

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ о выборе режимов резания

Справочные данные по назначению режимов резания разработаны с использованием официальных изданий по режимам резания инструментами из быстрорежущей стали и из твердого сплава. Они рассчитаны на применение инструментов с оптимальными значениями геометрических параметров режущей части. Окончательная заточка выполняется: инструментов из твердого сплава – алмазными кругами, а из быстрорежущей стали – кругами из эльбора (кубический нитрид бора).

При назначении режимов резания учитывается характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливаются в следующем порядке.

**Глубина резания  $t$ :** при черновой (предварительной) обработке глубина резания назначается по возможности максимальной, равной всему припуску на обработку или большей части его; при чистовой (окончательной) обработке – в зависимости от требований точности размеров, потому что с увеличением  $t$  сила резания увеличивается, в том числе и её радиальная составляющая  $P_y$ , что вызывает увеличение упругой деформации системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) и уменьшение точности обработки.

**Подача  $s$ :** при черновой обработке назначается максимально возможная подача, исходя из жесткости и прочности системы СПИД, мощности привода станка, прочности твердосплавной пластинки и других ограничивающих факторов, в том числе и требуемой шероховатости обработанной поверхности; при чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности обработки (калитета) и шероховатости обработанной поверхности.

**Скорость резания  $v$**  рассчитывается по эмпирическим формулам, установленным для каждого вида обработки, которые имеют общий вид

$$v_{table} = \frac{C_v}{T^m \times t^x \times s^y} \quad (1)$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени, содержащихся в этих формулах, так же как и периода стойкости  $T$  инструмента, применяемого для данного вида обработки, указаны в таблицах для каждого вида обработки. Вычисленная с использованием табличных данных скорость резания  $v_{table}$  ( $v_t$ ) учитывает конкретные значения глубины резания: подачи  $s$  и стойкости  $T$  и действительна при определенных табличных значениях ряда других факторов. Поэтому для получения действительного значения скорости резания с учетом конкретных значений упомянутых факторов вводится поправочный коэффициент  $K_v$ . Тогда действительная скорость резания  $v = v_t K_v$ , где  $K_v$  – произведение ряда коэффициентов. Важнейшими из них, общими для различных видов обработки, являются:

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий прочность или твердость обрабатываемого материала (табл. 1);

$K_{sv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (табл. 5);

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, его марку, если она отличается от указанных в общей таблице условий (табл. 6).

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

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

Примечания: 1.  $\sigma_u$  и  $HB$  – фактические параметры, характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания.  $\sigma_u$  – предел прочности обрабатываемого материала на растяжение (для стали);  $HB$  – твёрдость обрабатываемого материала (для чугуна).

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

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

Обрабатываемый материал	Коэффициент $K_g$ для материала инструмента		Показатели степени $n_v$ , при обработке					
			резцами		сверлами, зенкерами, развертками		фрезами	
	из HSS	из CC	из HSS	из CC	из HSS	из CC	из HSS	из CC
Сталь: углеродистая ( $C < 0,6\%$ ), $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ), 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	1,2	1,1	1,75		1,05			
хромистая	0,85	0,95	1,75		0,9		1,45	
углеродистая ( $C > 0,6\%$ ), хромоникелевая, хромомолибденованадиевая	0,8	0,9	1,5		0,9		1,35	
хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая	0,7	0,8	1,25	1,0	0,9	1,0	1,35	1,0
хромованадиевая	0,85	0,8	1,25		0,9			
марганцовистая	0,75	0,9	1,25				1,0	
хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая	0,8	0,85	1,25					
хромолитиевая	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

Примечания: HSS – быстрорежущая сталь; CC – твёрдый сплав.

