

**МПС РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

29/20/2

Одобрено кафедрой
«Строительные и
дорожные машины и
оборудование»

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Задание на курсовую работу
с методическими указаниями
для студентов IV курса

специальностей

150700. ЛОКОМОТИВЫ (Т)

150800. ВАГОНЫ (В)

170900. ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ,
ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (СМ)

181400. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ ЖЕЛЕЗНЫХ
ДОРОГ (ЭПС)



Москва – 2002

Рецензент: канд. техн. наук, доц. А.А. АФАНАСЬЕВ

**© Российский государственный открытый технический
университет путей сообщения, 2002**

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Цель курсовой работы — закрепить знания, полученные студентом при изучении курса «Технология конструкционных материалов».

Задание на курсовую работу состоит из задачи по составлению технологического процесса изготовления детали простой формы методом точения.

Курсовую работу студент должен написать четко на одной стороне листа. Чертежи и эскизы сделать карандашом, соблюдая масштаб.

Пояснительная записка должна состоять из следующих пунктов:

1. Выбрать по таблице вариантов задачу и переписать ее.
2. Начертить эскиз детали с указанием всех размеров с допусками и шероховатостью обработки поверхностей (см. рис. 3-12).

3. Начертить установочный эскиз детали. На эскизе показать схему закрепления детали в патроне станка. Если деталь в процессе изготовления переустанавливается, то схему закрепления показывать на этом же эскизе. Все поверхности детали, подвергаемые обработке, пронумеровать в последовательности по переходам — от первого до последнего. Внизу эскиза показать режущий инструмент с направлением подачи или вращения, номер перехода и вращение заготовки. На эскизе показать все обрабатываемые поверхности красной или утолщенной линией. На рис. 1 и 2 показаны примеры оформления чертежа детали и операционного эскиза.

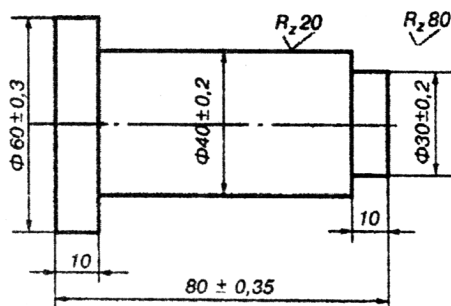


Рис. 1.

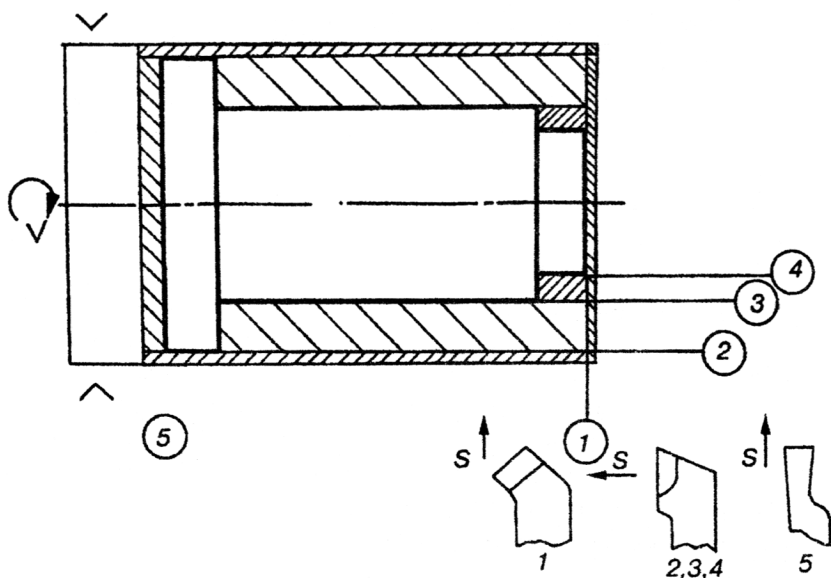


Рис. 2.

4. Расчетную часть задачи выполнить в последовательности, рекомендуемой в данных методических указаниях.
5. Составить технологическую карту обработки.
6. Дать список используемой литературы.

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

Необходимый вариант задания студент определяет по табл. 1 по двум последним цифрам учебного шифра.

Таблица вариантов

Таблица 1

Окончание шифра	Номер рисунка	Материал детали	Заготовка, размеры
1	2	3	4
01 21 41 61 81	3	Сталь 45	Пруток

1	2	3	4
02 22 42 62 82	4	Сталь 55	Пруток
03 23 43 63 83	5	СЧ 15	Цилиндрическая отливка
04 24 44 64 84	6	Сталь 40Х	Пруток
05 25 45 65 85	7	СЧ 18	Цилиндрическая отливка
06 26 46 66 86	8	Сталь 20	Пруток
07 27 47 67 87	9	СЧ 20	Цилиндрическая отливка
08 28 48 68 88	10	Сталь 40	Труба, Двнутр. 35 мм
09 29 49 69 89	11	СЧ 36	Отливка-труба
10 30 50 70 90	12	Сталь Ст.4	Пруток
11 31 51 71 91	3	СЧ 20	Цилиндрическая отливка
12 32 52 72 92	4	СЧ 15	Цилиндрическая отливка
13 33 53 73 93	5	Сталь 30	Пруток
14 34 54 74 94	6	СЧ 18	Цилиндрическая отливка
15 35 55 75 95	7	Сталь 45	Пруток
16 36 56 76 96	8	СЧ 20	Цилиндрическая отливка
17 37 57 77 97	9	Сталь 55	Пруток
18 38 58 78 98	10	СЧ 36	Цилиндрическая отливка
19 39 59 79 99	11	Сталь 40Х	Труба, Двнутр. 35 мм
20 40 60 80 00	12	СЧ 18	Цилиндрическая отливка

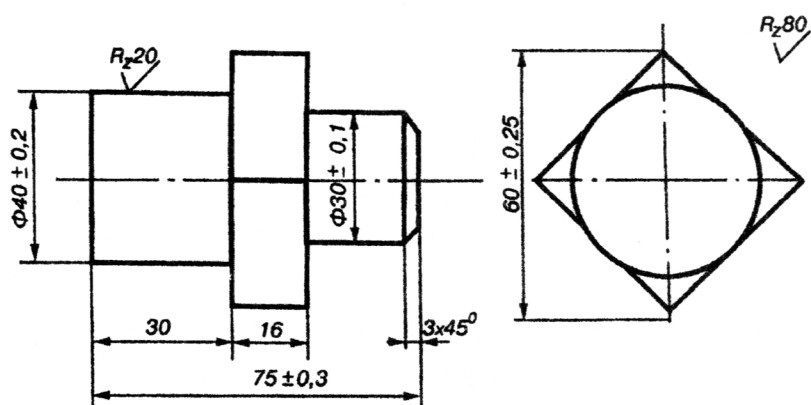


Рис. 3.

