

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
"Воронежский государственный технический университет"**

**Кафедра автоматизированного оборудования  
машиностроительного производства**

**ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА  
СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению контрольных работ  
для студентов направления подготовки бакалавров  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)  
заочной формы обучения**

**Воронеж 2022**

УДК 621.01 (07)  
ББК 34.5я7

**Составитель**

д-р техн. наук, профессор С. Ю. Жачкин

**Прогрессивные конструкции режущего инструмента станочных комплексов:** методические указания к выполнению контрольных работ направления подготовки бакалавров 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы») всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет; сост. С. Ю. Жачкин. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2022. – 33 с.

В методических указаниях изложены требования и общие вопросы по выполнению контрольных работ, рассматриваются вопросы обеспечения точности при механической обработке технических объектов, приводятся алгоритмы расчётов и справочные материалы.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ\_КР\_ПКРИСК.pdf.

Табл. 23.

**УДК 621.01(07)**  
**ББК 34.5 я7**

Рецензент – С. Н. Яценко, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры автоматизированного оборудования машиностроительного производства ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета  
Воронежского государственного технического университета*

## Контрольная работа № 1

**Цель работы:** научиться рассчитывать наиболее оптимальные режимы резания при токарной обработке по аналитическим формулам.

В зависимости от точности (калитета) заготовки и детали определяют число стадий обработки (число проходов) (см. приложение 2).

В зависимости от решаемых технологических задач выбирают вид резца, форму пластины, геометрические элементы резца по справочникам [4, 5, 8]. Если целесообразно использование одного и того же инструмента на нескольких переходах, то его выбирают по наиболее трудоемкому переходу, но следят, чтобы он был допустимым по остальным переходам.

Выбор инструмента и режимов резания выполняется в соответствии с основным параметром станка – наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки, который является усредненным показателем жесткости и виброустойчивости технологической системы.

Размеры державки резца выбирают максимально допустимыми, согласно паспорту станка.

Резцы с механическим креплением пластин имеют большую (в среднем на 15%) производительность, чем напаянные резцы. Такие резцы могут быть применены при меньшей подаче, но при большей скорости резания, что обеспечивает рост производительности.

Выбор материала инструмента осуществляют с учетом обрабатываемого материала, характера припуска и поверхности заготовки, глубины резания (см. приложение 1).

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

Глубина резания равна  $t = 0,5(D - d)$ , где  $D$  – начальный диаметр обработки,  $d$  – получаемый размер.

**2. Подача  $s$ , мм/об:** при черновом точении принимается максимально допустимой по мощности оборудования, жесткости системы СПИД, прочности режущей пластины и прочности державки. Рекомендуемые подачи при черновом наружном точении приведены в табл. 17, а при черновом растачивании в табл. 18.

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

Подачи при чистовом точении выбирают в зависимости от требуемых параметров шероховатости обработанной поверхности и радиуса при вершине резца из табл. 12.

При прорезании пазов и отрезании: величина поперечной подачи зависит от свойств обрабатываемого материала, размеров паза и диаметра обработки (табл. 14).

Рекомендуемые подачи при фасонном точении приведены в табл.16.

**Выбранные значения подачи корректируют по паспорту станка.** Паспортные данные некоторых станков приведены в приложении 3.

**3. Скорость резания  $v_p$ , м/мин:** при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

$$v_p = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} K_v,$$

а при отрезании, прорезании и фасонном точении – по формуле

$$v_p = \frac{C_v}{T^m S^y} K_v.$$

Среднее значение стойкости  $T$  при одноинструментной обработке – 60 мин, при точении резцами с дополнительным лезвием - 30÷45 мин. Значения коэффициента  $C_v$ , показателей степени  $x$ ,  $y$ , и  $m$  приведены в табл. 19.

Коэффициент  $K_v$  является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{mv}$  (см. табл. 1, 3, 7, 8), состояния поверхности  $K_{nv}$  (табл. 2), материала инструмента  $K_{uv}$  (см. табл. 4), вида обработки  $K_{ov}$  (см. табл. 9), углов в плане резцов  $K_{\phi v}$  и радиуса при вершине резца  $K_r$  (табл. 20). При многоинструментной обработке и многостаночном обслуживании период стойкости увеличивают, вводя соответственно коэффициенты  $K_{Tu}$  (см. табл. 5) и  $K_{Tc}$  (см. табл. 6).

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{Tv} \cdot K_{Tc} \cdot K_{\phi v} \cdot K_r.$$

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. 15.

Режимы резания при точении закаленной стали резцами из твердого сплава приведены в табл. 21.

**4. Частоту вращения  $n$ , об/мин** рассчитывают по формуле

$$n = \frac{1000v_p}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин,}$$

где  $v_p$  – скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр детали, мм.

После расчета частоты вращения принимают ее ближайшее меньшее значение по паспорту станка (приложение 3). Затем уточняют скорость резания по принятому значению  $n_{np}$ .

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{np}}{1000}, \text{ м / мин}$$

**5. Сила резания  $P$ , Н.** Силу резания  $P$  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

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p.$$

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 ( $K_p = K_{mp} \cdot K_{фр} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$ ), учитывающих фактические условия резания. Численные значения этих коэффициентов приведены в табл. 10, 11 и 23.

**6. Мощность резания  $N_e$ , кВт.** рассчитывают по формуле

$$N_e = \frac{P_z v}{1020 \cdot 60}.$$

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

Мощность резания не должна превышать эффективную мощность главного привода станка  $N_e < N_э$ . ( $N_э = N_{дв} \eta$ , где  $N_{дв}$  – мощность двигателя,  $\eta$  – КПД станка). Если условие не выполняется и  $N > N_э$ , уменьшают скорость резания. Определяют коэффициент перегрузки  $K_{II} = \frac{N_e}{N_э}$ . Исходя из того, что мощность прямо пропорциональна скорости резания  $v$  и частоте вращения  $n$ , рассчитывают новое меньшее значение скорости резания  $v_y = \frac{v}{K_n}$ .

**7. Основное время  $T_o$ , мин.** Рассчитывают по формуле  $T_o = \frac{L}{n_{np} s} i$ ,

где  $L$  – длина рабочего хода инструмента, мм;

$i$  – число проходов инструмента.

Длина рабочего хода, мм, равна  $L = l + l_1 + l_2$ ,

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1$  и  $l_2$  – величины врезания и перебега инструмента, мм (см. приложение 4).