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

Марка стали или сплава	$\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ), МПа	Усредненное значение коэффициента $K_{mv}$	Марка стали или сплава	$\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ), МПа	Усредненное значение коэффициента $K_{mv}$
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	700-120	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  $K_{mv}$ , учитывающий влияние физико-механических свойств медных и алюминиевых сплавов на скорость резания

Медные сплавы	$K_{mv}$	Алюминиевые сплавы	$K_{mv}$
Гетерогенные $HB > 140$ $HB 100 \dots 140$	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_u = 200 \dots 300$ МПа, $HB > 60$ ; Дюралюминий (закаленный), $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ) = 400...500 МПа, $HB > 100$	0,8
Свинцовистые при гетерогенной структуре	1,7	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ) = 100...200 МПа, $HB < 65$ ; Дюралюминий, $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ) = 300...400 МПа, $HB < 100$	1,0
Медь	8	Дюралюминий, $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ) = 200...300 МПа	1,2
Сплавы с содержанием свинца $> 15\%$	12		

5. Коэффициент  $K_{sv}$ , учитывающий влияние состояние поверхности заготовки

Без корки	с коркой				
	Прокат	Поковка	Стальные и чугунные отливки при корке		Медные алюминиевые сплавы
			нормальной	сильно загрязненной	
1.0	0.9	0.8	0,8 - 0,85	0,5 - 0,6	0.9

6. Поправочный коэффициент  $K_{lv}$ , учитывающий влияние инструментального материала

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента $K_{lv}$ , в зависимости от марки инструментального материала						
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6OM	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 0,83	BK6 1,0	BK4 1,1	BK3 1,15	BK3 1,25	----	----
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5 1,0	BK4 2,5	BK6 2,7	9XC 0,6	XBG 0,6	Y12A 0,5	----

**Стойкость  $T$**  – это период работы инструмента до затупления (допустимого износа). При многоинструментной обработке период стойкости  $T$  следует увеличивать, потому что

увеличивается простой станка при замене инструментов. Он зависит прежде всего от одновременно работающих инструментов, отношения времени резания к времени рабочего хода, материала инструмента, вида оборудования. При многостаночном обслуживании период стойкости  $T$  также необходимо увеличивать с возрастанием количества обслуживаемых станков.

Период стойкости при многоинструментной обработке

$$T_{mi} = T \times K_{Ti} \quad (2)$$

а при многостаночном обслуживании

$$T_{mc} = T \times K_{Tc} \quad (3)$$

где  $T$  – стойкость лимитирующего инструмента (с наименьшей стойкостью);  $K_{Ti}$  – коэффициент изменения периода стойкости при многоинструментной обработке (табл. 7);  $K_{Tc}$  – коэффициент изменения периода стойкости при многостаночном обслуживании (табл. 8).

7. Коэффициент изменения стойкости  $K_{Ti}$  в зависимости от числа одновременно работающих инструментов при средней по равномерности их загрузке

Количество работающих инструментов	1	3	5	8	10	15
$K_{Ti}$	1	1,7	2	2,5	3	4

Примечания: 1. При равномерной загрузке инструментов коэффициент  $K_{Ti}$  увеличивать в 2 раза.

2. При загрузке инструментов с большой неравномерностью коэффициент  $K_{Ti}$  уменьшать на 25...30 %.

8. Коэффициент изменения периода стойкости  $K_{Tc}$  в зависимости от числа одновременно обслуживаемых станков

Количество обслуживаемых станков	1	2	3	4	5	6	7 и более
$K_{Tc}$	1,0	1,4	1,9	2,2	2,6	2,8	3,1

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 $P_o$ при сверлении, рассверливании и зенкеровании	окружной силы резания $P_z$ при фрезеровании
Конструкционная углеродистая и легированная сталь $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ), МПа: $\leq 600$ $> 600$	$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_u}{750}\right)^n$	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 алюминиевых сплавов на силовые зависимости

Медные сплавы	$K_{mp}$	Алюминиевые сплавы	$K_{mp}$
Гетерогенные: $HB \leq 120$ $HB > 120$	1,0 0,75	Алюминий и силумин Дюралюминий, $\sigma_u$ ( $\sigma_b$ ), МПа: 250 350 > 350	1,0
Гомогенные	1,8-2,2		1,5
Медь	1,7-2,1		2,0
С содержанием свинца > 15%	0,25-0,45		2,75

**Сила резания.** Под силой резания обычно подразумевается её главная составляющая  $P_z$  (тангенциальная составляющая результирующей силы резания  $R$ ), определяющая расходуемую на резание мощность  $N_e$  и крутящий момент  $M$  на шпинделе станка. Силовые зависимости рассчитываются по эмпирическим формулам, значения коэффициентов и показателей степени в которых для различных видов обработки приведены в соответствующих таблицах.