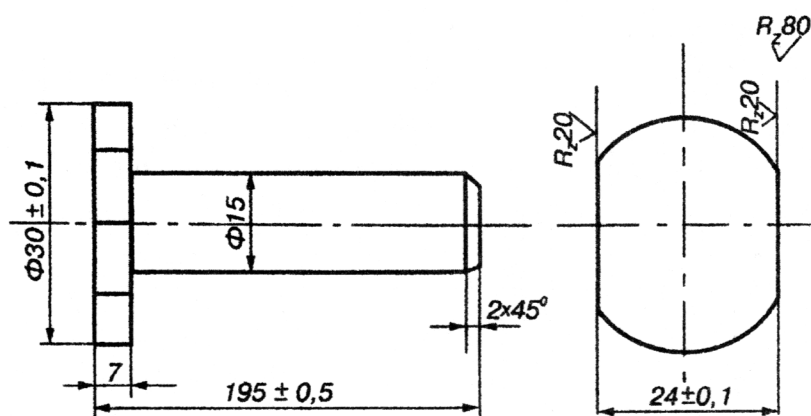


Рис. 4.

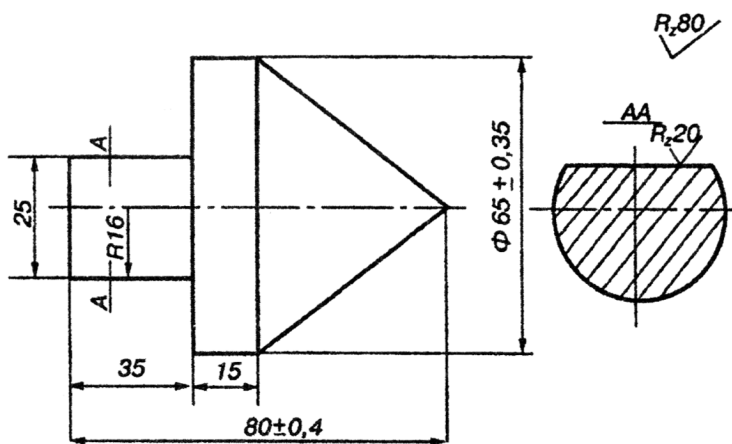


Рис. 5.

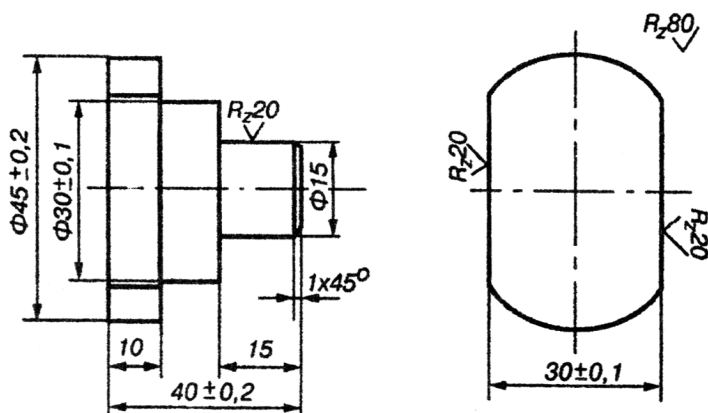


Рис. 6.

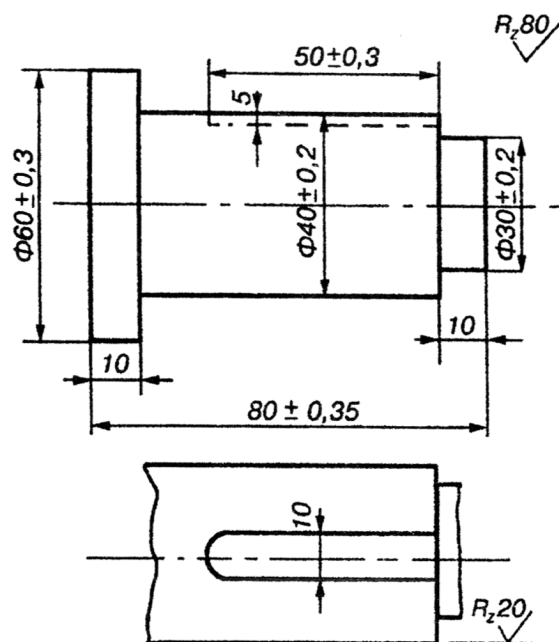


Рис. 7.

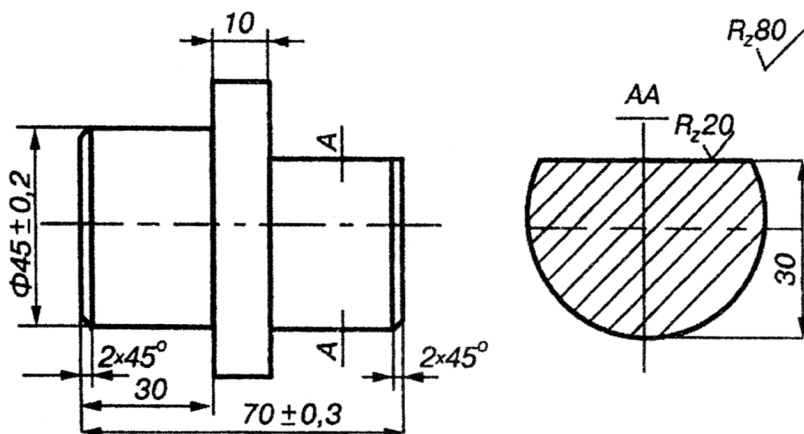


Рис. 8.

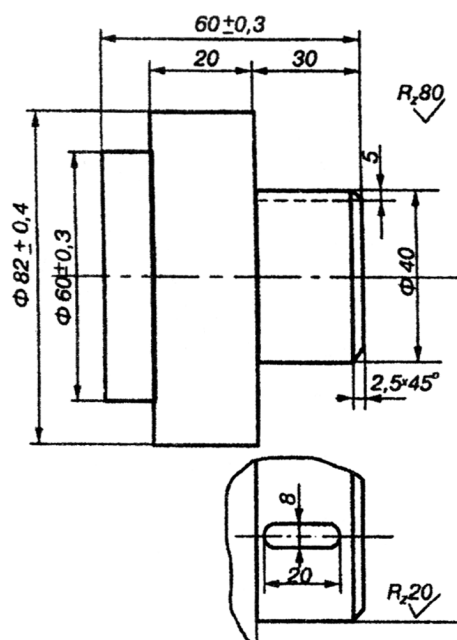


Рис. 9.