#### Задание на контрольную работу

В соответствии с выданным заданием определить аналитическим способом следующие параметры обработки:

1. Глубину резания;
2. Подачу;
3. Скорость резания;
4. Частоту вращения шпинделя;
5. Силу резания;
6. Мощность резания;
7. Основное время.

Таблица 1

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

Обрабатываемый материал	Расчетная формула
Сталь	$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$
Серый чугун	$K_{mv} = \left( \frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Ковкий чугун	$K_{mv} = \left( \frac{150}{HB} \right)^{n_v}$
<p>Примечания: 1. <math>\sigma_s</math> и <math>HB</math> – фактические параметры. Характеризующие обрабатываемый материал, для которого рассчитывается скорость резания. 2. Коэффициент <math>K_r</math> характеризующий группу стали по обрабатываемости, и показатель степени <math>n_v</math> см. в табл.7.</p>	

Таблица 2

Поправочный коэффициент  $K_{mv}$ , 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

Таблица 3

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: $HB > 140$ $HB 100 - 140$	0,7 1,0	Силумин и литейные сплавы (закаленные), $\sigma_b = 200 \div 300$ МПа, $HB > 60$	0,8
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	1,7	Дюралюминий (закаленный), $\sigma_b = 400 \div 500$ МПа, $HB > 100$	
Гомогенные	2,0		
Сплавы с содержанием свинца < 10% при основной гомогенной структуре	4,0	Силумин и литейные сплавы, $\sigma_b = 100 \div 200$ МПа, $HB \leq 65$ . Дюралюминий, $\sigma_b = 300 \div 400$ МПа, $HB \leq 100$	1,0
Медь	8		
Сплавы с содержанием свинца > 15 %	12,0	Дюралюминий, $\sigma_b = 200 \div 300$ МПа	1,2

Таблица 4

Поправочный коэффициент  $K_{iv}$ , учитывающий влияние инструментально-го материала на скорость резания.

Обрабатываемый материал	Значения коэффициента $K_{iv}$ в зависимости от марки инструментального материала						
	Сталь конструкционная	T5K12B 0,35	T5K10 0,65	T14K8 0,8	T15K6 1,00	T15K6 1,15	T30K4 1,4
Коррозионно-стойкие и жаропрочные стали	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3	-		
Сталь закаленная	<i>HRC 35 – 50</i>				<i>HRC 51 – 62</i>		
	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	KB8	BK6	BK4	BK3	BK3	-	
	0,83	1,0	1,1	1,15	1,25		
Сталь, чугун, медные и алюминиевые сплавы	P6M5	BK4	BK6	9XC	XBG	Y12A	-
	1,0	2,5	2,7	0,6	0,6	0,5	

Таблица 5

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

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

Таблица 6

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

Число 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

Таблица 7

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

Обрабатываемый материал	Коэффициент $K_r$ 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 ( $C \leq 0,6\%$ ), $\sigma_b$ , МПа: < 450 450 – 550 > 550 повышенной и высокой обрабатываемости резанием хромистая углеродистая ( $C > 0,6\%$ ) хромоникелевая, хромомолибденованадиевая хромомарганцовистая, хромокремнистая, хромокремнемарганцовистая, хромоникельмолибденовая, хромомолибденоалюминиевая хромованадиевая марганцовистая хромоникельвольфрамовая, хромомолибденовая хромоалюминиевая хромоникельванадиевая быстрорежущие	1,0	1,0	-1,0	1,0	1,0	1,0	-0,9	-0,9	
	1,0	1,0	1,75				-0,9	-0,9	
	1,0	1,0	1,75				0,9	0,9	
	1,2	1,1	1,75				1,05	-	
	0,85	0,95	1,75				1,45		
	0,8	0,9	1,5				1,35		
	0,7	0,8	1,25				1,0	1,0	1,0
	0,85	0,8	1,25						
	0,75	0,9	1,5						
	0,8	0,85	1,25						
	0,75	0,8	1,25						
	0,75	0,85	1,25						
	0,6	0,7	1,25						
Чугун: серый ковкий	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25	
	-	-	1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25	

Таблица 8

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

Марка стали или сплава	$\sigma_B$ , МПа	Усредненное значение коэффициента $K_{mv}$
12X18H9T	550	1,0
13X11H2B2MФ	1100 – 1460	0,8 – 0,3
14X17H2	800 – 1300	1,0 – 0,75
13X14H3B2ФР	700 – 1200	0,5 – 0,4
37X12H8Г8МФБ	-	0,95 – 0,72
45X14H14B2M	700	1,06
10X11H20T3P	720 – 800	0,85
12X21H5T	820 – 10000	0,65
20X23H18	600 – 620	0,80
31X19H9MBBT	600 – 620	0,40
15X18H12C4TЮ	730	0,50
XH78T	780	0,75
XH75MBTЮ	-	0,53
XH60BT	750	0,48
XH77TЮ	850 – 1000	0,40
XH77TЮP	850 – 1000	0,26
XH35BT	950	0,50
XH70BMTЮ	1000 – 1250	0,25
XH55BMTKЮ	1000 – 1250	0,25
XH65BMTЮ	900 – 1000	0,20
XH35BTЮ	900 – 950	0,22
BT3-1; BT3	950 – 1200	0,40
BT5; BT4	750 – 950	0,70
BT6; BT8	900 – 1200	0,35
BT14	900 – 1400	0,53 – 0,43
12X13	600 – 1100	1,5 – 1,2
30X13; 40X13	850 – 1100	1,3 – 0,9

Таблица 9

Поправочный коэффициент  $K_{ov}$ , учитывающий влияние вида обработки на скорость резания.

Вид обработки	Отношение диаметров $\frac{d}{D}$	Коэффициент $K_{ov}$
Наружное продольное точение	-	1,0
Подрезание	0,0 ÷ 0,4	1,24
	0,5 ÷ 0,7	1,18
	0,8 ÷ 1,0	1,04
Отрезание	0	1,0
Прорезание	0,5 ÷ 0,7	0,96
	0,8 ÷ 0,95	0,84

Таблица 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 120 HB > 120	1,0 0,75	Алюминий и силумин Дюралюминий, $\sigma_B$ , МПа :	1,0
Свинцовистые при основной гетерогенной структуре и свинцовистые с содержанием свинца 10% при основной гомогенной структуре	0,65-0,7	250	1,5
Гомогенные	1,8-2,2	350	2,0
Медь	1,7-2,1	>350	2,75
С содержанием свинца >15%	0,25-0,45		

Таблица 11

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, рас-сверливании и зенкерования	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.

