

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

В. Л. Тарасов

**ВЫБОР И РАСЧЁТ
РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
университета в качестве учебно-методического пособия к выполнению
контрольной работы для студентов специальностей
150405, 190603, 080502, 250401, 250403



Москва
Издательство Московского государственного университета леса
2010

Разработано в соответствии с Государственным образовательным стандартом ВПО 2000 г. на основе примерной программы дисциплины «Материаловедение. Технология конструкционных материалов»

Рецензент: доктор технических наук, профессор В. В. Быков, заведующий кафедрой технологии машиностроения и ремонта МГУЛ

Работа подготовлена на кафедре материаловедения и технологии конструкционных материалов

Тарасов, В. Л.

Т19 Выбор и расчёт режимов резания при точении : учеб.-методич. пособие. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. – 19 с.

Учебно-методическое пособие к выполнению контрольной работы по обработке металлов резанием содержит необходимые данные по выбору и расчёту режимов резания при обработке деталей из сталей и чугунов на токарных станках резцами, оснащёнными металлокерамическими твердыми сплавами.

УДК 621.9

© В. Л. Тарасов, 2010
© ГОУ ВПО МГУЛ, 2010

Цель работы

Настоящие методические указания предназначены для студентов специальностей 150405, 190603, 080502, 250401, 250403, выполняющих домашнее задание по обработке металлов резанием при точении резцами, оснащёнными твердыми сплавами, и имеет целью ознакомить студентов с основами выбора и расчёта режимов резания.

Установление режимов резания заключается в выборе марки твердого сплава и геометрических параметров инструмента, а также в определении элементов режима резания, а именно: припуска на обработку (h), глубины резания (t), подачи (s), скорости резания (V) и частоты вращения детали (n), усилия резания (P) и мощности, необходимой на резание ($N_{рез}$), а также основного (машинного) времени (T_0) для черногового и чистового точения применительно к заданному типу станка (1К62).

Для выбора и расчёта режимов резания необходимо знать материал детали (сталь или чугун), вид заготовки (прокат, поковка или отливка), предел прочности на растяжение (σ_B) или твердость (HB) обрабатываемого металла, начальный (D_3) и конечный (d_0) диаметры заготовки и детали, ее длину (l) параметр шероховатости (R_z) или (R_a), а также паспортные данные станка (частоты вращения шпинделя на различных ступенях, величины мощности и значения подач, имеющихся на станке). Студентам может быть задан главный угол в плане (ϕ) резца.

Методика выбора и расчёта режимов резания

1. Выбрать одну из схем обработки в зависимости от главного угла в плане ϕ (рис. 1): при обработке резцами с главным углом в плане $\phi < 90^\circ$ выбирается схема обработки, показанная на рис. 1, а, а при $\phi = 90^\circ$ – на рис. 1, б.

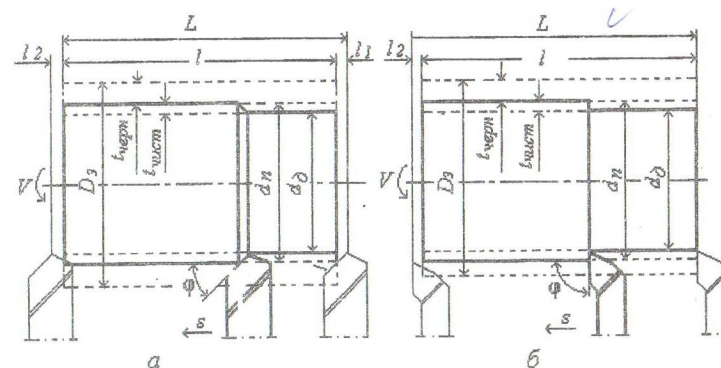


Рис. 1. Схема продольного наружного точения резцами с углами в плане $\phi < 90^\circ$ (а) и с углом в плане $\phi = 90^\circ$ (б)

На рис. 1 приняты следующие обозначения:

L – расчётная длина прохода режущего инструмента, мм

$$L = l + l_1 + l_2,$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – величина врезания инструмента, мм;

$$l_1 = t \cdot \text{Ctg}\varphi,$$

где φ – главный угол в плане в градусах;

l_2 – величина перебега резца, принимаемая равной 1...3 мм;

D_3 – диаметр заготовки, мм;

d_0 – диаметр готовой детали, мм;

d_n – диаметр заготовки после чернового точения (диаметр перехода), мм;

V – действительная скорость резания, м/мин;

s – подача, мм/об.