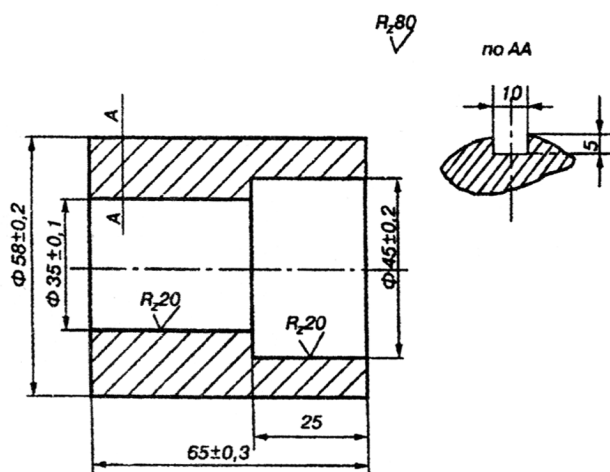


Рис. 10.

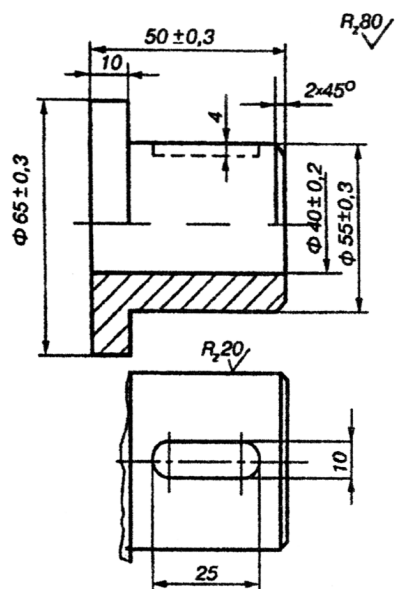


Рис. 11.

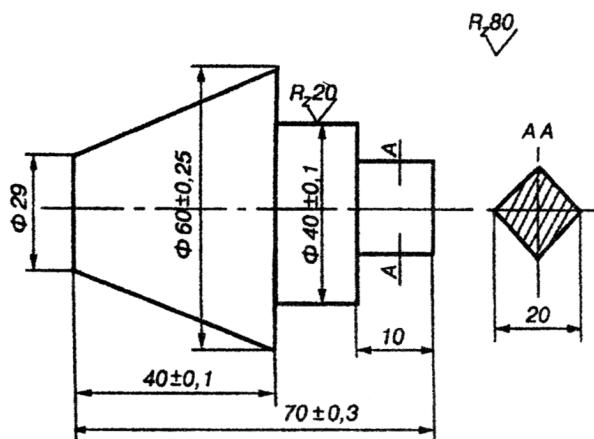


Рис. 12.

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

I. Выбор заготовки

Типоразмер заготовки при обработке заданной детали выбирают, исходя из следующих положений:

1. Припуск на обработку зависит от вида обработки (окончательная или предварительная). Поэтому, если обработка окончательная, то припуск выбирают от 2 до 3 мм, в случае предварительной обработки припуск выбирают от 3 до 5 мм. Необходимо помнить, что окончательная обработка не обязательно может быть высокого класса шероховатости.

2. Внутренние размеры отверстий стальных или чугунных труб принимают на 5–8 мм меньше чертежных размеров.

II. Выбор металлорежущего станка

Тип и модель станка выбирают в зависимости от выполняемой операции и габаритных размеров детали и заготовки. Техническая характеристика некоторых распространенных токарно-винторезных и фрезерных станков приведена в приложении.

Однако в технической характеристике (паспорте) станка указывают только минимальное и максимальное значение подачи $S_1, \dots, S_z$ и частоты вращения шпинделя $n_1, \dots, n_z$, а также их количество. Поэтому необходимо определить промежуточные значения подачи и частоты вращения шпинделя, которые на данном станке образуют ряд по закону геометрической прогрессии. Для определения промежуточного значения необходимо найти знаменатель геометрической прогрессии:

$$\begin{aligned} S_1 &= S_{\min}; S_2 = S_1 \varphi; & S_3 &= S_1 \varphi^2; & \dots & S_z = S_{\max} = S_1 \varphi^{z-1}; \\ n_1 &= n_{\min}; n_2 = n_1 \varphi; & n_3 &= n_1 \varphi^2; & \dots & n_z = n_{\max} = n_1 \varphi^{z-1}; \end{aligned}$$

где φ — знаменатель геометрической прогрессии;

z — число членов прогрессии (количество подач или частот вращения шпинделя).

$$\varphi = z \cdot \sqrt{\frac{S_{\max}}{S_{\min}}}; \quad \varphi = z \cdot \sqrt{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}}.$$

Стандартизированы следующие знаменатели рядов φ , принятые в станкостроении: 1,06; 1,12; 1,26; 1,41; 1,58; 1,78; 2.

III. Выбор инструмента

А. Режущий инструмент

Тип инструмента выбирается в соответствии с выполняемой операцией и переходом. Материал режущей части резца нужно выбирать в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала и характера работы.

Для обработки пластичных материалов (стали и др.) чаще всего применяют металллокерамические твердые сплавы группы ТК–Т5К10, Т15К6, Т30К4 и др. Для обработки хрупких материалов (чугун, бронза и др.) применяют материалы группы ВК–ВК3, ВК6, ВК8 и др.

Геометрические параметры режущей части резца определяются в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента, условий обработки и требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности.

Одной из главных характеристик работоспособности режущего инструмента является период стойкости, так как он оказывает решающее влияние на выбор режимов резания. Стойкостью называется период работы режущего инструмента от заточки до переточки.

Период стойкости колеблется в значительных пределах. Так для резцов из быстрорежущей стали период стойкости принимают равным 60 мин; для резцов с пластиной из твердого сплава 90–120 мин.

Для фрез цилиндрических и пазовых из быстрорежущей стали — 120 мин, а со вставными ножами из твердого сплава — 180–540 мин.

На величину стойкости инструмента существенно влияет смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ). Как правило, применение СОЖ облегчает стружкообразование и снижает температуру в зоне резания, что в значительной степени повышает стойкость инструмента.

Б. Измерительный инструмент

На применение измерительного инструмента большое влияние оказывает точность размеров обрабатываемой детали. Как правило, при токарной обработке точность размеров находится в пределах 0,05–0,1 мм. Поэтому, вполне достаточно применение штангенциркуля ШЦ–I — 0–125 с ценой деления 0,1 мм и штангенциркуля ШЦ–II — 0–160 с ценой деления 0,05 мм.