Рассчитанные с использованием табличных данных силовые зависимости учитывают конкретные технологические параметры (глубину резания, подачу, ширину фрезерования и др.) и действительны при определенных значениях ряда других факторов. Их значения, соответствующие фактическим условиям резания, получают умножением на коэффициент  $K_p$  – общий поправочный коэффициент, учитывающий измененные по сравнению с табличными условия резания, представляющий произведение ряда коэффициентов. Важнейшим из них является коэффициент  $K_{mp}$ , учитывающий качество обрабатываемого материала, величина которого для стали и чугуна указаны в таблице 9, а для медных и алюминиевых сплавов – в таблице 10.

## ТОЧЕНИЕ

**Глубина резания  $t$ :** при черновом точении и отсутствии ограничений по мощности оборудования, жесткости системы СПИД принимается равной припуску на обработку; при чистовом точении припуск срезается за два прохода и более. На каждом последующем проходе следует назначать меньшую глубину резания, чем на предшествующем. При параметре шероховатости обработанной поверхности  $Ra = 3,2$  мкм включительно  $t = 0,5 \dots 2,0$  мм;  $3,2 > Ra > 0,8$  мкм,  $t = 0,1 \dots 0,4$  мм.

**Подача  $s$ :** при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки. Рекомендуемые подачи с точки зрения жесткости системы СПИД при черновом наружном точении приведены в табл. 11, а при черновом растачивании – в табл. 12.

Максимальные величины подач при точении стали 45, допустимые прочностью пластины из твердого сплава, указаны в табл. 13.

В зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца максимально допустимые подачи указаны в табл. 14.

При прорезании пазов и отрезании величина поперечной подачи зависит от свойств обрабатываемого материала, размеров паза и диаметра обработки (табл. 15).

При фасонном точении рекомендуемые подачи указаны в табл. 16.

11. Подачи при черновом наружном точении резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Диаметр детали, мм	Размер державки резца, мм	Обрабатываемый материал							
		Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная				Чугун и медные сплавы			
		Подача $s$ , мм/об, при глубине резания $t$ , мм							
До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12		
До 20	от 16 × 25 до 25 × 25	0,3-0,4	—	—	—	—	—	—	—
20...40	от 16 × 25 до 25 × 25	0,4-0,5	0,3-0,4	—	—	0,4-0,5	—	—	—
40...60	от 16 × 25 до 25 × 40	0,5-0,9	0,4-0,8	0,3-0,7	—	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	—
60...100	от 16 × 25 до 25 × 40	0,6-1,2	0,5-1,1	0,5-0,9	0,4-0,8	0,8-1,4	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9
100...400	от 16 × 25 до 25 × 40	0,8-1,3	0,7-1,2	0,6-1,0	0,5-0,9	1,0-1,5	0,8-1,9	0,8-1,1	0,6-0,9

Примечания: 1. Нижние значения подач соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подач – большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

2. При обработке жаропрочных сталей и сплавов подачи свыше 1 мм/об не применять.

3. При обработке прерывистых поверхностей и при работах с ударами табличные значения подач следует уменьшать на коэффициент 0,75-0,85.

4. При обработке закаленных сталей табличные значения подачи уменьшать, умножая на коэффициент 0,8 для стали с *HRC* 44–56 и на 0,5 для стали с *HRC* 57–62.