2. Определить припуск h на обработку (на диаметр) в мм по формуле

$$h = D_3 - d_0$$

3. Распределить припуск на черновое $h_{\text{черн}}$, и чистовое $h_{\text{чист}}$, точение. При этом необходимо иметь в виду, что после чернового точения не требуются заданные чертежом точность и шероховатость поверхности, поэтому при черновом точении можно, работая с большими, чем при чистовом точении подачами и меньшими скоростями, снять большую часть припуска на обработку, а именно:

$$h_{\text{черн}} = 0,8 \cdot h, \text{ мм.}$$

Тогда на чистовое точение остается 0,2 от припуска, т.е.

$$h_{\text{чист}} = 0,2 \cdot h, \text{ мм}$$

4. Определить глубину резания при черновом $t_{\text{черн}}$, и чистовом $t_{\text{чист}}$, точении, мм

$$t_{\text{черн}} = \frac{h_{\text{черн}}}{2},$$

$$t_{\text{чист}} = \frac{h_{\text{чист}}}{2}.$$

5. Далее необходимо произвести выбор и расчёт режимов резания сначала только для чернового точения, для чего:

а-- выбрать марку твердого сплава (табл. 1).

При этом необходимо иметь в виду, что сплавы, содержащие меньшее количество кобальта (ВК2, ВК3, Т30К4) обладают большей твердостью и хрупкостью, поэтому их применяют для чистовых операций.

Сплавы с большим количеством кобальта (ВК8, Т5К10) обладают наибольшей вязкостью, поэтому их применяют на черновых операциях, при обработке по корке (литые заготовки) и с неравномерным припуском (поковки). Однокарбидные сплавы группы ВК, как менее хрупкие, применяют при обработке чугунов и других хрупких и твердых материалов. Для обработки сталей применяют двухкарбидные сплавы группы ТК. После черновой обработки рекомендуется замена твердого сплава на сплав с повышенным содержанием карбидов, что приводит к повышению скорости резания и увеличению производительности.

Твердые сплавы допускают обработку резанием при скоростях до 200 м/мин (черновое точение) или до 400 м/мин (чистовое точение).

б -- **Выбрать форму передней поверхности режущей части резца** (табл. 2). При этом необходимо прежде всего обратить внимание на область применения (правая колонка таблицы) резцов с различными формами передней поверхности и выбрать ту поверхность, которая соответствует заданному для обработки материалу (сталь, чугун), его прочности или твердости (св, НВ) и состоянию поверхности заготовки (прокат, литье, поковка). При переходе с чернового точения на чистовое, например, после обработки литых заготовок или поковок, возможна замена формы передней поверхности. При обработке легированных сталей зачастую образуется сливная (непрерывная) стружка, поэтому необходимо применять радиусную с отрицательной фаской переднюю поверхность, обеспечивающую завивание стружки.

Обработка стальных отливок, чугунного литья и поковок должна производиться резцами с отрицательным передним углом.

Таблица 1

Металлокерамические твердые сплавы для резцов

Группа сплавов	Марка сплава	Краткая характеристика сплава	Область применения
А. Для обработки сталей			
Двухкарбидные	Т5К10	Хорошо сопротивляется ударам и вибрациям	Резцы для обдирочных работ с большими подачами и глубинами резания, для работ по корке, при переменном сечении стружки, при прерывистом точении с ударами
	Т14К8 Т15К6 Т15К6Т	Наиболее употребительны при скоростной обработке	Резцы для чистового и получистового точения, для нарезания резьбы, для обработки закаленных сталей
	Т30К4	Наиболее износостоек, но хрупок	Резцы для тонкого обтачивания с небольшим сечением стружки и большой скоростью резания


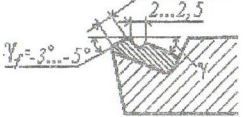
Б. Для обработки чугунов			
Однокар- бидные	ВК8	Хорошо сопротив- ляется ударам и ви- брациям	Резцы для обдирочных работ с больши- ми подачами и глубинами резания, для точения по корке и при переменном се- чении стружки, для прерывистого реза- ния с ударами
	ВК6 ВК4	Менее вязкие, чем ВК8, но более изно- состойкие	Резцы для черновой обработки без уда- ров и чистовой обработки при больших скоростях резания
	ВК3 ВК2	Износостойкие, но хрупкие	Резцы для тонкого обтачивания чугуна и обработки неметаллических материалов

в -- выбрать геометрические параметры режущей части резца (табл. 3, прил. 4). Главный угол в плане ϕ обычно выбирают в пределах от 30 до 90° в зависимости от вида обработки, типа резца, жёсткости заготовок и резца и способа их крепления. При обработке большинства материалов проходными резцами можно брать угол $\phi = 45^\circ$; при обработке недостаточно жёстких деталей в центрах необходимо применять резцы с главным углом в плане 60, 75 и даже 90° (во избежание вибраций).

Остальные углы выбираются в зависимости от требуемой чистоты поверхности, обрабатываемого материала (его прочности или твердости) и главного угла в плане в соответствии с табл. 3.