IV. Выбор крепежного приспособления и способа крепления

Обрабатываемая заготовка крепится на станке при помощи приспособлений. Большое значение при выборе приспособлений имеют размеры детали и серийность производства.

В зависимости от соотношения длины детали к ее диаметру различают несколько способов крепления ее на станке:

а — отношение $L/D < 4$, крепление производится только в патроне токарного станка;

б — отношение L/D больше 4, но менее 10, крепление производится в патроне и при помощи заднего центра;

в — отношение $L/D > 10$, крепление производится в патроне, заднем центре и люнете (подвижном или неподвижном).

Длина установки (базовая длина) заготовки (мм) выбирается по следующей формуле:

$$L_{\text{уст}} = L_{\text{дет}} + H_{\text{отр}} + 15; \quad (1)$$

где $L_{\text{дет}}$ — длина детали, мм;

$H_{\text{отр}}$ — размер на отрезание детали, мм.

V. Расчет режимов резания

а — выбрать или рассчитать глубину резания для каждого перехода и прохода;

б — определить расчетом или выбрать значение подачи;

в — выбрать материал режущей части резцов и их период стойкости. Для каждого из выбранных резцов указать углы в плане;

г — рассчитать скорость резания, допускаемую режущим инструментом при выбранном периоде стойкости; определить рас-

четную частоту вращения шпинделя станка в минуту по полученной расчетом скорости резания; выбрать ближайшую минимальную к расчетной частоту вращения шпинделя из паспорта станка и по ней определить фактическую скорость резания;

д — рассчитать силу резания для прохода с максимальной глубиной резания и максимальной подачей;

е — сравнить расчетную силу резания (осевую силу) с допускаемой прочностью механизма подачи станка;

ж — определить мощность, необходимую для осуществления процесса резания, и сравнить ее с мощностью электродвигателя станка;

з — определить основное технологическое время на обработку каждого перехода.

VI. Обработка на токарных станках

Расчет режимов резания выполняют по каждому переходу. Если переход состоит из двух проходов — чернового (предварительного) и чистового (окончательного), то скорость резания и число оборотов шпинделя станка рассчитывается для каждого прохода отдельно. Если число черновых проходов более двух, то скорость резания и число оборотов шпинделя станка для второго и последующих черновых проходов не рассчитывают. В этих случаях задаются числом оборотов шпинделя первого чернового прохода и рассчитывают по нему фактическую скорость резания.

В качестве первого перехода при точении всегда выполняется подрезка торца. Если выбранная заготовка закрепляется только в патроне станка, то подрезка торца проводится при закреплении на установочную длину. При закреплении заготовки в патроне и заднем центре станка, подрезка торца проводится при установке заготовки с вылетом от патрона на 5–10 мм.

При закреплении заготовки в заднем центре на ее торцевой поверхности необходимо выполнить центровочное отверстие для закрепления заднего центра. Поэтому, после подрезки торца следующий переход — центрование отверстия специальным центровочным сверлом. При выполнении данного перехода задаются числом оборотов шпинделя станка при подрезке торца, а скорость резания, глубину резания и технологическое время не рас-

считывают. Подачу выполняют вручную и поэтому технологическим временем задаются в пределах 5–10 секунд.

Глубина резания — это толщина слоя металла, срезаемого за один проход резца. Обозначается t , мм. Выбор глубины резания зависит от требуемого класса шероховатости поверхности детали и величины припуска. Припуск до 2–3 мм срезается за один проход. Если он более 3 мм, то припуск срезается за два прохода: один черновой (предварительный) и второй чистовой (окончательный). Глубина резания при черновом проходе принимается 0,75–0,85 от припуска.

При наружном точении и расточке внутренних отверстий

$$t = \frac{D-d}{2}; \quad (2)$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

d — диаметр обработанной поверхности, мм.

При подрезке торца глубину резания принимают от 1 до 2 мм, а при отрезании глубина резания принимается равной длине режущей кромки отрезного резца.

Подача s , мм/об, — величина перемещения режущей кромки резца за один оборот детали. Она зависит от требуемого класса шероховатости, механических свойств обрабатываемой детали и свойств режущего инструмента. Численные величины подач при черновой и чистовой обработках приведены в таблицах справочников и общемашиностроительных нормативов, указанных в рекомендуемой литературе.

Практически подача для обработки стали принимается

— при черновой обработке $> 0,3$ мм/об;

— при чистовой обработке $< 0,3$ мм/об.

Для обработки чугунов и других хрупких материалов:

— при черновой обработке $> 0,4$ мм/об;

— при чистовой обработке $< 0,4$ мм/об.

Выбранная подача должна быть скорректирована по паспорту металлорежущего станка. Необходимо соблюдать условие, чтобы $S_{ст} < S$.

Расчетная скорость резания при точении V_p , м/мин вычисляется по эмпирической формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S_{ст}^{Y_v}}; \quad (3)$$

где C_v — коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого материала и материала режущей части инструмента;

K_v — поправочный коэффициент, учитывающий реальные условия резания;

T — принятый период стойкости инструмента, мин.

m, X_v, Y_v — показатели степени.

Поправочный коэффициент

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_T \cdot K_{Пv} \quad (4)$$

где K_{Mv} — поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала;

K_{Iv} — поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента (табл. 2);

K_T — поправочный коэффициент, учитывающий влияние периода стойкости резца (табл. 3);

$K_{Пv}$ — поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (табл. 4).

Таблица 2

Марка твердого сплава	K_{Iv}	Марка твердого сплава	K_{Iv}
T5K10	0,65	BK8	1,00
T15K6	1,00	BK6	1,20
T30K4	1,50		

При точении резцом, оснащенным твердым сплавом, для стали

$$K_{Mv} = \frac{750}{\sigma_B}; \quad (5)$$

для чугуна

$$K_{M_v} = \left(\frac{1900}{HB} \right)^{1,25} \quad (6)$$

Значения предела прочности и твердости обрабатываемых материалов находят в справочных данных.

Таблица 3

Стойкость резца Т, мин	K_T	Стойкость резца Т, мин	K_T
30	1,15	75	0,94
45	1,06	90	0,92
60	1,00	120	0,87

Таблица 4

Обрабатываемый материал	Предел прочности, МПа	Твердость НВ, Мпа	$K_{ПВ}$ для заготовки	
			с коркой	без корки
Углеродистые, легированные, стальное литье	400–500	–	1,76	2,20
	500–600	–	1,35	1,69
	600–700	–	1,03	1,29
	700–800	–	0,80	1,00
	800–900	–	0,65	0,81
Чугун серый	–	1400–1600	1,13	1,51
	–	1600–1800	0,91	1,21
	–	1800–2000	0,75	1,00
	–	2000–2200	0,64	0,85

Определив поправочный коэффициент, находят скорость резания в зависимости от принятых значений стойкости, глубины резания и подачи (по станку). Значения C_v , X_v , Y_v , m приведены в табл. 5.