12. Подачи при черновом растачивании на токарных, токарно-револьверных и карусельных станках резцами с пластинами из твердого сплава и быстрорежущей стали

Резец или оправка		Обрабатываемый материал							
Диаметр круглого сечения резца или размеры прямоугольного сечения оправки, мм	Вылет резца или оправки, мм	Сталь конструкционная углеродистая, легированная и жаропрочная				Чугун и медные сплавы			
		Подача <i>s</i> , мм/об, при глубине резания <i>t</i> , мм							
		До 2	3	5	8	До 2	3	5	8
токарные и токарно-револьверные станки									
10	50	0,08	—	—	—	0,12-0,16	—	—	—
12	50	0,1	0,08	—	—	0,12-0,2	0,12-0,18	—	—
16	80	0,1-0,2	0,15	0,1	—	0,2-0,3	0,15-0,25	0,1-0,18	—
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12	—	0,3-0,4	0,25-0,35	0,12-0,25	—
25	125	0,25-0,5	0,15-0,4	0,12-0,2	—	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25-0,35	—
30	150	0,4-0,7	0,2-0,5	0,12-0,3	—	0,5-0,8	0,4-0,6	0,25-0,45	—
40	200		0,25-0,6	0,15-0,4	—	—	0,6-0,8	0,3-0,8	—
40 × 40	150		0,6-1,0	0,5-0,7	—	—	0,7-1,2	0,5-0,9	0,4-0,5
	300		0,4-0,7	0,3-0,6	—	—	0,6-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4
60 × 60	150		0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8	—	1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-0,9
	300		0,7-1,0	0,5-0,8	0,4-0,7	—	0,9-1,2	0,7-0,9	0,5-0,7

Примечания: 1. Верхние пределы подач рекомендуются для меньшей глубины резания при обработке менее прочных материалов, нижние - для большей глубины и более прочных материалов.

2. См. примечание 2 - 4 к табл. 11

13. Подачи, мм/об, допустимые прочностью пластины из твердого сплава, при точении конструкционной стали резцами с главным углом в плане  $\varphi=45^\circ$

Толщина пластины, мм	Глубина резания <i>t</i> , мм, до			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,0	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

Примечания: 1. В зависимости от механических свойств стали на табличные значения подачи вводить поправочный коэффициент 1,2 при  $\sigma_u (\sigma_b) = 480 \dots 640$  МПа; 1,0 при  $\sigma_u (\sigma_b) = 650 \dots 870$  МПа и 0,85 при  $\sigma_u (\sigma_b) = 870 \dots 1170$  МПа.

2. При обработке чугуна табличное значение подачи умножить на коэффициент 1,6.

3. Табличное значение подачи умножить на поправочный коэффициент 1,4 при  $\varphi = 30^\circ$ ; 1,0 при  $\varphi = 45^\circ$ ; 0,6 при  $\varphi = 60^\circ$  и 0,4 при  $\varphi = 90^\circ$ .

4. При обработке с ударами подачу уменьшать на 20%.

14. Поддачи, мм/об, при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца r, мм					
Ra	Rz	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63	-	0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25	-	0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50	-	0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
-	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
-	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
-	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Примечания: поддачи даны для обработки сталей с  $\sigma_{н}$  ( $\sigma_{в}$ ) = 700..900 МПа и чугунов; для сталей с  $\sigma_{н}$  ( $\sigma_{в}$ ) = 500..700 МПа табличное значение поддачи умножать на поправочный коэффициент 0,45; для сталей с  $\sigma_{н}$  ( $\sigma_{в}$ ) = 900..1100 МПа табличное значение поддачи умножать на поправочный коэффициент 1,25.

15. Поддачи, мм/об, при прорезании пазов и отрезании

Диаметр обработки, мм	Ширина резца, мм	Обрабатываемый материал	
		Сталь конструкционная углеродистая и легированная, стальное литье	Чугун, медные и алюминиевые сплавы
токарные и токарно-револьверные станки			
До 20	3	0,06-0,08	0,11-0,14
20...40	3 - 4	0,1-0,12	0,16-0,19
40...60	4 - 5	0,13-0,16	0,20-0,24
60...100	5 - 8	0,16-0,23	0,24-0,32
100...150	6 - 10	0,18-0,26	0,3-0,4
150	10 - 15	0,28-0,36	0,4-0,55

Примечания: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм при приближении резца к оси детали до 0,5 радиуса табличные значения поддачи следует уменьшить на 40 – 50 %.  
2. Для закаленной конструкционной стали табличные значения поддачи уменьшать на 30% при  $HRC < 50$  и на 50% при  $HRC > 50$ .  
3. При работе резцами, установленными в револьверной головке, табличные значения умножать на коэффициент 0,8.