Таблица 2

Форма передней поверхности для токарных резцов с пластинками из металлокерамических твердых сплавов

Наименование формы и эскиз	Область применения
<p>1. Плоская с отрицательной фаской</p> <p>$f=0,2...0,5$</p> 	Резцы для обработки стали с пределом прочности на разрыв $\sigma \leq 800$ МПа; резцы для обработки ковких и серых чугунов без литейной корки
<p>2. Радиусная с отрицательной фаской</p> <p>$f=0,2...0,3$</p> <p>$2...2,5$</p> 	Резцы для обработки стали с пределом прочности на разрыв $\sigma \leq 800$ МПа при глубине резания 1 ... 5 мм и подаче до 0,3 мм/об. Радиусная лунка обеспечивает за- вивание стружки при обработке легиро- ванных сталей, дающих при обработке сливную стружку


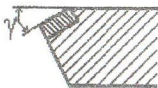
Наименование формы и эскиз	Область применения
<p>3. Плоская отрицательная двойная</p> <p>≥ 4</p> 	Резцы для обработки стали с пределом прочности на разрыв $\sigma \leq 800$ МПа; резцы для обработки стали с неравномерным припуском (поковки)
<p>4. Плоская отрицательная, одинарная</p> 	Резцы для обработки стали с пределом прочности на разрыв $\sigma \geq 800$ МПа; резцы для обработки стального и чугунного литья с коркой, загрязненной неметаллическими примесями; резцы для точения с ударами

Таблица 3

Геометрические параметры режущей части резца

Наименование углов	Значения углов	Условия работы
Главный угол в плане ϕ	Угол ϕ° выбирается в зависимости от жесткости системы "станок - приспособление - инструмент - деталь (СПИД)"	
Вспомогательный угол в плане ϕ_1	5 ... 10°	Чистовая обработка
	10 ... 15°	Черновое точение
Угол наклона главной режущей кромки λ	-2 ... -4	Чистовое точение
	-0	Точение резцами с $\phi = 90^\circ$
	0 ... 5°	Черновое точение резцами с $\phi < 90^\circ$
	12 ... 15°	Точение прерывистых поверхностей (с ударами)
Главный задний угла α	6°	Черновая обработка серого чугуна
	8°	Черная обработка стали и ковкого чугуна
	10°	Чистовая обработка ковкого и серого чугунов
	12°	Чистовая обработка стали
Передний угол γ	12 ... 15°	Обработка стали $\sigma_b \leq 800$ МПа
	10°	Обработка стали $\sigma_b \geq 800$ МПа

Окончание табл. 3

Наименование углов	Значения углов	Условия работы	
Передний угол γ	-10°	Обработка стали с $\sigma_{\text{в}} > 1000 \text{ МПа}$; обработка по корке, загрязненной неметаллическими примесями и при работе с ударами	
	12°	Обработка серого чугуна с $HB \leq 200$	
	8°	Обработка серого чугуна с $HB > 200$	
	8°	Обработка ковкого чугуна	
Вспомогательный задний угол α_1	$8 \dots 10^{\circ}$	Черновая и чистовая обработка	
Угол и ширина фаски	γ_f f	$0 \dots -5^{\circ}$	
		черновое точение $0,4 \dots 1,2$	чистовое точение $0,2 \dots 0,3$
Радиус при вершине для черного и чистового точения – 1,5 мм			

γ – назначаем подачу $S_{\text{табл}}$ (табл. 4) в зависимости от параметра шероховатости. При этом следует иметь в виду, что черновое точение даёт высоту неровностей профиля (параметр шероховатости) $R_z = 80 \dots 40 \text{ мкм}$, поэтому пределы подач для черного точения необходимо выбирать из первой горизонтальной строки табл. 4 в зависимости от вспомогательного угла в плане ϕ_1 .

Для чистового точения подача выбирается в зависимости от заданного параметра шероховатости готовой детали, обрабатываемого материала, ранее выбранного вспомогательного угла в плане ϕ_1 и скорости резания, которую при чистовом точении нужно принимать равной $100 \dots 130 \text{ м/мин}$.

Выборную по табл. 4 подачу нужно записать как $S_{\text{табл}}$ с пределами подач, например, $S_{\text{табл}} = 0,23 \dots 0,37 \text{ мм/об}$.