Скорость резания находят для каждого перехода. При точении фаски ее принимают по диаметру, на котором происходит обработка. При обработке конических отверстий скорость резания рассчитывают по наибольшему диаметру конуса.

Таблица 5

Обрабатываемый материал и его механические свойства	Подача, мм/об	C_v	X_v	Y_v	m
Сталь	$S < 0,3$	420	0,15	0,20	0,2
	$S > 0,3$	350	0,15	0,35	0,2
Серый чугун	$S < 0,4$	292	0,15	0,2	0,2
	$S > 0,4$	243	0,15	0,4	0,2

После определения расчетной скорости резания необходимо проверить возможность осуществления ее на выбранном станке.

Для этого следует найти значение расчетной частоты вращения шпинделя станка n_p , об/мин:

$$n_p = \frac{1000 V_p}{\pi D}, \quad (7)$$

где V_p — расчетная скорость резания, м/мин;

D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Полученное значение расчетной частоты вращения шпинделя сравнивают с имеющимся на станке и принимают ближайшее минимальное (см. приложение) $n_{ст} < n_p$.

Необходимо отметить, что на практике при черновой обработке на любом токарном станке частоту вращения шпинделя не применяют более 500–600, а при чистовой не более 800 об/мин.

По принятому значению частоты вращения шпинделя $n_{ст}$ находят фактическую скорость резания V_ϕ , м/мин:

$$V_\phi = \frac{\pi D_o n_{ст}}{1000}, \quad (8)$$

Расчет усилий резания

Силу резания P_z , МПа определяют только для самого нагруженного прохода, где наибольшая подача и глубина резания.

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot V_\phi^{n_p} \cdot K_p, \quad (9)$$

Поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p}$$

где K_{mp} — поправочный коэффициент на обрабатываемый материал (табл.6);

$K_{\phi p}$ — поправочный коэффициент на главный угол в плане резца (табл.7).

Таблица 6

Сталь		Чугун	
σ_b , МПа	K_{mp}	HB, МПа	K_{mp}
400–500	0,76	1400–1600	0,88
510–600	0,82	1610–1800	0,94
610–700	0,89	1810–2000	1,00
710–800	1,00	2100–2200	1,06
810–900	1,10	2210–2400	1,12

Таблица 7

Гл. угол в плане ϕ , град	$K_{\phi p}$	
	сталь	чугун
45	1,00	1,00
60	0,98	0,96
90	1,08	0,92

Значения C_p , X_p , Y_p и n_p при точении приведены в табл. 8.

Таблица 8

Обрабатываемый материал	Материал режущей части	C_p	X_p	Y_p	n_p
Сталь	Твердый сплав	300	1	0,75	–0,15
	Быстрорежущая сталь	200	1	0,75	0
Чугун	Твердый сплав	92	1	0,75	0
	Быстрорежущая сталь	158	1	1,00	0

Возможность осуществления на выбранном станке принятого режима резания проверяют сопоставлением расчетного значения усилия подачи, определенного по формуле $P_x = 0,3 P_z$, со значением силы $P_{x\text{ст}}$, допускаемой механизмом подачи выбранного станка и указанной в его паспорте (см. приложение).

Необходимо, чтобы $P_{x\text{ст}} > P_x$.

Расчет мощности станка

Эффективную мощность на резание N_3 , кВт, определяют по формуле:

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V_p}{102 \cdot 600} . \quad (10)$$

Потребная мощность на шпинделе станка (кВт)

$$N_{\text{пот}} = \frac{N_3}{\eta_{\text{ст}}} , \quad (11)$$

где $\eta_{\text{ст}}$ — КПД станка (см. прил.).

Коэффициент использования станка по мощности главного электродвигателя:

$$K = \frac{N_{\text{пот}}}{N_{\text{ст}}} \cdot 100\% . \quad (12)$$

Здесь $N_{\text{ст}}$ — мощность главного электродвигателя станка, кВт (см. прил. 1).

Расчет основного технологического времени

Основное технологическое время на обработку T_0 (мин) рассчитывается для всех проходов. При точении фасок ее принимают от 5 до 10 с.

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}}} , \text{ (мин);} \quad (13)$$

где L — расчетная длина обработки поверхности, мм;

$n_{\text{ст}}$ — частота вращения заготовки, об/мин;
 $S_{\text{ст}}$ — подача, мм/об;
 i — количество проходов.

Расчетная длина обработки при точении, мм,

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (14)$$

где l — длина детали (чертежный размер), мм.

При подрезке торца и отрезании это половина диаметра заготовки;

l_1 — величина врезания инструмента, мм;

l_2 — величина перебега инструмента, мм;

$$l_1 = t \cdot \text{ctf}; \quad l_2 = (2-3) S_{\text{ст}}; \quad (15)$$

ϕ — главный угол в плане, град.

VII. Обработка на фрезерных станках

Необходимо определить основные характеристики режимов резания при фрезеровании.

Глубина резания t , мм, зависит от припуска на обработку и требуемого класса шероховатости обработанной поверхности. При припуске более 5 мм фрезерование выполняют за два прохода, оставляя на чистовую обработку 1–1,5 мм.

Величину подачи выбирают по справочным таблицам в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала, режущего инструмента и требуемого класса шероховатости поверхности. Ориентировочно величину подачи на один зуб фрезы при обработке стали принимают равной 0,06–0,6 мм, а для чугуна — 0,1–0,6 мм. Минимальные величины подач соответствуют чистовому фрезерованию, а максимальные — черновому.

Расчетную скорость резания V_p , м/мин определяют по эмпирической формуле:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^{q_v} \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S_z^{Y_v} \cdot B^{n_v} \cdot Z^{\omega_v}}, \quad (16)$$

где K_v — поправочный коэффициент,

- D — диаметр фрезы, мм;
 B — ширина фрезерования, мм;
 Z — количество зубьев фрезы.

Ориентировочно может быть принято:

— цилиндрические фрезы $Z = K D^{0.5}$, где K — коэффициент, зависящий от условий работы и конструкции фрезы (целиковые крупнозубые для грубой обработки — 1,02, мелкозубые для чистовой обработки — 2, сборные мелкозубые для чистовой — 0,9, крупнозубые — 0,8);

— торцовые фрезы $Z = 1,2 \cdot D^{0.5}$;

— концевые фрезы $Z = D^{0.5}$ (число зубьев не менее 3).

Поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv}, \quad (17)$$

Значения C_v , q_v , X_v , Y_v , N_v , ω_v , приведены в табл. 9.