## Подачи, мм/об, при чистовом точении

Параметр шероховатости поверхности, мкм		Радиус при вершине резца $r$ , мм					
		0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
Ra	Rz						
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

Примечание. Подачи даны для обработки сталей с  $\sigma_B = 700 \div 900$  МПа и чугунов; для сталей с  $\sigma_B = 500 \div 700$  МПа значения подач умножить на коэффициент  $K_s = 0,45$ ; для сталей с  $\sigma_B = 900 \div 1100$  МПа значения подач умножить на коэффициент  $K_s = 1,25$ .

Таблица 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 $t$ , 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	3,6	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  $\sigma_B = 480 \div 640$  МПа; 1,0 при  $\sigma_B = 650 \div 870$  МПа и 0,85 при  $\sigma_B = 870 \div 1170$  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 %.

Таблица 14

Подачи, 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
<b>Токарно-револьверные станки</b>			
До 20	3	0,06 – 0,08	0,11 – 0,14
Св. 20 до 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
<b>Карусельные станки</b>			
До 2500	10 – 15	0,35 – 0,45	0,55 – 0,60
Св. 2500	16 – 20	0,45 – 0,60	0,60 – 0,70
<p>Примечания: 1. При отрезании сплошного материала диаметром более 60 мм при приближении резца к оси детали до 0,5 радиуса табличные значения подачи следует уменьшить на 40 – 50 %.</p> <p>2. Для закаленной конструкционной стали табличные значения подачи уменьшать на 30 % при <math>HRC_s &lt; 50</math> и на 50% при <math>HRC_s &gt; 50</math>.</p> <p>3. При работе резцами, установленными в револьверной головке, табличные значения умножать на коэффициент 0,8.</p>			

Таблица 15

Режимы резания при тонком точении и растачивании

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части режущего инструмента	Параметр шероховатости поверхности Ra, мкм	Подача, мм/об	Скорость резания, мм/мин
Сталь: $\sigma_b < 650$ МПа $\sigma_b = 650 \div 800$ МПа $\sigma_b > 800$ МПа	Т30К4	1,25 – 0,63	0,06 – 0,12	250 – 300
				150 – 200
Чугун: HB 149 – 163 HB 156 – 229 HB 170 – 241	ВК3	2,5 – 1,25	0,04 – 0,1	120 – 170
Алюминиевые сплавы и баббит				150 – 200
Бронза и латунь				120 – 150
			0,04 – 0,08	100 – 120
			0,04 – 0,08	300 – 600
			0,04 – 0,08	180 – 500
<p>Примечания: 1. Глубина резания 0,1 – 0,15 мм.</p> <p>2. Предварительный проход с глубиной резания 0,4 мм улучшает геометрическую форму обработанной поверхности.</p> <p>3. Меньшие значения параметра шероховатости поверхности соответствуют меньшим подачам.</p>				

Таблица 16

Подачи, мм/об, при фасонном точении.

Ширина резца	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
<p>Примечание: Меньшие подачи брать для более сложных и глубоких профилей и твердых металлов, большие - для простых профилей и мягких металлов.</p>				

Таблица 17

Поддачи 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	Св. 12	До 3	Св. 3 до 5	Св. 5 до 8	Св. 8 до 12	Св. 12	
До 20	От 16 × 25 до 25 × 25	0,3–0,4	-	-	-	-	--	-	-	-	-	-
Св. 20 до 40	От 16 × 25 до 25 × 25	0,4–0,5	0,3-0,4	-	-	-	0,4-0,5	-	-	-	-	-
Св. 40 до 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	-	-	-
Св. 60 до 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	-	-
Св. 100 до 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	-	-
Св. 400 до 500	От 20 × 30 до 40 × 60	1,1-1,4	1,0-1,3	0,7-1,2	0,6-1,2	0,4-1,1	1,3-1,6	1,2-1,5	1,0-1,2	0,7-0,9	-	-
Св. 500 до 600	От 20 × 30 до 40 × 60	1,2-1,5	1,0-1,4	0,8-1,3	0,6-1,3	0,1-1,2	1,5-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0	-
Св. 600 до 1000	От 25 × 40 до 40 × 60	1,2-1,8	1,1-1,5	0,9-1,4	0,8-1,4	0,7-1,3	1,5-2,0	1,3-1,8	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2	-
Св. 1000 до 2500	От 30 × 45 до 40 × 60	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7	-

Примечания: 1. При обработке жаропрочных сталей и сплавов поддачи свыше 1 мм/об не применять.

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

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

Таблица 18

Поддачи при черновом растачивании на токарных и токарно-револьверных 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 $s$ , мм/об, при глубине резания $t$ , мм							
		2	3	5	8	2	3	5	8
10	50	0,08	-	-	-	0,12-0,16	-	-	-
12	60	0,10	0,08	-	-	0,12-0,20	0,12-0,18	-	-
16	80	0,1-0,2	0,15	0,1	-	0,20-0,30	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	0,2-0,5	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
75 × 75	300	-	0,9-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9	-	1,1-1,6	0,9-1,3	0,7-1,0
	500	-	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7	-	-	0,7-1,1	0,6-0,8
	800	-	-	0,4-0,7	-	-	-	0,6-0,8	-

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

Таблица 19

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			
			$C_v$	$x$	$y$	$m$
Обработка конструкционной углеродистой стали, $\sigma_b = 750$ МПа						
Наружное продольное точение проходными резцами	Т15К6*	$s$ 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	Т15К6*	$s \leq t$	292	0,30	0,15	0,18
		$s > t$		0,15	0,30	
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	Т15К6*	-	244	0,23	0,30	0,20
		Черновые ходы: $P \leq 2$ мм $P > 2$ мм	14,8	0,70	0,30	0,11
			30	0,60	0,25	0,08
		Чистовые ходы	41,8	0,45	0,30	0,13
Вихревое нарезание резьбы	Т15К6*	-	2330	0,50	0,50	0,50
Обработка серого чугуна, $HB$ 190						
Наружное продольное точение проходными резцами	ВК6*	$s \leq 0,40$	292	0,15	0,20	0,20
		$s > 0,40$	243		0,40	
Наружное продольное точение резцами с дополнительным лезвием	ВК6**	$s \geq t$	324	0,40	0,20	0,28
		$s < t$	324	0,20	0,40	0,28
Отрезание	ВК6*	-	68,5	-	0,40	0,20
Нарезание крепежной резьбы		-	83	0,45	-	0,33
Обработка ковкого чугуна, $HB$ 150						
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
Обработка медных гетерогенных сплавов средней твердости, $HB$ 100 – 140						
Наружное продольное точение проходными резцами	Р18*	$s \leq 0,20$	270	0,12	0,25	0,23
		$s > 0,20$	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	Р18*	$s \leq 0,20$	485	0,12	0,25	0,28
		$s > 0,20$	328		0,50	
<p>* Без охлаждения ** С охлаждением</p> <p>Примечания: 1. При внутренней обработке (расточивание, прорезании канавок в отверстиях, внутреннем фасонном точении) принимать скорость резания, равную скорости резания для наружной обработки с введением поправочного коэффициента 0,9.</p> <p>2. При обработке без охлаждения конструкционных и жаропрочных сталей и стальных отливок резцами из быстрорежущей стали вводить поправочный коэффициент на скорость резания 0,8.</p> <p>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.</p> <p>4. При фасонном точении глубокого и сложного профиля на скорость резания вводить поправочный коэффициент 0,85.</p> <p>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.</p> <p>6. Подача <math>s</math> в мм/об.</p>						