16. Поддачи, мм/об, при фасонном точении

Ширина резца, мм	Диаметр обработки, мм			
	20	25	40	60 и более
8	0,03 - 0,09	0,04 - 0,09	0,04 - 0,09	0,04 - 0,09
10	0,03 - 0,07	0,04 - 0,085	0,04 - 0,085	0,04 - 0,085
15	0,02 - 0,05	0,035 - 0,075	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
20	—	0,03 - 0,06	0,04 - 0,08	0,04 - 0,08
30	—	—	0,035 - 0,07	0,035 - 0,07
40	—	—	0,03 - 0,06	0,03 - 0,06
50 и более	—	—	—	0,025 - 0,055

Примечание. Меньшие поддачи брать для более сложных и глубоких профилей и твердых металлов, большие – для простых профилей и мягких металлов.

**Скорость резания  $v$ , м/мин:** при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле (1), а при отрезании, прорезании и фасонном точении с радиальной подачей – по формуле (4)

$$v_{table} = \frac{c_v}{T^m \times S^y} \times K_v. \quad (4)$$

Средняя величина стойкости при одноинструментной обработке 30 – 60 минут. Величины коэффициентов и показателей степеней для формул (1) и (4) указаны в таблице 17.

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_m$  (см. табл. 1 - 4), состояния поверхности  $K_s$  (табл. 5), материала инструмента  $K_t$  (см. табл. 6).

При многоинструментной обработке и многостаночном обслуживании период стойкости увеличивают, вводя коэффициенты из таблиц 7 и 8.

Учёт влияния геометрических параметров резцов выполняется введением коэффициентов из таблицы 18.

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

Вид обработки	Материал режущей части резца	Характеристика подачи, мм/об	Коэффициент и показатели степени			
			$C_v$	$x$	$y$	$m$
<i>Обработка конструкционной углеродистой стали, <math>\sigma_e = 750</math> МПа</i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	Т15К6*	$s \leq 0,3$	420	0,15	0,20	0,20
		$0,3 < s \leq 0,7$	350		0,35	
		$s > 0,7$	340		0,45	
То же, резцами с дополнительным лезвием	Т15К6*	$s \leq t$	292	0,30	0,15	0,18
		$s > t$	292	0,15	0,30	0,18
Отрезание	Т5К10*	—	47	—	0,80	0,20
	Р18**	—	23,7	—	0,66	0,25
Фасонное точение	Р18**	—	22,7	—	0,50	0,30
Нарезание крепежной резьбы резцом	Т15К6*	—	244	0,23	0,30	0,20
	Р6М5	Черновые ходы: $P \leq 2$ мм	14,8	0,70	0,30	0,11
		$P > 2$ мм	30	0,60	0,25	0,08
Р6М5	Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13	
Вихревое нарезание резьбы	Т15К6*	—	2330	0,50	0,50	0,50
<i>Обработка серого чугуна, HB 190</i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	ВК6	$s \leq 0,40$	292	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	243	0,15	0,40	0,20
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	ВК6**	$s > t$	324	0,40	0,20	0,28
		$s \leq t$	324	0,20	0,40	0,28
Отрезание	ВК6*	—	68,5	—	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы	ВК6*	—	83	0,45	—	0,33
<i>Обработка ковкого чугуна, HB 150</i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	ВК8 *	$s \leq 0,40$	317	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	215	0,15	0,45	0,20
Отрезание	ВК6*	—	86	—	0,4	0,20
<i>Обработка медных гетерогенных сплавов средней твердости, HB 100 - 140</i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	Р18*	$s \leq 0,20$	270	0,12	0,25	0,23
		$s > 0,20$	182	0,12	0,30	0,23
<i>Обработка силумина и литейных алюминиевых сплавов, <math>\sigma_b = 100 - 200</math> МПа, HB &lt; 65; дюралюминия, <math>\sigma_b = 300 - 400</math> МПа, HB <math>\leq 100</math></i>						
Наружное продольное точение проходными резцами	Р18*	$s \leq 0,20$	485	0,12	0,25	0,28
		$s > 0,20$	328	0,12	0,50	0,28

\* Без охлаждения; \*\* С охлаждением. Продолжение табл. 17

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 Т15К6 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.



18. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров реза на скорость резания

Главный угол в плане $\varphi^\circ$	Коэффициент $K_{\varphi\nu}$	Вспомогательный угол в плане $\varphi_1^\circ$	Коэффициент $K_{\varphi_1\nu}$	Радиус при вершине реза $r^*$ , 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.

Отделочная токарная обработка имеет ряд особенностей, отличающих ее от чернового и межоперационного точения, поэтому рекомендуемые режимы резания при тонком (алмазном) точении на быстроходных токарных станках повышенной точности и расточных станках приведены отдельно в табл. 19.

Режимы резания при точении закаленной стали резцами из твердого сплава приведены в табл. 20.

Режимы резания при точении и растачивании чугунов, закаленных сталей и твердых сплавов резцами, оснащенными поликристаллами композитов 01 (эльбор-Р), 05, 10 (гексанит-Р) и 10Д (двухслойные пластины с рабочим слоем из гексанита-Р) приведены в табл. 21.

19. Режимы резания при тонком точении и растачивании

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части режущего инструмента	Параметр шероховатости поверхности $Ra$ , мкм	Подача $s$ , мм/об	Скорость резания $v$ , м/мин
Сталь: $\sigma_s < 650$ МПа $\sigma_s = 650 - 800$ МПа $\sigma_s > 800$ МПа	Т30К4	1,25 - 0,63	0,06 - 0,12	250 - 300 150 - 200 120 - 170
Чугун: $HB 149 - 163$ $HB 156 - 229$ $HB 170 - 241$	ВК3	2,5 - 1,25	0,06 - 0,12	150 - 200 120 - 150 100 - 120
Алюминиевые сплавы и баббит	ВК3	1,25 - 0,32	0,04 - 0,1	300 - 600
Бронза и латунь	ВК3		0,04 - 0,08	180 - 500

Примечания: 1. Глубина резания 0,1 – 0,15 мм.

2. Предварительный проход с глубиной резания 0,4 мм улучшает геометрическую форму обработанной поверхности.

3. Меньшие значения параметра шероховатости поверхности соответствуют меньшим подачам.

20. Режимы резания при точении закаленной стали резцами с пластинами из твердого сплава

Подача $s$ , мм/об	Ширина прорезания, мм	Твердость обрабатываемого материала $HRC$									
		35	39	43	46	49	51	53	56	59	62
Скорость резания $v$ , м/мин											
<i>Наружное продольное точение</i>											
0,2	—	157	135	116	107	83	76	66	48	32	26
0,3	—	140	118	100	92	70	66	54	39	25	20
0,4	—	125	104	88	78	60	66	45	33	—	—
0,5	—	116	95	79	71	53	—	—	—	—	—
0,6	—	108	88	73	64	48	—	—	—	—	—
<i>Прорезание паза</i>											
0,05	3	131	110	95	83	70	61	54	46	38	29
0,08	4	89	75	65	56	47	41	37	31	25	19
0,12	6	65	55	47	41	35	30	27	23	18	14
0,16	8	51	43	37	32	27	23	—	—	—	—
0,20	12	43	36	31	27	23	20	—	—	—	—

Примечания: 1. В зависимости от глубины резания на табличное значение скорости резания поправочный коэффициент: 1,15 при  $t = 0,4 - 0,9$  мм; 1,0 при  $t = 1 - 2$  мм и 0,91 при  $t = 2 - 3$  мм.

2. В зависимости от параметра шероховатости на табличное значение скорости резания вводить поправочный коэффициент: 1,0 для  $Rz = 10$  мкм; 0,9 для  $Ra = 2,5$  мкм и 0,7 для  $Ra = 1,25$  мкм.