Таблица 9

Обрабатываемый материал	Режущая часть	Тип фрезы	Подача S_x , мм	C_v	q_v	X_v	Y_v	N_v	ω_v
Сталь	Твердый сплав	Торцовая	-	332	0,2	0,1	0,4	0,2	0
		Цилиндрическая	< 0,1	55	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1
			> 0,1	35,4	0,45	0,3	0,4	0,1	0,1
	Быстро-режущая	Дисковая	< 0,1	75,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1
		Прорезная	> 0,1	48,5	0,25	0,3	0,4	0,1	0,1
			-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1
Чугун	Твердый сплав	Торцовая	-	306	0,2	0,1	0,3	0,2	0
	Быстро-режущая	Цилиндрическая	< 0,15	56,7	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3
			> 0,15	26	0,7	0,5	0,6	0,3	0,3
		Прорезная	-	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1

Показатель степени m при периоде стойкости T при фрезеровании стали и фрезеровании твердыми сплавами торцовыми, прорезными и шпоночными фрезами чугуна равен 0,2, во всех других случаях — 0,3.

Значение K_{mv} , K_{iv} , K_{nv} определяют по формулам (5) и (6) и таблицам 2 и 4.

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} \quad (18)$$

Расчетная частота вращения шпинделя станка (об/мин),

Полученное значение расчетной частоты вращения шпинделя сравнивают с имеющимися на металлорежущем станке и принимают ближайшее минимальное: $n_{ст} < n_p$.

При определении подачи следует помнить, что при фрезеровании различают три вида подачи: S_m — подача в минуту, м/мин; S_0 — подача на оборот, мм/об; S_z — подача на один зуб фрезы, мм/зуб.

Расчетную минутную подачу (м/мин) определяют по формуле

$$S_m = S_0 \cdot n_{ст} = S_z \cdot Z \cdot n_{ст}, \quad (19)$$

где $n_{ст}$ — фактическая частота вращения шпинделя, об/мин;

Z — число зубьев фрезы.

Для определения поправочных коэффициентов используют те же формулы, что и при точении.

После того, как по паспорту станка будет выбрана частота вращения шпинделя, необходимо определить значение минутной подачи, скорректировать ее по паспорту станка и принять ближайшее минимальное — $S_{мст} < S_m$.

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{ст}}{1000} \quad (20)$$

Фактическая скорость резания, м/мин,

Сила резания $P_z = 10 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S_z^{Y_p} \cdot B^{I_p} \cdot Z \cdot D^{q_p} \cdot K_p$, (Н).

Значения коэффициента $K_p = K_{mp}$ для стали и чугуна приведены в табл. 6., а значения коэффициентов C_p , X_p , Y_p , I_p , q_p приведены в табл. 10.

Для определения возможности осуществления на выбранном станке принятых режимов резания необходимо сравнить значение силы подачи с силой, допускаемой механизмом подачи станка (см. прил. 1).

Таблица 10

Обрабатываемый материал	Тип фрезы	C_p	X_p	Y_p	I_p	q_p
Сталь	Цилиндрич,	68	0,86	0,74	1,00	-0,86
	Концевая					
	Торцевая Дисковая					
Чугун	Цилиндрич,	48	0,83	0,65	1,00	-0,83
	Концевая					
	Торцевая Дисковая					
		70	1,14	0,70	0,90	-1,14

Для цилиндрической фрезы $P_x = (1 - 1,2)P_z$, (Н).

Для торцевой фрезы $P_x = (0,3 - 0,4)P_z$, (Н).

Требуется, чтобы $P_{x_{см}} > P_x$.

Эффективную мощность на шпинделе станка (кВт) рассчитывают для самого нагруженного перехода

$$N_3 = \frac{P_z \cdot V_p}{102 \cdot 600} \quad (21)$$

Потребная мощность на шпинделе станка (кВт)

$$N_{пот} = \frac{N_3}{\eta_{ст}},$$

где $\eta_{ст}$ — КПД станка (см. прил.).

Коэффициент использования станка по мощности

$$K = \frac{N_{пот}}{N_{ст}} \cdot 100\%,$$

где $N_{ст}$ — мощность главного электродвигателя.

Основное технологическое время (мин):

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{S_{мст}}, \quad (22)$$

где L — расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ (мм);} \quad (23)$$

где l — действительная длина обрабатываемой поверхности (чертежный размер), мм;

l_1 — величина врезания, мм;

l_2 — величина перебега, мм;

$S_{\text{мст}}$ — минутная подача по паспорту станка, мм/мин;

i — количество проходов.

При фрезеровании торцевой фрезой $l_1 = D$; $l_2 = 2-4$ мм; цилиндрической и дисковой фрезой — $l_1 = \sqrt{t(D-t)}$; $l_2 = 2-5$ мм концевой и пазовой фрезой — $l_1 = D/2$, $l_2 = 1-5$ мм.

VIII. Составление технологической карты обработки

Технологическая карта обработки представлена в виде табл. 11. Заполняется карта по операциям, установкам, переходам и проходам. Например: операция — токарная, фрезерная, шлифовальная и др. Операции обозначают римскими цифрами — I, II, III и т.д. Установки обозначают заглавными буквами русского алфавита — А, Б и т.д. Записывают установки следующим образом — установить заготовку в 3-х кулачковый патрон или установить заготовку (деталь) в 3-х кулачковый патрон и задний центр. При повторной установке (переустановке) записывают — переустановить заготовку и т.д.

Переходы и проходы нумеруют от первого до последнего арабскими цифрами. Например:

1. Подрезать торец поверхность 1. Слово поверхность можно сократить — пов.1.

2. Центровать пов. 1.

3. Точить пов.2 предварительно.

4. Точить пов.2 окончательно

.....

8. Точить фаску пов.2

9. Отрезать заготовку пов.5

Б. Переустановить заготовку в 3-х кулачковый патрон и задний центр.

10. Нарезать резьбу пов.7 вручную.

11. Отрезать деталь пов.8.

12. Контроль ОТК

При фрезеровании графу 2 технологической карты заполняют следующим образом:

II. Операция — фрезерная.

А. Установить и закрепить заготовку в машинные тиски.

1. Фрезеровать пов.1 или фрезеровать паз на пов. 2 предварительно (окончательно)

2. Фрезеровать квадрат (шестигранник) на пов.3

.....

5. Отрезать деталь пов. 5.

6. Контроль ОТК

В карте указывают тип станка, вспомогательный, режущий и измерительный инструмент, размеры заготовки и их изменение в процессе резания, основные режимы резания.

Литература

1. Фетисов Г.П. и др. Материаловедение и технология металлов. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2000. -638с.