Таблица 4

Подачи при продольном точении

Параметр шероховатости, мкм	Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане, ϕ°	Диапазон скоростей резания, м/мин	Подача, мм/об
$R_z = 80 \dots 40$	Сталь и чугун	5	Весь диапазон скоростей	1,3 ... 1,5
		10		1,0 ... 1,1
		15		0,9 ... 1,0
$R_z = 39 \dots 20$	Сталь и чугун	5	Весь диапазон скоростей	0,7 ... 0,85
		10 ... 15		0,6 ... 0,7
$R_z = 19 \dots 10$	Сталь	5	< 50	0,25 ... 0,40
			50 ... 100	0,35 ... 0,55
			> 100	0,50 ... 0,60

Окончание табл. 4

Параметр шероховатости, мкм	Обрабатываемый материал	Вспомогательный угол в плане, ϕ°	Диапазон скоростей резания, м/мин	Подача, мм/об
$R_z = 19 \dots 10$	Чугун	5	Весь диапазон скоростей	0,35 ... 0,55
		10 ... 15		0,30 ... 0,50
$R_a = 2,5 \dots 1,25$	Сталь	≥ 5	30 ... 50	0,13 ... 0,18
			50 ... 80	0,16 ... 0,22
	80 ... 100		0,21 ... 0,33	
	100 ... 130		0,23 ... 0,37	
			> 130	0,33 ... 0,37
	Чугун	≥ 5	Весь диапазон скоростей	0,15 ... 0,30
$R_a = 0,63 \dots 1,24$	Сталь	≥ 5	100 ... 110	0,13 ... 0,16
			110 ... 130	0,15 ... 0,21
			> 130	0,20 ... 0,25

Примечание. В табл. 4 значения подач даны для случая, когда обрабатываемая сталь имеет предел прочности на разрыв $\sigma_{\text{в}} = 700 \dots 900 \text{ МПа}$ ($70 \dots 90 \text{ кгс/см}^2$). Если прочность стали отличается от указанной выше, подачу следует скорректировать, введя поправочный коэффициент $K_{\text{мс}}$ (табл. 5).

Таблица 5

Поправочные коэффициенты на подачу (для сталей)

Предел прочности обрабатываемой стали, МПа	до 500	500 ... 700	700 ... 900	900 ... 1000
Поправочный коэффициент, $K_{\text{мс}}$	0,7	0,75	1,0	1,25

Тогда расчетная подача определится по формуле

$$S_{\text{расч}} = S_{\text{табл}} \cdot K_{\text{мс}}, \text{ мм/об.}$$

Например, для стали с пределом прочности $\sigma_{\text{в}} = 600 \text{ МПа}$

$$S_{\text{расч}} = S_{\text{табл}} \cdot K_{\text{мс}} = (0,23 \dots 0,37) \cdot 0,75 = 0,173 \dots 0,28 \text{ мм/об.}$$

Расчётную подачу нужно скорректировать с подачей, имеющейся на станке (приложение 1). При этом следует принимать подачу по станку $S_{\text{ст}}$, равную или ближайшую к $S_{\text{расч}}$ в меньшую сторону. В нашем примере подача по станку $S_{\text{ст}} = 0,28 \text{ мм/об}$.

д -- определить скорость резания V_d , допускаемую режущим инструментом

$$V_d = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

где C_v -- коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого материала и материала режущей части резца, от углов заточки резца, а также от условий обработки (табл. 6);

T -- период стойкости резца, т.е. время работы резца от заточки до переточки, принимаемый всеми студентами равным 60 мин;

t -- глубина резания, мм;

s -- подача, мм/об;

m, x_v, y_v -- показатели степени при периоде стойкости, глубине резания и подаче (табл. 6). При выборе коэффициента C_v и показателей степени m, x_v, y_v из табл. 6 необходимо иметь в виду, что они зависят от величины подачи s и глубины резания t ;

K_v -- поправочный коэффициент на измененные (по сравнению с табличными) условия обработки

$$K_v = K_{\sigma v} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{f v} \cdot K_{m v} \cdot K_{\text{спл} v}$$

где $K_{\sigma v}, K_{\phi v}, K_{f v}, K_{m v}, K_{\text{спл} v}$ -- поправочные коэффициенты на скорость резания, учитывающие соответственно прочность или твердость обрабатываемого металла $K_{\sigma v}$, главный угол в плане $K_{\phi v}$, форму передней поверхности $K_{f v}$, состояние поверхности заготовки $K_{m v}$ и марку твердого сплава $K_{\text{спл} v}$ (таблица 7).