Таблица 20

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров резца на скорость резания.

Главный угол в плане $\phi$	Коэффициент $K_{\phi v}$	Вспомогательный угол в плане $\phi_l$	Коэффициент $K_{\phi l v}$	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.

Таблица 21

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

Подача $s$ , мм/об	Ширина прорезания, мм	Твердость обрабатываемого материала $HRC_s$									
		35	39	43	46	49	51	53	56	59	62
Скорость резания $v$ , мм/мин											
Наружное продольное точение											
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	-	-	-	-	-
Прорезание паза											
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 вводить поправочный коэффициент: 1,15 при  $t = 0,4 \div 0,9$  мм; 1,0 при  $t = 1 \div 2$  мм и 0,91 при  $t = 2 \div 3$  мм.

2. В зависимости от параметра шероховатости на табличное значение скорости резания вводить поправочный коэффициент: 1,0  $Rz = 10$  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	$HRC_s, 35 - 49$				$HRC_s, 50 - 62$			
	Марка твердого сплава	T30K4	T15K6	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
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 вводить поправочные коэффициенты: 1,2 при  $\phi = 30^\circ$ ; 1,0 при  $\phi = 45^\circ$ ; 0,9 при  $\phi = 60^\circ$ ; 0,8 при  $\phi = 75^\circ$ ; 0,7 при  $\phi = 90^\circ$ .

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

Таблица 22

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

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	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, $\sigma_b=750$ МПа	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	300	1,0	0,75		243	0,9	0,6		339	1,0	0,5		
		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		0,75	-	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0	
		Отрезание и прорезание	247	1,0	1,0										
		Фасонное точение	212												
	Сталь жаропрочная 12X18H9T HB 141	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	204		0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	
	Серый чугун, HB 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
	Серый чугун, HB 190	Твердый сплав	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	-	-	-	-	-	-	-	-	

Обрабатываемый материал	Материал рабочей части резца	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих											
			тангенциальной $P_z$				Радиальной $P_y$				осевой $P_x$			
			$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$	$C_p$	$x$	$y$	$n$
Серый чугун, <i>HB 190</i>	Быстрорежущая сталь	Отрезание и прорезание	158		1,0		-	-	-	-	-	-	-	-
Ковкий чугун, <i>HB 150</i>	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение, растачивание	81	1,0	0,75	0	43	0,9	0,75	0	38	1,0	0,4	0
			100				88				40			
		Отрезание и прорезание	139	1,0										
Медные гетерогенные сплавы, <i>HB 120</i>	Быстрорежущая сталь	Наружное продольное и поперечное точение, растачивание	55	1,0	0,66		-	-	-	-	-	-	-	-
		Отрезание и прорезание	75		1,0									
Алюминий и силумин		Наружное продольное и поперечное точение, растачивание, подрезание	40	1,0	0,75	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		Отрезание и прорезание	50		1,0	-								

Таблица 23

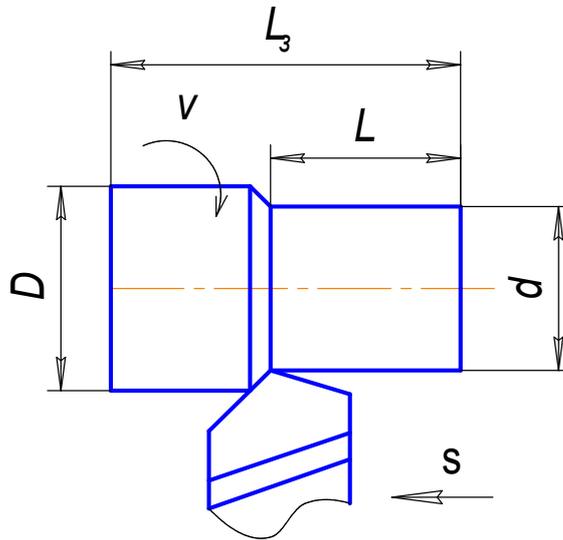
Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на составляющие силы резания при обработке стали и чугуна

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	$K_{\varphi\rho}$	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	$K_{\gamma\rho}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12 – 15	Быстрорежущая сталь		1,15	1,6	1,7
	20 - 25			1,0	1,0	1,0
Угол наклона главного лезвия $\lambda^\circ$	-5	Твердый сплав	$K_{\lambda\rho}$		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	$K_{r\rho}$	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	

## ЗАДАНИЕ

### Задача 1

На токарно-винторезном станке производится наружное продольное точение заготовки от диаметра  $D$  мм до диаметра  $d$  мм. Длина обработанной поверхности  $L$  мм, длина заготовки  $L_3$  мм. Данные выбрать из таблицы.

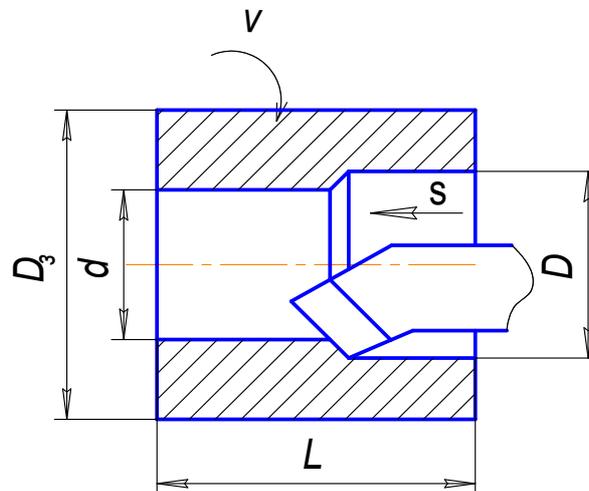


Требуется:

1. выбрать токарный станок;
2. выбрать режущий инструмент и материал режущей части инструмента;
3. назначить режимы резания;
4. определить машинное время.