2. Дальский А.М. и др. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов.— М.: /Машиностроение, 1999. -448с.

3. Косилова А.Г. и др. Справочник технолога машиностроителя. — М.: Машиностроение. 1999. -853с.

Технологическая карта обработки

№ п/п	Содержание операций и переходов	Станок	Инструмент			Размеры				Режимы обработки						Вре- мя Тп, мин
			вспомога- тельный	режу- щий	измери- тельный	D, мм	d, мм	L, мм	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	i, к-во			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
I	Токарная	1К62			Шц II 0-200	65		100								
A	Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон															
1	Подрезать торец пов.1															
5	Отрезать деталь пов.5															
II	Фрезерная	6М12П		Р18	Шц II	30		10	3	0.2	450	42	4		5.6	
A	Установить заготовку в машинные тиски															
1.	Фрезеровать квадрат пов.1															
2.	Снять деталь															

Токарно-винторезные станки

Показатели	Модели станков			
	1М61	1А616	1К62	1К620
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	320	320	400	415
Расстояние между центрами, мм	1000	710	1000	1000
Число ступеней частоты вращения шпинделя	24	21	23	22
Частота вращения шпинделя	12,5-1600	9-1800	12,5-2000	12,5-1600
Число ступеней подачи суппорта	24	16	42	42
Подача суппорта, мм/об:				
продольная	0,08-1,9	0,065-0,91	0,07-4,16	0,05-4,16
поперечная	0,04-0,95	0,065-0,91	0,035-2,08	0,25-2,08
Мощность главного электродвигателя, кВт	4	4	7,5-10	10
КПД станка	0,75	0,75	0,75	0,75
Наибольшая сила подачи, (Н)	1500	2100	3600	6000

Частота вращения шпинделя для станков, об/мин. (выборочно):

1A616 — 90; 112; 140; 180; 224; 280; 355; 450; 560; 710; 900.

1K62 — 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.

Величина продольных подач/мм/об (выборочно):

1A616 — 0,1; 0,13; 0,15; 0,17; 0,2; 0,23; 0,3; 0,4; 0,45; 0,5.

1K62 — 0,15; 0,17; 0,19; 0,21; 0,23; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,7; 0,78.

1K620 — 0,05; 0,06; 0,075; 0,09; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8.

Горизонтальные и вертикальные фрезерные станки

Показатели	Модели станков			
	горизонтальных		вертикальных	
	6M81Г	6M82Г	6M12П	6M12ПБ
Рабочая поверхность стола, мм	250x1000	320x1250	320x1250	320x1250
Число ступеней шпинделя	18	18	18	18
Частота вращения шпинделя, об/мин	40-2000	31-1600	31-1600	50-2500
Число ступеней подач	18	18	18	18
Подача стола, мм/мин				
продольная	20-1000	25-1250	25-1250	40-1200
поперечная	6,5-333	8,3-416	15,6-785	27-1330
Наибольшая допустимая сила подачи, (Н)	12000	15000	15000	16000
Мощность главного электродвигателя, кВт	4	7,5	7,5	10
КПД станка	0,8	0,75	0,75	0,75

Числа в дробных степенях

Числа	Показатели степени							
	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,1	1,2	1,4
I	2	3	4	5	6	7	8	9
0,015	0,123	0,081	0,053	0,035	0,023	0,009	0,007	0,003
0,02	0,141	0,096	0,065	0,044	0,030	0,010	0,009	0,004
0,03	0,173	0,122	0,086	0,067	0,043	0,021	0,015	0,007
0,04	0,200	0,145	0,105	0,077	0,055	0,029	0,021	0,010
0,05	0,224	0,166	0,123	0,091	0,067	0,037	0,028	0,015
0,06	0,245	0,185	0,140	0,105	0,080	0,045	0,034	0,019
0,08	0,283	0,220	0,171	0,133	0,103	0,062	0,048	0,029
0,10	0,316	0,251	0,200	0,159	0,126	0,079	0,063	0,032
0,20	0,447	0,381	0,324	0,276	0,235	0,170	0,103	0,100
0,30	0,548	0,486	0,431	0,382	0,338	0,266	0,145	0,185
0,40	0,633	0,577	0,527	0,481	0,438	0,365	0,333	0,277
0,50	0,707	0,660	0,616	0,574	0,536	0,467	0,435	0,378
0,60	0,775	0,736	0,699	0,665	0,632	0,570	0,540	0,489
0,70	0,837	0,807	0,779	0,752	0,725	0,675	0,651	0,607
0,80	0,994	0,875	0,855	0,837	0,818	0,782	0,765	0,731
0,90	0,949	0,939	0,929	0,919	0,910	0,891	0,881	0,863
1,5	1,225	1,275	1,328	1,383	1,440	1,560	1,627	1,764
2	1,414	1,516	1,623	1,741	1,866	2,140	2,297	2,639
3	1,732	1,933	2,158	2,408	2,688	3,340	3,737	4,656
4	2,000	2,297	2,639	3,031	3,482	4,600	5,278	6,964
5	2,236	2,627	3,085	3,623	4,257	5,880	6,900	9,518
6	2,450	2,930	3,505	4,193	5,016	7,200	8,586	12,286
7	2,646	3,214	3,905	4,743	5,762	8,530	10,331	15,246
8	2,828	3,482	4,287	5,278	6,498	9,850	12,126	18,379
9	3,000	3,737	4,656	5,800	7,225	11,220	13,967	21,674
10	3,162	3,981	5,012	6,310	7,943	12,600	15,849	25,119
12	3,464	4,441	5,694	7,300	9,360	15,40	18,725	32,423
14	3,742	4,872	6,343	8,259	10,753	18,20	23,733	40,233
16	4,000	5,278	6,964	9,190	12,126	21,20	27,858	48,503
18	4,243	5,665	7,563	10,098	13,482	24,00	32,087	57,198

