	0,36	0,21	0,15	0,12	0,09	0,07	0,06
80	—	—	0,27	0,20	0,16	0,12	0,09	0,08
100	—	—	—	0,25	0,20	0,15	0,12	0,10
<i>Поправочные коэффициенты</i>								
Твердость HB .....		140	170	203	225	260	280	315
Коэффициент $k_{1S}$ :								
для стали .....		1,25	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65
чугуна .....		1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,85	0,80
Длина $L$ оправки, мм .....				200	250	300	350	
Коэффициент $k_{2S}$ .....				1,0	0,8	0,65	0,5	
Фреза:								
с крупными зубьями .....								$k_{3S} = 1,0$
с мелкими зубьями .....								$k_{3S} = 0,5$
Чугун:								
ковкий и высокопрочный .....								$k_{4S} = 1,0$
серый .....								$k_{4S} = 0,8$

Таблица 19.7

**Подача на зуб  $S_z$ , мм/зуб, при фрезеровании цилиндрическими  
твердосплавными фрезами (материалы заготовки — стали и чугуны)**

Диаметр $D$ фрезы, мм	Средняя площадь сечения снимаемого припуска, мм <sup>2</sup>							
	50	100	200	300	400	600	800	1 000
<i>Стали</i>								
63	0,49	0,32	0,19	0,15	0,12	0,09	0,07	0,06
80	—	0,42	0,26	0,20	0,16	0,12	0,10	0,08
100	—	—	0,34	0,26	0,21	0,16	0,13	0,11
125	—	—	—	0,34	0,28	0,21	0,17	0,15

Окончание табл. 19.7

Диаметр $D$ фрезы, мм	Средняя площадь сечения снимаемого припуска, мм <sup>2</sup>							
	50	100	200	300	400	600	800	1000
<i>Чугуны</i>								
63	0,6	0,37	0,28	0,19	0,15	0,11	0,09	0,07
80	—	0,52	0,32	0,25	0,20	0,15	0,12	0,10
100	—	—	0,42	0,32	0,26	0,20	0,16	0,14
125	—	—	—	0,42	0,35	0,26	0,21	0,19

Примечание. Поправочные коэффициенты  $k_{1S}$  и  $k_{2S}$  аналогичны соответствующим поправочным коэффициентам, взятым из табл. 19.6 при тех же значениях твердости материала заготовки и длины оправки.

Таблица 19.8

Скорость резания  $v$ , м/мин, и эффективная мощность резания  $N_{эф}$ , кВт, при фрезеровании цилиндрическими быстрорежущими фрезами (материал заготовки — стали)

Параметр	$t/D$	$S_z$ , мм/зуб							
		0,04	0,06	0,10	0,16	0,20	0,25	0,32	0,40
$v$	0,03	51	47	43	35	32	29	27	24
$N_{эф}$		3,4	3,5	3,7	4,1	4,3	4,5	4,7	4,9
$v$	0,05	44	40	37	30	28	25	23	21
$N_{эф}$		4,2	4,4	4,6	5,0	5,3	5,5	5,8	6,1
$v$	0,08	38	35	32	26	24	22	20	18
$N_{эф}$		5,0	5,3	5,5	6,1	6,4	6,7	7,0	7,3
$v$	0,10	36	33	30	25	22	21	19	17
$N_{эф}$		5,5	5,7	6,0	6,7	7,0	7,3	7,6	8,0
<i>Поправочные коэффициенты</i>									
								$k_{1v}$	$k_{1N}$
Стали:									
углеродистая .....								1,0	1,0
хромистая, хромоникелевая, хромованадиевая .....								0,8	0,8
прочие легированные, инструментальная									
углеродистая .....								0,7	0,9
инструментальная легированная, подшипниковая .....								0,6	1,1
быстрорежущая .....								0,5	1,3
Твердость НВ .....		140	170	203	225	260	280	315	
Коэффициенты:									
$k_{2v}$ .....		1,5	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	
$k_{2N}$ .....		0,9	0,95	1,0	1,0	1,0	0,95	0,85	