3. В зависимости от марки твердого сплава на скорость резания вводить поправочный коэффициент  $K_{uv}$

Твердость обрабатываемого материала	HRC 35 - 49				HRC 50 - 62		
	Т30К4	Т15К6	ВК6	ВК8	ВК4	ВК6	ВК8
Марка твёрдого сплава							
Коэффициент $K_{uv}$	1,25	1,0	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74

4. В зависимости от главного угла в плане реза вводить поправочные коэффициенты: 1,2 при  $\varphi > 45^\circ$ ; 0,9 при  $\varphi = 60^\circ$ ; 0,8 при  $\varphi = 75^\circ$ ; 0,7 при  $\varphi = 90^\circ$ .

5. При работе без охлаждения вводить на скорость резания поправочный коэффициент 0,9.

21. Режимы резания при точении и растачивании резцами с пластинами, оснащенными композитом на основе нитрида бора

Обрабатываемый материал	Характер обработки	Марка композита	Глубина резания $t$ , мм	Подача $s$ , мм/об	Скорость резания $v$ , м/мин
Закалённые стали, HRC 40 - 58	Без удара	01; 05	0,05 – 3,0	0,03 – 0,2	50 – 160
	С ударом	10; 10Д	0,05 – 1,0	0,03 – 0,1	40 – 120
Закалённые стали, HRC 58 - 68	Без удара	01	0,05 – 0,8	0,03 – 0,1	50 – 120
	С ударом	10; 10Д	0,05 – 0,2	0,03 – 0,07	10 – 100
Серые и высокопрочные чугуны, HB 150 - 300	Без удара	05; 01	0,05 – 3,0	0,05 – 0,3	300 – 1000
	Без удара	10; 10Д; 05; 01	0,05 – 3,0	0,05 – 0,15	300 – 700
Отбеленные закаленные чугуны, HB 400 - 600	Без удара	05; 01	0,05 – 2,00	0,03 – 0,15	80 – 200
	С ударом	10; 10Д	0,05 – 1,0	0,05 – 0,1	50 – 100
Твердые сплавы ВК15, ВК20, ВК25 и т.п., HRA 80 - 86	Без удара, допускается биение	10; 10Д; 01	0,05 – 1,0	0,03 – 0,1	5 – 20

**Сила резания.** Силу резания  $N$ , принято раскладывать на составляющие силы, направленные по осям координат станка (тангенциальную  $P_z$ , радиальную  $P_y$  и осевую  $P_x$ ). При наружном продольном и поперечном точении, растачивании, отрезании, прорезании пазов и фасонном точении эти составляющие рассчитывают по формуле

$$P_{z, y, x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p \quad (5)$$

При отрезании, прорезании и фасонном точении  $t$  – длина лезвия резца.

Постоянная  $C_p$  и показатели степени  $x$ ,  $y$ ,  $n$  для конкретных (расчетных) условий обработки для каждой из составляющих силы резания приведены в табл. 22.

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов ( $K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp}$ ), учитывающих фактические условия резания. Численные значения этих коэффициентов приведены в табл. 9, 10 и 23.

**Мощность резания**, кВт, рассчитывают по формуле

$$N = \frac{P_z v}{1020 \times 60} \quad (6)$$

При одновременной работе нескольких инструментов эффективную мощность определяют как суммарную мощность отдельных инструментов.

22. Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени в формулах силы резания при точении