Таблица 6

Значения C_v, m, x_v и y_v в формуле скорости резания при продольном наружном точении и $T = 60$ мин

Обрабатываемый материал	Условия обработки	Углы в плане в градусах		Марка твердого сплава	Коэффициент C_v и показатели степени				
		ϕ	ϕ_1		C_v	x_v	y_v	m	
Сталь $\sigma_s = 750$ МПа	$s \leq 0,3$	45	10	Т5К10	273	0,15	0,2	0,2	
	$0,75 > s > 0,3$				227		0,35		
	$s > 0,75$				221		0,45		
Чугун серый НВ 190	$s \leq 0,4$	45	10	ВК6	292	0,15	0,2	0,2	
	$s > 0,4$				243		0,4		
Чугун ковкий НВ 150	$t < 2,0$	45	10	ВК8	317	0,15	0,2	0,2	
	$s \leq 0,4$						215		0,45
	$t \geq 2,0$								

Таблица 7

Поправочные коэффициенты на скорость резания для измененных (по сравнению с табличными) условий в зависимости от:

1. Предела прочности σ_B или твердости НВ металла							
Материал	Сталь	Чугун серый	Чугун ковкий				
$K_{\sigma v}$	750/ σ_B	(190/НВ) ^{1,25}	(150/НВ) ^{1,25}				
2. Главного угла в плане ϕ							
Главный угол в плане ϕ°	10	20	30	45	60	75	90
$K_{\phi v}$	1,55	1,30	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81
3. Формы передней поверхности резца							
Форма поверхности	Плоская с фаской			Плоская отрицательная			
$K_{f v}$	1,0			1,05			
4. Состояния поверхности заготовки							
Поверхность	Без корки, прокат	Корка литейная		Корка литейная (литье в разовые песчаные формы)			
$K_{m v}$	1,0	0,8		0,5 ... 0,6			
5. Марки металллокерамического твердого сплава							
Сталь	Твердый сплав	Т30К4	Т14К8	Т15К6	Т15К6Т	Т5К10	
	$K_{\text{спл} v}$	2,15	1,23	1,54	1,77	1,0	
Чугун серый	Твердый сплав	ВК2	ВК3	ВК6	ВК8		
	$K_{\text{спл} v}$	1,23	1,15	1,0	0,83		
Чугун ковкий	Твердый сплав	ВК2	ВК3	ВК6	ВК8		
	$K_{\text{спл} v}$	1,27	1,23	1,15	1,0		

Примечание. При чистовом точении коэффициент, зависящий от состояния обрабатываемой поверхности $K_{m v} = 1$.

е -- определить допустимую частоту вращения детали n_d

$$n_d = \frac{1000 \cdot V_d}{\pi \cdot D_3}, \text{ мин}^{-1}$$

Скорректировать полученную частоту вращения детали с частотами, имеющимися на станке (приложение 1). Из условия стойкости резца частоту вращения по станку ($n_{ст}$) следует принимать ближайшую к допустимой в меньшую сторону или равную ей.

ж -- определить действительную скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot D_3 \cdot n_{ст}}{1000}, \text{ м/мин}$$

Примечание. При чистовом точении в формулы для определения допустимой частоты вращения детали и действительной скорости резания нужно подставлять диаметр заготовки после черного прохода, т.е. d_n .

1,371

2,27 · 1,23 · 0,85 = 2,373
0,54 11
0,64

з -- определить составляющую силы резания P_z

$$P_z = C_P \cdot i^{x_P} \cdot s^{y_P} \cdot V^n \cdot K_{Pz}, \text{ Н}$$

где C_P -- коэффициент, зависящий от свойств обрабатываемого металла и условий обработки (табл. 8);

x_P, y_P, n -- показатели степени (табл. 8);

Таблица 8

Значение коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания при продольном наружном точении

Обрабатываемый материал	Угол в плане		Коэффициент и показатели степени			
	φ	φ_1	C_P	x_P	y_P	n
Сталь $\sigma_B=750$ МПа	45	10	3000	1,0	0,75	-0,15
Чугун серый HB190			920			0
Чугун ковкий HB 150			810			0

K_{Pz} -- поправочный коэффициент на силу резания в зависимости от изменённых, по сравнению с табличными, условий обработки

$$K_{Pz} = K_m \cdot K_\varphi \cdot K_\gamma$$

где $K_m \cdot K_\varphi \cdot K_\gamma$ -- поправочные коэффициенты на силу резания, учитывающие соответственно прочность или твердость обрабатываемого материала K_m , главный угол в плане φ и передний угол γ (табл. 9).

Таблица 9

Поправочные коэффициенты на силу резания для изменённых (по сравнению с табличными) условий обработки в зависимости от:

1. Предела прочности σ_B или твердости HB обрабатываемого материала					
Металл	Сталь	Чугун серый	Чугун ковкий		
K_m	$\left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^{0,35}$	$\left(\frac{HB}{190}\right)^{0,4}$	$\left(\frac{HB}{150}\right)^{0,4}$		
2. Главного угла в плане φ					
φ^0	30	45	60	70	90
K_φ	1,08	1,0	0,94	0,92	0,89
3. Переднего угла γ					
γ^0	+20	+10	0	-10	-20
K_γ	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3

0,83

0,52

и -- определить мощность, необходимую на резание

$$N_{рез} = \frac{0,1 \cdot P_z \cdot V}{102 \cdot 60}, \text{ кВт}$$

к -- проверить выбранный режим по мощности станка на данной ступени. Для этого необходимо сравнить мощность, необходимую на резание ($N_{рез}$) с мощностью на шпинделе на данной ступени ($N_{см}$), т.е. при выбранной частоте вращения детали. Режим по мощности проходит, если $N_{рез} < N_{см}$. Если $N_{рез} > N_{см}$, то необходимо сделать пересчёт режима, уменьшая подачу и беря её из ряда подач, существующих на станке (приложение 1). Пересчёт необходимо начинать с момента, когда подача начинает встречаться в расчётных формулах.