Состояние обрабатываемой поверхности:		$k_{3v} = k_{3N}$				
без корки .....		1,0				
с коркой .....		0,8				
Диаметр $D$ фрезы, мм .....	50	63	80	100		
Коэффициенты $k_{4v} = k_{4N}$ .....	0,9	0,95	0,95	1,0		
Период стойкости $T$ фрезы, мин ...	60	120	180	240	300	
Коэффициенты $k_{5v} = k_{5N}$ .....	1,45	1,15	1	0,9	0,85	
Число $z$ зубьев фрезы .....	6	8	10	12	16	18
Коэффициент $k_{6N}$ .....	0,55	0,7	0,85	1,0	1,3	1,45
Ширина $B$ фрезерования, мм .....		25	50	75	100	
Коэффициент $k_{7N}$ .....		0,55	1,0	1,45	1,9	

Таблица 19.9

Скорость резания  $v$ , м/мин, и эффективная мощность резания  $N_{эф}$ , кВт,  
при фрезеровании цилиндрическими быстрорежущими фрезами  
(материал заготовки — чугуны серые)

Параметр	$t/D$	$S_z$ , мм/зуб							
		0,04	0,06	0,10	0,16	0,20	0,25	0,32	0,40
$v$	0,03	61	56	50	45	39	34	30	26
$N_{эф}$		1,0	1,2	1,5	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9
$v$	0,05	47	43	39	35	30	27	23	20
$N_{эф}$		1,2	1,4	1,7	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
$v$	0,08	37	34	31	27	24	21	18	16
$N_{эф}$		1,3	1,6	2,0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6
$v$	0,10	33	31	28	25	21	19	16	14
$N_{эф}$		1,5	1,7	2,2	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8
<i>Поправочные коэффициенты</i>									
Твердость НВ		140	170	203	225	260	280	315	
Коэффициенты:									
$k_{1v}$ .....		1,6	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	
$k_{1N}$ .....		1,3	1,2	1,05	1,0	0,85	0,8	0,7	
Состояние обрабатываемой поверхности:		$k_{2v} = k_{2N}$							
без корки .....		1,0							
с коркой .....		0,7							
Длина $L$ оправки, мм .....					200	250	300	350	
Коэффициенты $k_{3v} = k_{3N}$ .....					1,0	0,8	0,65	0,5	

Окончание табл. 19.9

Диаметр $D$ фрезы, мм .....	50	63	80	100			
Коэффициенты $k_{4v} = k_{4N}$ .....	0,85	0,9	0,95	1,0			
Число $z$ зубьев фрезы .....	6	8	10	12	14	16	18
Коэффициенты:							
$k_{5v}$ .....	1,15	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85	0,85
$k_{5N}$ .....	0,7	0,85	1,0	1,15	1,25	1,4	1,5
Ширина $B$ фрезерования, мм .....	25	50	75	100			
Коэффициенты:							
$k_{6v}$ .....				1,25	1,0	0,9	0,8
$k_{6N}$ .....				0,6	1,0	1,35	1,6
Период стойкости $T$ фрезы, мин .....	60	120	180	240	300		
Коэффициенты $k_{7v} = k_{7N}$ .....	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9		

Таблица 19.10

Скорость резания  $v$ , м/мин, и эффективная мощность резания  $N_{эф}$ , кВт, при фрезеровании цилиндрическими твердосплавными фрезами (материал заготовки — стали)

Параметр	$i/D$	$S_z$ , мм/зуб							
		0,04	0,06	0,10	0,16	0,20	0,25	0,32	0,40
$v$	0,03	301	269	233	204	192	180	168	158
$N_{эф}$		7,8	8,5	9,5	11,8	13,1	14,6	16,4	18,2
$v$	0,05	248	221	192	168	158	148	138	130
$N_{эф}$		9,6	10,5	11,8	14,7	16,3	18,1	20,3	22,5
$v$	0,08	207	185	160	141	132	124	116	109
$N_{эф}$		11,7	12,8	14,3	17,9	19,8	22	24,7	27,5
$v$	0,10	190	170	147	129	121	114	106	100
$N_{эф}$		12,9	14,1	15,7	19,6	21,8	24,2	27,2	30,2
<i>Поправочные коэффициенты</i>									
							$k_{1v}$	$k_{1N}$	
Стали:									
углеродистая .....							1,0	1,0	
хромистая, хромоникелевая, хромованадиевая .....							0,9	1,0	
прочие легированные, инструментальная									
углеродистая .....							0,8	1,0	
инструментальная легированная, подшипниковая ...							0,7	1,15	
быстрорежущая .....							0,5	1,25	