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части реза	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих											
			тангенциальной $P_z$				радиальной $P_y$				осевой $P_x$			
			$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$
Конструкционная сталь и стальные отливки, $\sigma_e = 750$ МПа	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	384	0,90	0,90	-0,15	355	0,6	0,8	-0,3	241	1,05	0,2	-0,4
		Отрезание и прорезание	408	0,72	0,8	0	173	0,73	0,67	0	—	—	—	—
		Нарезание резьбы	148	—	1,7	0,71	—	—	—	—	—	—	—	—
	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное точение, подрезание и растачивание	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
		Отрезание и прорезание	247	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Фасонное точение	212	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—		
Сталь жаропрочная 12Х18Н9Т НВ 141	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	204	1,0	0,75	0	—	—	—	—	—	—	—	
Серый чугун, НВ 190	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	92	1,0	0,75	0	54	0,9	0,75	0	46	1,0	0,4	0
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	123	1,0	0,85	0	61	0,6	0,5	0	24	1,05	0,2	0
		Нарезание резьбы	103	—	1,8	0,82	—	—	—	—	—	—	—	—
Серый чугун, НВ 190	Быстрорежущая сталь	Отрезание и прорезание	158	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	
Ковкий чугун, НВ 150	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	81	1,0	0,75	0	43	0,9	0,75	0	38	1,0	0,4	0
		Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	100	1,0	0,75	0	88	0,9	0,75	0	40	1,2	0,65	0
		Отрезание и прорезание	139	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Медные гетерогенные сплавы, НВ 120	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	55	1,0	0,66	0	—	—	—	—	—	—	—	
		Отрезание и прорезание	75	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	
Алюминий и силумин	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	40	1,0	0,75	0	—	—	—	—	—	—	—	
		Отрезание и прорезание	50	1,0	1,0	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	Обозначение	Поправочные коэффициенты		
Наименование	Величина			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	$K_{\varphi p}$	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
Передний угол $\gamma^\circ$	12 - 15	Быстрорежущая сталь	$K_{\gamma p}$	1,15	1,6	1,7
	20 - 25			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
	5				1,25	0,85
	15				1,7	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	

## СТРОГАНИЕ, ДОЛБЛЕНИЕ

**Глубина резания.** При всех видах строгания и долбления глубину резания назначают так же, как и при точении.

**Подача.** При черновом строгании подачу  $s$ , мм/дв. ход, выбирают максимальной из допустимых значений по табл. 11, 13 в соответствии с глубиной резания, сечением державки, прочностью пластинки; при чистовом, строгании – по табл. 14, при отрезании и прорезании пазов – по табл. 15.

**Скорость резания.** При строгании плоскостей проходными резцами, при прорезании пазов, отрезании скорость резания рассчитывают по соответствующим формулам для точения с введением дополнительного поправочного коэффициента  $K_{yv}$ , учитывающего ударную нагрузку.

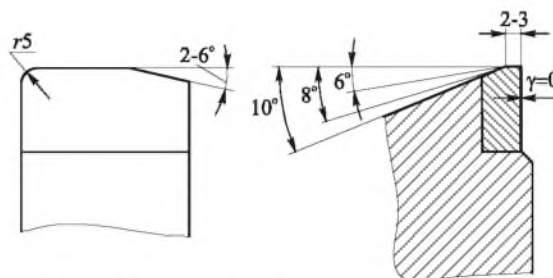


Рис. 1. Строгальный резец для чистовой обработки плоскостей

### 24. Режимы резания при обработке плоскостей на чугунных деталях широкими резцами из твёрдого сплава ВК8 на поперечно-строгальных и продольно-строгальных станках

Характер обработки	Площадь обрабатываемой поверхности, м <sup>2</sup>	Число проходов $i$	Глубина резания $t$ , мм	Подача $s$ , мм/дв. ход	Скорость резания $v$ , м/мин
Получистовая $Rz = 40 - 10$ мкм	—	1	До 2	10-20	14-18
Чистовая $Ra = 2,5 - 1,25$ мкм: предварительный проход	—	1	0,15 - 0,3	10 - 20	5 - 15
	6	1 - 2	0,05 - 0,1	12 - 16	15
	8				11
	12				7
	17				55
22	4				

Примечания: 1. Прямолинейный участок лезвия контролировать по лекальной линейке.

2. Обрабатываемую поверхность смачивать керосином.

3. Значения коэффициента  $K_{yv}$ , в зависимости от типа станка приведены ниже:

Тип станка	продольно-строгальный	поперечно-строгальный	долбежный
$K_{yv}$	1,0	0,8	0,6

**Сила резания.** Составляющие силы резания рассчитывают по формулам для точения.

Режимы резания для строгания плоскостей широкими резцами (рис. 1) приведены в табл. 24.

**Мощность резания** рассчитывают по той же формуле, что и для точения при аналогичных режимах.