### Задача 2

На токарно-винторезном станке производится растачивание сквозного отверстия от диаметра  $d$  мм до диаметра  $D$  мм. Диаметр заготовки  $D_3$  мм. Длина отверстия  $L$  мм. Способ крепления заготовки – в патроне.



Требуется:

1. выбрать токарный станок;
2. выбрать режущий инструмент и материал режущей части инструмента;
3. назначить режимы резания;
4. определить машинное время.

Данные к задаче 1

№ варианта	Материал заготовки	$\sigma_B$ , МПа	НВ	Вид заготовки и состояние её поверхности	Шероховатость поверхности, мкм	$D$ , мм	$d$ , мм	$L_3$ , мм	$L$ , мм	Применение охлаждения	Способ крепления заготовки
1	Серый чугун СЧ15	-	160	Отливка с коркой	Rz 40	100h17	92h12	850	800	Без охл.	В центрах
2	Сталь 45	750	-	Поковка с коркой	Ra 3,2	60h14	50h10	750	700	С охл.	В центрах
3	Сталь 35	650	-	Прокат	Ra 2,5	48h12	40h9	950	900	С олхл.	В патроне
4	Серый чугун СЧ20	-	180	Отливка без корки	Ra 15	156h17	150h12	700	600	Без охл.	В патроне
5	Сталь 30ХГС	800	-	Поковка с коркой	Rz 10	70h16	60h11	750	700	С охл.	В центрах
6	Бронза БрАЖ9-4	-	120	Отливка с коркой	Rz 20	108h14	100h10	1100	1000	Без охл.	В центрах
7	Серый чугун СЧ20	-	229	Отливка с коркой	Rz 30	90h15	82h11	1250	1200	Без охл.	В патроне
8	Сталь 12Х18Н10Т	750	-	Прокат	Rz 30	125h15	120h11	850	800	С охл.	В патроне
9	Сталь 20	500	-	Прокат	Rz 10	124h12	120h10	940	900	С охл.	В центрах
10	Сталь 45Х	850	-	Поковка с коркой	Rz 50	105h17	96h12	1100	1000	С охл.	В центрах
11	Сталь 30	500	-	Поковка с коркой	Rz 30	100h15	94h10	1000	900	С охл.	В центрах
12	Сталь 45	600	-	Поковка с коркой	Ra 2,5	64h12	60h8	850	830	С охл.	В патроне
13	Серый чугун СЧ15	-	170	Отливка с коркой	Rz 30	120h16	100h11	560	550	Без охл.	В центрах
14	Сталь 60	700	-	Поковка	Rz 10	98h15	90h10	400	380	С охл.	В центрах

Данные к задаче 2

№ варианта	Материал заготовки	$\sigma_b$ , МПа	НВ	Вид заготовки и состояние её поверхности	Шероховатость поверхности, мкм	$D$ , мм	$d$ , мм	$L_3$ , мм	$L$ , мм	Применение охлаждения
15	Серый чугун СЧ10	-	120	Отливка с коркой	Rz 40	100h17	92h12	850	800	Без охл.
16	Сталь 45	700	-	Прокат с просверловкой отв.	Ra 3,2	60h14	50h10	750	700	С охл.
17	Сталь 5	490	-	Прокат с просверловкой отв.	Ra 2,5	48h12	40h9	950	900	С олхл.
18	Серый чугун СЧ15	-	160	Отливка без корки	Ra 15	156h17	150h12	700	600	Без охл.
19	Сталь 40Х	750	-	Прокат с просверловкой отв.	Rz 10	70h16	60h11	750	700	С охл.
20	Сталь 30ХГС	800	-	Прокат с просверловкой отв.	Rz 20	108h14	100h10	1100	1000	Без охл.
21	Сталь 35	690	-	Прокат	Rz 30	90h15	82h11	1250	1200	Без охл.
22	Серый чугун СЧ20	-	180	Отливка с коркой	Rz 30	125h15	120h11	850	800	С охл.
23	Сталь 12Х18Н10Т	610	-	Прокат	Rz 10	124h12	120h10	940	900	С охл.
24	Серый чугун СЧ10	-	120	Отливка с коркой	Rz 50	105h17	96h12	1100	1000	С охл.
25	Серый чугун СЧ20	-	180	Отливка с коркой	Rz 30	100h15	94h10	1000	900	С охл.
26	Сталь 50	690	-	Прокат	Ra 2,5	64h12	60h8	850	830	С охл.
27	Серый чугун СЧ10	-	140	Отливка с коркой	Rz 30	120h16	100h11	560	550	Без охл.
28	Сталь 20ХН	650	-	Штамповка с коркой	Rz 10	98h15	90h10	400	380	С охл.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Маталин, А.А. Технология машиностроения: учебник для машиностроительных вузов по специальности "Технология машиностроения, металло-режущие станки и инструменты". – Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1985. – 496 с.; ил.
2. ГОСТ 16467-70. Статистические показатели точности и стабильности технологических операций. – М.: Изд-во стандартов, 1971. – 20 с.
3. Солоний, И. С. Математическая статистика в технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1972. – 215 с.