л) определить основное (машинное) время при черновом точении

$$T_{очерн} = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}, \text{ мин}$$

где i -- число проходов.

6. Для чистовой обработки необходимо сделать аналогичные расчеты, за исключением определения силы резания и мощности, необходимой на резание, так как при чистовом точении мощность будет заведомо меньше, чем при черновом точении.

7. Определить общее машинное время T_0 для чистового и чернового точения

$$T_0 = T_{очерн} + T_{очист}, \text{ мин}$$

Приложение 1

Выписка из паспорта токарно-винторезного станка

1. Механизм главного движения

№ ступени	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Мощность на шпинделе, кВт	№ ступени	Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	Мощность на шпинделе, кВт
1	12	8	13	200	8
2	16	8	14	250	8
3	20	8	15	315	8,5
4	25	8	16	400	8,3
5	31,5	8	17	500	7,9
6	40	8	18	630	7,7
7	50	8	19	680	8,1
8	63	8	20	800	7,6
9	80	8	21	1000	7,2
10	100	8	22	1250	7
11	125	8	23	1600	6,9
12	160	8	24	2000	6,2

Приложение 1 (окончание)

2. Механизм подачи станка имеет следующие продольные подачи, мм/об

0,07	0,12	0,195	0,3	0,52	0,87	1,4	2,28
0,074	0,13	0,21	0,34	0,57	0,95	1,56	2,42
0,084	0,14	0,23	0,39	0,61	1,04	1,74	2,8
0,097	0,15	0,26	0,43	0,7	1,14	1,9	3,12
0,11	0,17	0,28	0,47	0,78	1,21	2,08	3,48

Приложение 2

Числа в дробных степенях

Числа	Показатели степеней						
	0,15	0,2	0,35	0,4	0,45	0,75	1,25
	Числа, возведенные в степень						
0,15	0,752	0,684	0,514	0,468	0,426	0,241	0,093
0,17	0,766	0,702	0,538	0,492	0,450	0,265	0,109
0,195	0,783	0,721	0,564	0,520	0,479	0,293	0,129
0,21	0,791	0,732	0,579	0,536	0,495	0,310	0,142
0,23	0,802	0,745	0,598	0,555	0,516	0,332	0,159
0,26	0,817	0,764	0,624	0,583	0,545	0,364	0,186
0,28	0,826	0,775	0,640	0,601	0,564	0,385	0,204
0,3	0,835	0,786	0,656	0,618	0,582	0,405	0,222
0,34	0,850	0,806	0,686	0,649	0,615	0,445	0,259
0,39	0,868	0,828	0,719	0,686	0,655	0,494	0,308
0,4	0,872	0,833	0,726	0,698	0,662	0,503	0,318
0,43	0,881	0,845	0,744	0,713	0,684	0,531	0,348
0,45	0,887	0,852	0,756	0,727	0,698	0,549	0,369
0,47	0,973	0,859	0,768	0,739	0,712	0,568	0,389
0,50	0,901	0,871	0,785	0,758	0,732	0,594	0,420
0,52	0,907	0,877	0,795	0,769	0,745	0,612	0,442
0,55	0,914	0,887	0,811	0,787	0,764	0,639	0,474
0,57	0,919	0,894	0,821	0,799	0,777	0,756	0,495
0,60	0,926	0,903	0,836	0,815	0,795	0,692	0,528
0,61	0,928	0,906	0,841	0,821	0,801	0,690	0,539
0,65	0,937	0,917	0,860	0,841	0,824	0,724	0,584
0,70	0,948	0,931	0,883	0,867	0,852	0,765	0,640
0,75	0,958	0,944	0,904	0,891	0,878	0,806	0,698
0,78	0,963	0,952	0,917	0,905	0,894	0,829	0,733
0,80	0,967	0,956	0,925	0,915	0,904	0,846	0,756
0,85	0,976	0,968	0,945	0,937	0,929	0,885	0,816
0,87	0,979	0,973	0,952	0,946	0,939	0,901	0,840
0,90	0,984	0,979	0,964	0,959	0,954	0,924	0,877
0,95	0,992	0,989	0,982	0,979	0,977	0,962	0,938
1,04	1,005	1,008	1,014	1,016	1,018	1,029	1,050
1,05	1,007	1,009	1,017	1,019	1,022	1,037	1,063
1,10	1,014	1,019	1,034	1,039	1,044	1,074 0,74	1,126
1,14	1,019	1,026	1,046	1,053	1,061	1,103	1,178
1,15	1,021	1,028	1,050	1,057	1,065	1,110	1,191
1,20	1,028	1,037	1,066	1,076	1,085	1,146	1,256
1,21	1,029	1,039	1,069	1,079	1,089	1,154	1,269