Окончание табл. 19.10

Твердость НВ .....	140	170	203	225	260	280	315
Коэффициенты:							
$k_{2v}$ .....	1,45	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,65
$k_{2N}$ .....	0,9	0,95	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2
Состояние обрабатываемой поверхности:						$k_{3v} = k_{3N}$	
· без корки .....							1,0
с коркой .....							0,8
Марка твердого сплава:						$k_{4v} = k_{4N}$	
ТТ7К12 .....							0,6
Т5К10 .....							0,65
Т14К8 .....							0,8
Т15К6 .....							1,0
Диаметр $D$ фрезы, мм / число $z$ зубьев ....	63/8	80/8	100/10	125/12			
Коэффициенты:							
$k_{5v}$ .....				1,15	1,1	1,0	0,95
$k_{5N}$ .....				0,9	0,85	1,0	1,1
Длина $L$ оправки, мм .....	200	250	300	350			
Коэффициенты $k_{6v} = k_{6N}$ .....	1,0	0,8	0,65	0,5			
Период стойкости $T$ фрезы, мин .....	60	120	180	240	300		
Коэффициенты $k_{7v} = k_{7N}$ .....	1,45	1,15	1	0,9	0,85		
Ширина $B$ фрезерования, мм .....	25	50	75	100			
Коэффициент $k_{8N}$ .....	0,5	1	1,45	1,9			

Таблица 19.11

**Скорость резания  $v$ , м/мин, и эффективная мощность резания  $N_{эф}$ , кВт, при фрезеровании цилиндрическими твердосплавными фрезами (материал заготовки — чугуны серые)**

Параметр	$t/D$	$S_z$ , мм/зуб							
		0,04	0,06	0,10	0,16	0,20	0,25	0,32	0,40
$v$	0,03	256	237	215	197	189	176	156	141
$N_{эф}$		3,8	4,9	6,7	9	10,3	11,4	12,4	13,3
$v$	0,05	209	193	176	161	154	143	127	115
$N_{эф}$		5	6,4	8,7	11,6	13,3	19,7	16	17,2
$v$	0,08	173	160	145	133	127	119	106	95
$N_{эф}$		6,3	8	11	19,6	16,8	18,6	20,2	21,8
$v$	0,10	158	147	133	122	117	108	97	87
$N_{эф}$		7	9	12,3	16,4	18,7	20,8	22,6	24,3

Поправочные коэффициенты							
Твердость НВ .....	140	170	203	225	260	280	315
Коэффициенты:							
$k_{1v}$ .....	1,6	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6
$k_{1N}$ .....	1,3	1,2	1,05	1,0	0,85	0,8	0,7
Состояние обрабатываемой поверхности:						$k_{2v} = k_{2N}$	
без корки .....						1,0	
с коркой .....						0,7	
Марка твердого сплава:						$k_{3v} = k_{3N}$	
VK10-OM .....						0,7	
VK8 .....						1,0	
VK6, VK4 .....						1,2	
VK3M, VK6M .....						1,3	
Длина $L$ оправки, мм .....				200	250	300	350
Коэффициенты $k_{4v} = k_{4N}$ .....				1,0	0,8	0,65	0,5
Период стойкости $T$ фрезы, мин .....			60	120	180	240	300
Коэффициенты $k_{5v} = k_{5N}$ .....			1,6	1,2	1,0	0,9	0,8
Диаметр $D$ фрезы, мм .....				63	80	100	125
Коэффициенты $k_{6v} = k_{6N}$ .....				0,85	0,95	1,0	1,15
Ширина $B$ фрезерования, мм .....				25	50	75	100
Коэффициенты $k_{7v} = k_{7N}$ .....				0,6	1,0	1,4	1,7

---

Подписано в печать 22.08.2016г. Формат 60x84 1\16

Печ. л. 2.2, Тираж 10 экз.

Заказ № 14/334

---

Снежинский физико-технический институт

Типография СФТИ НИЯУ МИФИ

456776, г. Снежинск, ул. Комсомольская, 8