Рекомендуемое число проходов в зависимости от точности заготовки и детали при токарной обработке

Квалитет заготовки	Обрабатываемые заготовки	Квалитет детали							
		14		13-12		11-10		9-7	
		Требуемые стадии обработки							
		Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование
17	Отливки: стальные и чугунные III класса точности, кокильные из цветных металлов и сплавов. Заготовки, полученные горячей ковкой и штамповкой. Прокат обычной точности.	I	Черновая	I II	Черновая Получистовая	I II III	Черновая Получистовая Чистовая	I II III IV	Черновая Получистовая Чистовая Отделочная
16	Отливки: стальные III класса точности, из цветных металлов II класса точности и в кокиль. Штампованные стальные заготовки (горячая штамповка). Прокат обычной и повышенной точности.	I	Черновая	I II III	Черновая Получистовая Чистовая	I II III	Черновая Получистовая Чистовая	I II III IV	Черновая Получистовая Чистовая Отделочная
15	Отливки: стальные II класса точности и кокильные, чугунные II класса точности, из цветных сплавов II класса точности, кокильные и полученные по выплавляемым моделям. Кованые стальные заготовки, полученные горячей ковкой. Прокат повышенной точности.	I	Черновая	II	Получистовая	II III	Получистовая Чистовая	II III IV	Получистовая Чистовая Отделочная
14	Отливки: стальные II класса точности, кокильные или полученные в оболочковых формах; чугунные I класса точности; из цветных металлов и сплавов, полученные в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, под давлением и в кокиле.	-	-	II	получистовая	II III	Получистовая Чистовая	II III IV	Получистовая Чистовая Отделочная

Квалитет заготовки	Обрабатываемые заготовки	Квалитет детали							
		14		13-12		11-10		9-7	
		Требуемые стадии обработки							
		Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование	Номер стадии	Наименование
13	Отливки: стальные и чугунные I класса точности или полученные в оболочковых формах по выплавляемым моделям; из цветных металлов и сплавов, полученные в оболочковых формах, по выплавляемым моделям, под давлением и в кокиле.	-	-	II	получистовая	III	Чистовая	III IV	Чистовая Отделочная
12	Отливки: стальные I класса точности или полученные в оболочковых формах, по выплавляемым моделям; чугунные, полученные в оболочковых формах; из цветных металлов и сплавов, отлитых под давлением. Калиброванные прутки.	-	-	-	-	III	Чистовая	III IV	Чистовая Отделочная
11	Отливки: стальные, полученные в оболочковых формах или по выплавляемым моделям; чугунные, полученные по выплавляемым моделям. Калиброванные прутки.	-	-	-	-	III	Чистовая	IV	Отделочная

Применение инструментов из быстрорежущих сталей нормальной и повышенной производительности

Инструменты	Обрабатываемые материалы		
	Цветные сплавы, стали I-VII групп	Стали VIII-IX групп	Стали и сплавы X-XIV групп
Резцы	P6M5, P6MФ3, P6M5K5 <sup>*1</sup> , P9K5, ЭК-41, ЭК-42, P12Ф4K5 <sup>*1</sup> , P12M3K8Ф2 <sup>*1</sup> , P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП	P6M5K5, P9K5, P6M5Ф3, P9M4K8, P12M3K8Ф2, P12Ф4K5, P6M5K5-МП, P9M4K8-МП, 13P6M5Ф3-МП	P9M4K8, P6M5K5, P9K5, P9K10, P12M3K5Ф2-МП, P12M3K10Ф3-МП, 15P10Ф3K8M6-МП, 22P10Ф6K8M3-МП, B24M12K23
Фрезы	P6M5, P6M5Ф3, P6M5K5 <sup>*1</sup> , P9K5, ЭК-41, ЭК-42, P6M5Ф3-МП, P6M5K5-МП	P6M5K5, P6M5Ф3, P9M4K8, P9K5, P12M3K8Ф2, P6M5K5-МП, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП	P9M4K8, P6M5K5, P9K5, P12Ф4K5 <sup>*4</sup> , P12M3K8Ф2, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП, P12M3K10Ф3-МП, 15P10Ф3K8M6-МП
Сверла, зенкеры, развертки	P6M5, P6M5Ф3, P6M5K5 <sup>*1</sup> , P9K5, ЭК-41, ЭК-42, P6M5Ф3-МП, P6M5Ф5-МП, A11P3M3Ф2 <sup>*2</sup>	P6M5K5, P9K5, P6M5Ф3, P9M4K8, P9M6K5, P10K5Ф5, P12Ф3, P6M5K5-МП, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП	P9M4K8, P6M5K5, P9K5, P12Ф4K5, P12M3K8Ф2, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП, 15P10Ф3K8M6-МП, 22P10Ф6K8M3-МП, B18K25X4
Протяжки, прошивки	P18, P6M5, P6M5Ф3, P6M5K5, ЭК-41, ЭК-42, P9M5K5, P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП	P6M5K5, P6M5Ф3, P9K5, P18, P9M4K8, P12M3K8Ф2 <sup>*3</sup> , P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП	P18, P9M4K8, P9K5, P6M5K5, P6M5Ф3, P12MФ5-МП, P12M3K5Ф2-МП
Метчики, плашки	P6M5, P6M5K5, P6M5Ф3, ЭК-41, ЭК-42, P9K5, P9M4K8, A11P3M3Ф2 <sup>*2</sup> , P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП	P9K5, P6M5K5, P9M4K8, P6M5Ф3, P6M5Ф3-МП, P12MФ5-МП, 13P6M5Ф3-МП, 15P10Ф3K8M6-МП	P9M4K8, P9K5 <sup>*5</sup> , P6M5K5, P6M5Ф3, P12M3K8Ф2, P12MФ5-МП, P12M3K5Ф2-МП, 15P10Ф6K8M3-МП, 22P10Ф6K8M3-МП
Зуборезный инструмент	P6M5, P6M5Ф3, ЭК-41, ЭК-42, P6M5Ф3 <sup>*1</sup> , P9M4K8 <sup>*1</sup> , P6M5Ф3-МП, P6M5K5-МП	P6M5K5, P9M4K8, P6M5K5-МП, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП, 13P6M5Ф3-МП, 16P10Ф3K8M6-МП	P9M4K8, P9M4K8-МП, P12M3K5Ф2-МП, P12M3K10Ф3-МП, 15P10Ф3K8M3-МП, 22P10Ф6K8M3-МП

<sup>\*1</sup> При обработке на повышенных скоростях резания.

<sup>\*2</sup> Для обработки мелкогабаритных деталей.

<sup>\*3</sup> Для прошивок при обработке сталей и сплавов с HRC<sub>3</sub>>35.

<sup>\*4</sup> Для инструмента простой формы.

<sup>\*5</sup> Метчики диаметром до 8 мм целесообразно изготавливать из твердого сплава.