Приложение 2 (продолжение)

Числа	Показатели степеней						
	0,15	0,2	0,35	0,4	0,45	0,75	1,25
	Числа, возведенные в степень						
1,30	1,040	1,054	1,096	1,110	1,125	1,217	1,388
1,29	1,034	1,046	1,081	1,093	1,106	1,182	1,322
1,35	1,046	1,062	1,111	1,127	1,145	1,252	1,455
1,40	1,052	1,069	1,125	1,144	1,163	1,287	1,523
1,45	1,057	1,077	1,139	1,160	1,182	1,321	1,591
1,50	1,062	1,084	1,152	1,176	1,200	1,355	1,660
1,55	1,068	1,092	1,166	1,192	1,218	1,389	1,729
1,56	1,069	1,093	1,168	1,195	1,221	1,396	1,743
1,60	1,073	1,098	1,179	1,207	1,235	1,423	1,799
1,65	1,078	1,105	1,191	1,222	1,252	1,456	1,870
1,70	1,083	1,112	1,204	1,236	1,269	1,489	1,941
1,74	1,087	1,117	1,214	1,248	1,283	1,515	1,998
1,75	1,088	1,118	1,216	1,250	1,286	1,521	2,013
1,80	1,0922	1,125	1,228	1,265	1,303	1,554	2,085
1,85	1,097	1,131	1,240	1,279	1,319	1,586	2,157
1,90	1,101	1,137	1,252	1,293	1,335	1,618	2,231
1,95	1,105	1,143	1,263	1,306	1,350	1,650	2,304
2,00	1,109	1,149	1,274	1,319	1,366	1,682	2,378
2,20	1,125	1,171	1,318	1,371	1,426	1,806	2,679
2,40	1,140	1,191	1,358	1,419	1,482	1,928	2,987
2,60	1,154	1,210	1,397	1,465	1,537	2,047	3,302
2,80	1,167	1,229	1,434	1,509	1,589	2,164	3,622
3,00	1,179	1,246	1,469	1,552	1,639	2,279	3,948
3,20	1,191	1,262	1,502	1,592	1,688	2,392	4,279
3,40	1,201	1,277	1,535	1,631	1,734	2,504	4,617
3,60	1,212	1,292	1,566	1,669	1,779	2,613	4,959
3,80	1,222	1,306	1,596	1,706	1,823	2,722	5,305
4,00	1,231	1,319	1,624	1,741	1,866	2,828	5,657
4,20	1,240	1,332	1,652	1,775	1,907	2,934	6,012
4,40	1,249	1,345	1,679	1,809	1,948	3,038	6,372
4,60	1,257	1,357	1,706	1,841	1,987	3,141	6,737
4,80	1,265	1,368	1,731	1,973	2,026	3,243	7,105
5,00	1,273	1,379	1,757	1,904	2,063	3,343	7,477
5,20	1,281	1,390	1,781	1,934	2,099	3,443	7,852
5,40	1,288	1,401	1,804	1,963	2,136	3,542	8,232
5,60	1,295	1,411	1,827	1,992	2,171	3,640	8,614
5,80	1,302	1,421	1,850	2,020	2,206	3,737	9,000
6,00	1,308	1,431	1,872	2,048	2,239	3,836	9,390
30,00	1,665	1,974	2,288	3,898	4,620	12,818	70,210
35,00	1,704	2,036	3,470	4,145	4,952	14,389	85,130
40,00	1,739	2,091	3,637	4,373	5,259	15,905	100,59

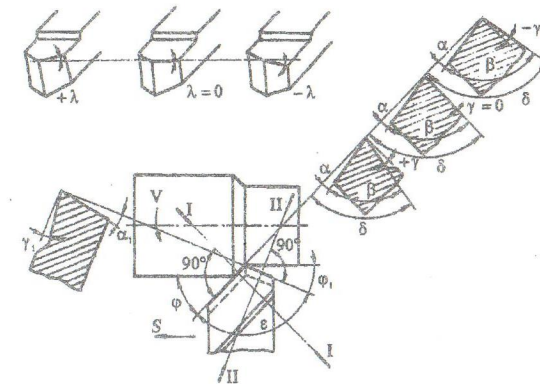
Приложение 2 (окончание)