Продолжение

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	4,472	6,034	8,142	10,986	14,823	27,00	36,411	66,289
22	4,690	5,389	8,704	11,856	16,150	30,00	40,823	75,751
24	4,900	6,732	9,250	12,711	17,466	33,00	45,316	85,565
26	5,099	7,063	9,783	13,551	18,770	36,00	49,884	95,710
28	5,292	7,384	10,304	14,379	20,065	39,00	54,525	106,175
30	5,477	7,696	10,814	15,195	21,351	42,20	59,230	116,941
35	5,916	8,442	12,046	17,189	24,529	51,00	71,266	145,110
40	6,325	9,146	13,226	19,127	27,660	57,80	83,651	174,938
45	6,708	9,816	14,363	21,017	30,753	66,30	96,350	206,298
50	7,071	10,456	15,463	22,865	33,812	74,00	109,336	239,088
60	7,746	11,665	17,567	26,456	39,841	90,50	136,075	308,610
70	8,367	12,796	19,569	29,928	45,771	107,0	163,727	382,948
80	8,944	13,863	21,486	33,302	51,616	124,0	192,180	461,664
90	9,497	14,878	23,333	36,593	57,387	141,0	221,354	544,422
100	10,000	15,849	25,119	39,811	63,096	158,0	251,189	630,957
110	10,438	16,782	26,852	42,965	69,747	176,0	281,623	721,018
120	10,955	17,681	28,538	46,062	74,347	194,0	312,619	814,427
130	11,402	18,551	30,183	49,108	79,900	212,0	344,143	910,995
140	11,832	19,395	31,790	52,108	85,412	230,0	376,146	1010,61
150	12,247	20,214	33,363	55,065	90,883	248,0	408,609	1113,08
175	13,220	22,173	37,165	62,292	104,409	290,0	491,641	1381,20
200	14,142	25,023	40,806	69,315	117,741	340,0	577,080	1665,11
225	15,000	25,782	44,313	76,168	130,907	480,0	664,685	1963,60
250	15,811	27,464	47,704	82,861	143,928	435,0	754,272	2275,70
275	16,582	29,079	50,945	89,472	156,75	480,0	845,240	2601,60
300	17,321	30,639	54,198	95,873	169,593	525,0	938,737	2937,43

Продолжение

Числа	Показатели степени							
	0,01	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,015	0,959	0,673	0,432	0,350	0,284	0,230	0,186	0,151
0,02	0,962	0,676	0,458	0,376	0,310	0,254	0,210	0,172
0,03	0,966	0,705	0,495	0,416	0,350	0,291	0,246	0,206
0,04	0,968	0,725	0,525	0,447	0,380	0,324	0,276	0,234
0,05	0,970	0,741	0,549	0,473	0,408	0,350	0,302	0,260
0,06	0,972	0,755	0,570	0,495	0,430	0,374	0,324	0,282
0,08	0,975	0,777	0,603	0,532	0,468	0,412	0,364	0,320
0,10	0,977	0,794	0,631	0,562	0,502	0,445	0,398	0,354
0,20	0,984	0,851	0,725	0,669	0,625	0,508	0,525	0,485
0,30	0,988	0,887	0,786	0,740	0,695	0,655	0,618	0,582
0,40	0,991	0,912	0,833	0,795	0,760	0,725	0,693	0,660
0,50	0,993	0,933	0,871	0,841	0,810	0,785	0,758	0,730
0,60	0,995	0,950	0,903	0,880	0,858	0,836	0,815	0,795
0,70	0,996	0,965	0,931	0,915	0,399	0,883	0,867	0,852
0,80	0,998	0,978	0,956	0,946	0,935	0,925	0,915	0,905
0,90	0,999	0,990	0,979	0,974	0,969	0,964	0,959	0,954
1,5	1,004	1,004	1,085	1,107	1,130	1,150	1,176	1,200
2	1,007	1,072	1,149	1,189	1,230	1,27	1,32	1,37
3	1,011	1,116	1,246	1,316	1,390	1,47	1,55	1,64
4	1,014	1,149	1,320	1,414	1,520	1,62	1,74	1,87
5	1,016	1,175	1,380	1,495	1,62	1,76	1,90	2,06
6	1,018	1,196	1,431	1,565	1,71	1,87	2,05	2,24
7	1,020	1,215	1,456	1,627	1,79	1,98	2,18	2,40
8	1,021	1,231	1,516	1,682	1,87	2,08	2,30	2,56
9	1,022	1,246	1,552	1,732	1,93	2,10	2,41	2,69
10	1,023	1,259	1,585	1,778	2,00	2,24	2,51	2,82
12	1,025	1,282	1,644	1,861	2,10	2,39	2,702	3,06
14	1,027	1,302	1,695	1,934	2,20	2,52	2,874	3,28
16	1,028	1,320	1,741	2,000	2,30	2,64	3,031	3,48
18	1,029	1,335	1,783	2,060	2,38	2,75	3,178	3,67

Продолжение

I	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1,031	1,349	1,821	2,115	2,46	2,85	3,315	3,86
22	1,031	1,362	1,856	2,166	2,53	2,95	3,443	4,02
24	1,032	1,374	1,888	2,213	2,50	3,04	3,565	4,18
26	1,033	1,385	1,919	2,258	2,68	3,13	3,681	4,33
28	1,034	1,396	1,947	2,300	2,72	3,21	3,792	4,48
30	1,035	1,405	1,974	2,340	2,78	3,29	3,898	4,62
35	1,036	1,427	2,036	2,432	2,90	3,47	4,146	4,95
40	1,038	1,446	2,091	2,515	3,02	3,64	4,373	5,25
45	1,039	1,463	2,141	2,590	3,14	3,79	4,584	5,55
50	1,040	1,479	2,187	2,658	3,24	3,93	4,782	5,82
60	1,042	1,506	2,268	2,783	3,42	4,19	5,144	6,30
70	1,043	1,529	2,339	2,893	3,58	4,42	5,471	6,75
80	1,045	1,550	2,402	2,991	3,72	4,64	5,771	7,20
90	1,046	1,568	2,460	3,080	3,86	4,83	6,049	7,60
100	1,047	1,585	2,512	3,162	3,98	5,01	6,310	7,96
110	1,048	1,600	2,560	3,239	4,10	5,18	6,555	8,28
120	1,049	1,614	2,605	3,310	4,20	5,34	6,787	8,60
130	1,050	1,627	2,647	3,377	4,30	5,49	7,008	8,94
140	1,051	1,639	2,687	3,440	4,40	5,64	7,210	9,24
150	1,052	1,651	2,724	3,500	4,50	5,78	7,421	9,55
175	1,053	1,676	2,809	3,637	4,71	6,09	7,893	10,2
200	1,054	1,699	2,885	3,761	4,90	6,39	8,326	10,90
225	1,056	1,719	2,954	3,873	5,07	6,66	8,727	11,44
250	1,057	1,737	3,017	3,976	5,24	6,91	9,103	12,00
275	1,058	1,753	3,076	3,072	5,39	7,15	9,456	12,53
300	1,059	1,769	3,129	4,162	5,55	7,35	9,792	13,00

Канд.техн.наук доц, Юрий Иванович Краснов

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

**Задание на курсовую работу
с методическими указаниями**

**Редактор С.А. Борисова
Компьютерная верстка Т.В. Ершова**

Тип. зак.	419	Изд. зак.	Тираж 500 экз.
Подписано в печать 14.05.02		Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 2,25		Допечатка тиража	Формат 60×90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2