Рекомендации по выбору марок твердого сплава, БВТС, минералокерамики  
СТМ для обработки различных материалов

Вид обработки	Марки инструментальных материалов		
	Цветных сплавов	Сталей	Чугунов
	I-III	V-VI	IV
Чистовое точение при $s_0=0,1\div0,3$ мм/об, $t = 0,5\div2$ мм	ВК3, ВК3М, ВК6М, ВК8, ТТ8К6, КНТ16, ТН20	ВК6, ВК8, Т15К6, Т14К8, Т30К4, ТТ10К8Б, ТН20, КТН16, ВОК-60	ВК4, ВК6, ВК8, ВК3М, ВК6-ОМ, ВОК-60, В3, КОМ- ПОЗИТЫ 10, 10Д, 05, 01, 02
Получистовое точение при $s_0 = 0,2\div0,5$ мм/об, $t = 2\div4$ мм	ТН20, КНТ16, ВК6М, ВК8	ТН20, КНТ16, Т15К6, Т14К8	ВК3, ВК6М, ВК6, ТТ8К6, ВОК-60
Черновое точение при $s_0 = 0,4\div1,0$ мм/об, $t = 4\div10$ мм	ВК6, ВК8	Т15К6, Т14К8, ТТ10К8Б, Т5К10	ВК4, ВК6, ВК10-ОМ
Тяжелое черновое точение при $s_0=1,0$ мм/об, $t = 6\div20$ мм	ВК4, ВК6, ВК8	Т5К10, Т5К12, ТТ7К12	ВК4, ВК6, ВК8, ВК10-ОМ
Отрезка и прорезка канавок	ВК3, ВК3М, ВК6-ОМ	Т15К6, Т5К10, Т14К8	ВК3, ВК4, ВК6, ВК6М
Нарезание резьбы резцом	ВК3, ВК3М, ВК6-ОМ	Т15К6, Т14К8, Т30К4, ВК6	ВК3, ВК3М, ВК6М, ВК6-ОМ
Сверление	ВК4, ВК6М	Т5К10, ВК8, ВК10М	ВК4, ВК6, ТТ8К6
Зенкерование	ВК4, ВК6	Т15К6, Т14К8, Т30К4	ВК4, ВК3М, ВК6М, ТТ8К6
Развертывание	ВК3М, ВК6-ОМ, ВК3	Т30К4, Т15К6	ВК3М, ВК3, ВК6М, ВК6-ОМ
Черновое фрезерова- ние	ВК4, ВК8, ВК6	Т5К10, ТТ7К12, ВК8	ВК6, ВК8
Получистовое и чистовое фрезерование	ВК6М, ВК6	Т15К6, Т14К8, ТТ20К9, ТН20, КНТ16, ВОК-60, В3, КОМПОЗИТЫ 10, 01, 10Д	ВК6, ВК4, ВК6М, ВК10-ОМ, ТТ8К6, ВОК-60, В3, КОМ- ПОЗИТЫ 05, 10, 10Д, 01

Рекомендации по выбору марки твердого сплава, БВТС, минералокерамики и  
СТМ для обработки труднообрабатываемых материалов

Вид обработки	Марки инструментальных материалов для обработки групп					
	сталей				Сплавов	
	VII-VIII	IX-X	XIV	Закаленных	XI-XII	XIII
Чистовое точение при: $s_0 = 0,1 \div 0,3$ мм/об, $t = 0,5 \div 2$ мм	T30K4, BK6-OM, TT8K6, KHT-16, TH20	T15K6, BK3M, BK6-OM, BK10-OM, BK15-OM, TM3, KTC-2M	T15K6, BK3M, BK6M, BOK-60, BOK63, ПТНБ, гексонит, эльбор-Р	T30K4, BK3M, TT8K6, B3, BOK-60, BOK-63, силинит, ниборит, белсор, компози- ты 01, 02, 05, 09, 10	BK3M, BK6M, BK6-OM, BK10-OM, BK10-XOM, KTC-2M	BK3M, BK6M, BK6-OM, BK10-OM, BK15-OM, карбонадо
Получистовое то- чение при: $s_0 = 0,2 \div 0,5$ мм/об, $t = 2 \div 4$ мм	T5K10, T14K8, T15K6, TT8K6, TM3, TH20, KHT-16	T15K6, T14K8, BK8, BK6M, BK10-OM, BK15-OM, TT10K8B, KTC-2M	T15K6, BK3M, BK6M, BK8, TT10K8B	BK3M, BK6M, B3, BOK-60	BK6, BK8, BK6M, BK10-OM, BK10-XOM, TT10K8B, KTC-2M	BK4, BK6M, BK6-OM, BK10OM, BK15-OM
Черновое точение при: $s_0 = 0,4 \div 1,0$ мм/об, $t = 4 \div 10$ мм	T5K10, T14K8, T15K6, TT10K8B	T15K6, T14K8, BK8, BK6M, BK10-OM, TT10K8B	T5K12, BK8, BK6M, BK10-OM, TT7K12	-	BK4, BK6, BK8, BK6M, BK10-OM, BK10XOM	BK4, BK6, BK8, BK10-OM
Тяжелое черновое точение при $s_0 = 1,0$ мм/об, $t = 6 \div 20$ мм	T5K10, T5K12, TT7K12	T5K12, BK8, BK8B, BK10-OM, TT7K12	BK8, BK10-OM, TT7K12	-	BK8, BK10-OM, TT7K12	BK8, BK10-OM, BK15-OM
Отрезка и прорез- ка канавок	T5K10, T14K8, T15K6	BK8, BK6M	BK8, BK6M, BK4	-	BK6, BK6M, BK10-OM	BK4, BK8
Нарезание резьбы резцом	T14K8, T15K6	BK3, BK8, BK6M	BK8, BK6-OM, BK10-OM	T30K4, BK3M, BK6M	BK8, BK6M, BK6-OM	BK8, BK6M, BK6-OM