Числа	Показатели степеней						
	0,15	0,2	0,35	0,4	0,45	0,75	1,25
	Числа, возведенные в степень						
45,00	1,770	2,141	3,789	4,584	5,545	17,37	116,55
50,00	1,798	2,186	2,932	4,781	5,815	18,803	132,95
55,00	1,824	2,228	3,327	4,967	6,069	20,196	149,78
60,00	1,848	2,27	3,415	5,143	6,312	21,55	166,99
70,00	1,821	2,338	4,423	5,470	6,765	24,200	202,47
80,00	1,929	2,402	4,635	5,770	7,184	26,749	239,25
90,00	1,964	2,459	4,830	6,049	7,575	29,220	277,20
100,0	1,995	2,512	5,019	6,309	7,943	31,622	316,23
110,0	2,024	2,560	5,182	6,555	8,291	39,967	356,23
120,0	2,050	2,605	5,342	6,786	8,622	36,256	397,17
130,0	2,075	2,647	5,494	7,007	8,938	38,499	438,96
140,0	2,098	2,687	5,638	7,218	9,242	40,700	481,57
160,0	2,141	2,759	5,908	7,614	9,814	44,987	569,04
170,0	2,160	2,793	6,034	7,802	10,085	47,080	613,84
180,0	2,179	2,825	6,156	7,982	10,348	49,142	659,31
190,0	2,197	2,855	6,274	8,156	10,603	51,175	705,41
200,0	2,214	2,885	6,387	8,325	10,850	53,182	752,12
220,0	2,455						
230,0	2,261						
240,0	2,275						
250,0	2,289						

Примечание. Число "х" в отрицательной степени "-у" равно $\frac{1}{x^y}$, например, $180^{-0,15} = \frac{1}{180^{0,15}} = \frac{1}{2,179} = 0,459$

Приложение 3

Углы токарного резца



φ — главный угол в плане; φ_1 — вспомогательный угол в плане; α — главный задний угол; α_1 — вспомогательный задний угол; γ — передний угол; γ_1 — вспомогательный передний угол; λ — угол наклона главной режущей кромки; ϵ — угол при вершине; δ — угол резания; β — угол заострения

Варианты контрольной работы для студентов группы _____

Вар №	Материал заготовки	Вид заготовки	$\sigma_{\text{в}}$, МПа, НВ	l , мм	D , мм	$d_{\text{д}}$, мм	Шероховатость, мкм	ϕ°
1	X28	Поковка	450	600	122	110	Ra=1,28	30
2	X25	Отливка	450	500	120	108	Rz=10	60
3	30	Поковка	620	600	180	170	Rz=15	90
4	X17	Прокат	440	450	200	188	Ra=1,5	45
5	3X13	Прокат	690	500	200	190	Ra=2	90
6	15Г2	Отливка	630	550	200	190	Rz=10	30
7	30Г2	Поковка	750	600	70	60	Ra=2	90
8	45	Поковка	760	500	160	150	Rz=15	60
9	50	Отливка	800	350	110	100	Ra=2,5	30
10	50	Прокат	680	450	92	80	Rz=18	45
11	55	Отливка	710	600	124	112	Ra=1,2	60
12	60	Отливка	730	580	80	68	Rz=10	30
13	35Г2	Поковка	830	490	80	70	Rz=15	60
14	40Г2	Отливка	870	380	110	100	Ra=1,5	30
15	20Г2	Поковка	660	500	80	70	Ra=2	30
16	15Г2	Отливка	920	700	126	114	Ra=1,25	45
17	15Г2	Поковка	950	400	130	120	Ra=10	60
18	СЧ35	Отливка	НВ240	500	102	90	Ra=1,5	60
19	СЧ24	Отливка	НВ200	350	120	108	Ra=2	90
20	СЧ12	Отливка	НВ143	340	100	92	Ra=2,5	30
21	1X13	Прокат	600	500	150	140	Rz=15	45
22	1X18H9T	Поковка	550	560	108	96	Rz=12	60
23	50	Отливка	670	470	120	112	Rz=10	60
24	10ГНД	Прокат	520	550	164	150	Rz=15	60
25	14ГНД	Прокат	540	600	170	160	Ra=1	45
26	30Г	Поковка	570	350	60	48	Rz=15	30
27	40Г	Прокат	670	450	110	96	Rz=10	30
28	65Г	Прокат	820	390	164	152	Rz=15	45
29	15ГС	Прокат	480	560	120	98	Ra=1,3	60
30	30Х	Прокат	650	400	106	92	Rz=10	30
31	35	Поковка	600	500	72	62	Ra=1,5	30
32	15Г	Прокат	500	500	150	140	Rz=15	45
33	40	Отливка	600	400	190	180	Rz=10	60