Вид обработки	Марки инструментальных материалов для обработки групп					
	сталей				Сплавов	
	VII-VIII	IX-X	XIV	Закаленных	XI-XII	XIII
Нарезание резьбы метчиком	BK8, BK10-OM, BK10M, BK6M, BK3M	BK8 <sup>*1</sup> , BK10M <sup>*1</sup> , BK10-OM <sup>*1</sup>	BK8, BK10M, BK10-OM	-	BK8, BK6M, BK10M, BK10-OM	BK8, BK6M, BK1-OM, BK10-OM
Получистовое и чистовое строгание и долбление	BK8, T5K10	BK8, BK6-KC, T5K12	BK10-OM, TT7K12	-	BK8, BK15-OM	BK8, BK10-OM
Черновое строгание и долбление	BK8, T5K12, TT7K12	BK15-OM, TT7K12	BK15-OM, TT7K12	-	BK8, BK15-OM	BK8, BK15-OM
Сверление	T5K10, T5K12, BK8, BK6M, BK10M	T5K12, BK8, BK10M	T5K12, BK8, BK6M, BK10M, BK15M	-	BK8, BK6M, BK10M, BK6-OM, BK10-OM	BK8, BK6M, BK10M, BK6-OM, BK15M
Зенкерование	T14K8, T15K6	BK6M, BK6-OM	BK6M, BK6-OM	-	BK8, BK6M, BK10-OM	BK8, BK4, BK6M
Развертывание	T15K6, T30K4, BK3M, BK6M, BK6-OM	BK6M, BK6-OM	BK6M, BK6-OM	T30K4, BK3M, BK6-OM	BK6M, BK6-OM	BK6M, BK6-OM
Черновое фрезерование	T5K10, T14K8, BK8, TT7K9, TT7K12, TT21K9, TT20K9A	T5K12, T14K8, TT7K12, BK10-OM, BK10XOM, BK15-OM	T5K10, BK8, TT7K12, BK15-OM, BK15XOM	-	BK8, BK10-OM <sup>*2</sup> , BK10-OM, BK10XOM, BK15-OM, BK15XOM, BK10KC, TT10K8B	BK8, BK10-OM <sup>*2</sup> , BK10-OM, BK10XOM, BK15-OM, BK15XOM, BK10KC, TT10K8B
Получистовое и чистовое фрезерование	T15K6, T14K8, TT20K9, BK8, TT7K9, TT21K9, TT20K9A	T14K8, TT20K9, BK6M, BK10M, BK8 <sup>*2</sup> , KTC-2M	T14K8, TT20K9, BK6M, BK10M, BOK-63, BK10XOM	Композиты 01, 10, силинит-Р, картинит	BK8, BK10-OM, BK10XOM, KTC-2M, TT10K8B	BK4, BK10-OM, BK10XOM, BK8, TT10K8B

\*<sup>1</sup> Для нарезания резьбы диаметром более 8 мм

\*<sup>2</sup> Концевые фрезы диаметром более 16 мм целесообразнее применять из быстрорежущей стали

КЛАССИФИКАЦИЯ ЦВЕТНЫХ И ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ  
ПО ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ РЕЗАНИЕМ

- I. Магниевые сплавы
- II. Алюминиевые сплавы
- III. Медь и медные сплавы
- IV. Чугуны
- V. Углеродистые стали
- VI. Легированные стали
- VII. Теплоустойчивые стали
- VIII. Коррозионностойкие стали
- IX. Жаропрочные деформируемые стали
- X. Коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные деформируемые стали
- XI. Жаропрочные и жаростойкие деформируемые сплавы на никелевой основе
- XII. Жаропрочные литейные сплавы на никелевой основе
- XIII. Сплавы на титановой основе
- XIV. Высокопрочные стали

## ПАСПОРТНЫЕ ДАННЫЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

**Токарно-винторезный станок мод. 16К20**

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм: над станиной — 400; над суппортом — 220. Наибольшая длина обрабатываемого изделия 2000 мм. Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, 25 мм. Мощность двигателя  $N_d=10$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,75$ . Частота вращения шпинделя, об/мин: 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 мод. 16Б16П**

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм: над станиной — 320, над суппортом — 180. Наибольшая длина обрабатываемой заготовки 1000 мм. Высота резца, устанавливаемого в резцедержателе, 25 мм. Мощность двигателя  $N_d=6,3$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,7$ . Частота вращения шпинделя, об/мин: 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.

**Токарный многорезцовый полуавтомат мод. 1Н713**

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия: над станиной — 400 мм, над суппортом — 250 мм; наибольшая длина обрабатываемой заготовки—1400 мм. Число суппортов—2. Мощность двигателя  $N_d = 18,5$  кВт; КПД станка  $\eta = 0,8$ . Частота вращения шпинделя, об/мин: 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250. Скорость движения продольной и поперечной подачи суппортов, мм/мин: 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400. Максимальная осевая составляющая силы резания, допускаемая механизмом подачи,  $P_x = 16\ 000$  Н ( $\approx 1630$  кгс).

Таблица П.4.1 – Величина врезания  $l_1$  и перебега  $l_2$  при работе резцами

Резцы		Глубина резания $t$											
		1	1	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
		Величина врезания $l_1$											
Проходные и расточные с углом в плане $\phi$	15°	5	9	13	16	20	24	28	31	39	-	-	-
	30°	3	5	7	8	10	12	14	15	19	22	26	29
	45°	2	3	4	5	6	7	8	9	12	14	16	18
	60°	1	2	3	3	4	4	5	5	6	7	9	11
	75°		1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
	90°	3											5
Подрезные	При работе в упор — 3. При работе напроход — 5												
Отрезные													
Прорезные													
Фасонные	3												
Примечание. Величина перебега $l_2$ при работе на проход вне зависимости от величины $\phi$ : при глубине резания $t=1-2$ мм $l_2 = 1$ мм; при глубине резания $t = 3-7$ мм $l_2 = 2$ мм; при глубине резания $t = 8-16$ мм $l_2 = 3$ мм													

Таблица П.4.2 - Суммарная величина врезания и перебега при резбонарезании, мм

Режущий инструмент	Обработка		Врезание + перебег, мм
Резцы резбовые	Напроход при шаге резьбы $P$	$\leq 6$	$4P$
		$\leq 10$	$3P$
		$\leq 10$	$2P$
	В упор		$3P$
	Вихревым методом		$3P$
Метчики машинные	На проход		$6P$
	В упор		$3P$
Метчики гаечные	На проход		Длина режущей части метчика
Плашки круглые, самооткрывающиеся головки	-		$2P$
Плашки тангенциальные	-		$2P$
Резбонарезные круглые гребенки для винторезных головок	-		$3P$
Фрезы резбовые дисковые	Резьбофрезерование при шаге резьбы $P$	$\leq 6$	$3P$
		$\leq 10$	$2P$
		$\leq 10$	$1,5P$

Таблица П.4.3 - Величина перебега стола при строгании в направлении главного движения, мм

Станок	Длина обработки $l$ , не более	Величина перебега стола или резца $l_2$
Продольно-строгальный	2000	200
	4000	325
	6000	400
	> 6000	500
Поперечно-строгальный, долбежный	100	35
	200	50
	300	60
	>300	75

**ПРОГРЕССИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА  
СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению контрольных работ  
для студентов направления подготовки бакалавров  
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(профиль «Металлообрабатывающие станки и комплексы»)  
заочной формы обучения

**Составитель**  
**Жачкин Сергей Юрьевич**

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 10.06.2022.  
Уч.-изд. л. 1,7.

ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический  
университет"  
394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84