

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

29/20/3

**Одобрено кафедрой
«Железнодорожный путь,
машины и оборудование»**

**Утверждено деканом
факультета «Транспортные
сооружения и здания»**

**ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

**Задание на курсовую работу
с методическими указаниями
для студентов IV курса**

**специальностей
190301.65 ЛОКОМОТИВЫ (ЛТ)
190302.65 ВАГОНЫ (ВГ)
190205.65 ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ, СТРОИТЕЛЬНЫЕ,
ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ (ДМ)
190303.65 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРАНСПОРТ ЖЕЛЕЗНЫХ
ДОРОГ (ТЭ)**

**РОАТ
Москва — 2011**

Составитель — д-р техн. наук, проф. И.П. Нисаев

Рецензент — д-р техн. наук, проф. А.В. Людаговский

ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ И ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Целью курсовой работы является закрепление знаний, полученных при изучении дисциплины «Технология конструкционных материалов».

Задачей курсовой работы является научить студентов правильно выбирать и разрабатывать технологический процесс получения и обработки заготовок деталей машин. В результате выполнения курсовой работы студенты должны иметь полное представление о технологических операциях изготовления деталей.

Задание на курсовую работу приведено в табл. 1 и состоит из задачи по составлению технологического процесса изготовления детали простой формы методом точения и фрезерования.

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

Курсовую работу студент должен написать четко на одной стороне листа. Чертежи выполнить карандашом, соблюдая масштаб. Порядок выполнения курсовой работы:

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

Окончание шифра	Номер рисунка	Материал детали	Заготовка размеры
01 21 41 61 81	3	Сталь 45	Пруток
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, D внутр. 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	Сталь45	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 40 Х	Труба, D внутр. 35 мм
20 40 60 80 00	12	СЧ 18	Цилиндрическая отливка

Примечания: 1. Чертеж детали выбирается по номеру рисунка (прил. 1).

2. Исходные данные для расчета режимов резания в прил. 2.

3. Паспортные данные металлорежущих станков в прил. 3.

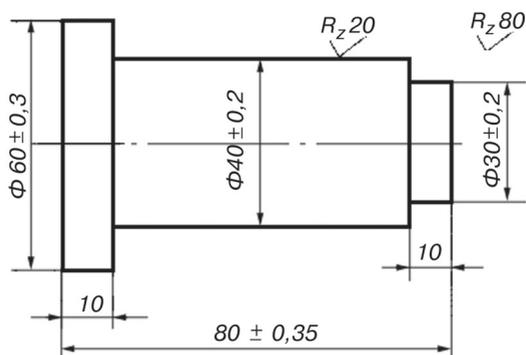


Рис. 1

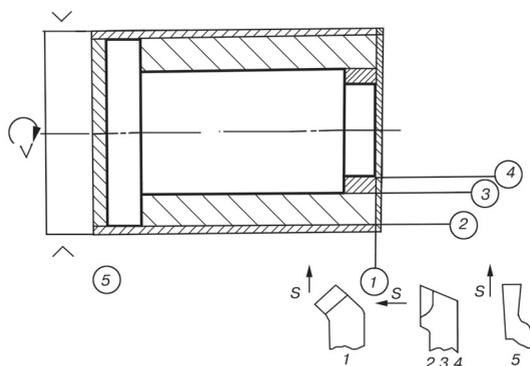


Рис. 2

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

На рис. 1 и 2 показаны примеры оформления чертежа детали и операционного эскиза.

ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ

Типоразмер заготовки при обработке заданной детали выбирают, исходя из чертежа детали, припусков и напусков на обработку.

1. Припуски на обработку зависят от вида обработки (окончательная или предварительная) и технологических операций. Поэтому, если обработка окончательная, то припуск выбирают от 2 до 3 мм, в случае предварительной обработки припуск выбирают от 3 до 5 мм. Величина припуска зависит от окончательной шероховатости поверхности и складывается из количества проходов (сумма припусков на каждый проход). Необходимо помнить, что оконча-

тельная обработка не обязательно может быть высокого класса шероховатости.

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

2. 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 $S_1 - S_z$ и частот вращения шпинделя $n_1 - n_z$, 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.

$$S_1 = S_{\min}; S_2 = S_1 \varphi; S_3 = S_1 \varphi^2 \dots S_z = S_{\max} = S_1 \varphi^{z-1};$$

$$n_1 = n_{\min}; n_2 = n_1 \varphi; n_3 = n_1 \varphi^2 \dots n_z = n_{\max} = n_1 \varphi^{z-1},$$

где φ — знаменатель геометрической прогрессии;

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

$$\varphi = \sqrt[z-1]{\frac{S_{\max}}{S_{\min}}}; \quad \varphi = \sqrt[z-1]{\frac{N_{\max}}{N_{\min}}}.$$

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

3. ВЫБОР ИНСТРУМЕНТА

3.1. 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 металлокерамические 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 T , 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 пластинкой 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 режущего инструмента.

3.2. 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-1 — 0-125 с ценой деления 0,1 мм и штангенциркуля ШЦ-11 — 0-160 с ценой деления 0,05 мм.

4. 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 расчетную 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.

5. ОБРАБОТКА НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

5.1. Общие положения

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 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 центральное отверстие для закрепления заднего центра. Поэтому, после подрезки торца следующий переход — выполнение центровочного 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 рассчитывают. Подачу выполняют вручную и поэтому технологическим временем задаются в пределах 5–10 секунд.

5.2. Расчет глубины резания

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

$$t = \frac{D - d}{2},$$

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 подачи при черновой и чистовой обработках приведены в табл. П2.1.

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

5.3. Расчет скорости резания

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

$$V_p = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S_m^{Y_v}};$$

где C_v — коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого материала и материала режущей части инструмента (табл. П2.2);

K_v — поправочный коэффициент, учитывающий реальные условия резания;

T — принятый период стойкости инструмента, мин;
 C_v, m, X_v, Y_v — показатели степени (см. табл. П2.2).

Поправочный коэффициент:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_T \cdot K_{Лv} \cdot K_\phi \cdot K_{\phi_1v} \cdot K_{qv} \cdot K_{ov} \cdot K_{rv},$$

где $K_{Иv}$ — поправочный коэффициент, зависящий от материала режущей части инструмента (табл. П2.3);

K_{Mv} — поправочный коэффициент, учитывающий влияние обрабатываемого материала (табл. П2.4),

$K_\phi, K_{\phi_1v}, K_{qv}, K_{rv}$ — параметры реза, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, радиус при вершине, поперечное сечение державки (табл. П2.6);

K_{ov} — вид обработки (таб. П2.7)

K_T — поправочный коэффициент, учитывающий влияние периода стойкости реза (табл. П2.8)

$K_{Лv}$ — поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки (табл. П2.9).

Определив поправочный коэффициент K_v , 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. П2.2.

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

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:

$$n_p = (1000 \cdot V_p) / \pi D,$$

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. прил. 3) $n_{ст} < n_p$.

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

По принятому значению частоты вращения шпинделя $n_{ст}$ находят фактическую скорость резания $V_{ф}$, м/мин.

$$V_{ф} = (\pi \cdot D \cdot n_{ст})/1000.$$

5.4. Расчет усилий резания

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

$$P_z = 10 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S^{Y_p} \cdot V_{ф}^{n_p} \cdot K_p.$$

Поправочный коэффициент

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\phi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p},$$

где K_{M_p} — поправочный коэффициент на обрабатываемый материал (табл. П2.10);

K_{ϕ_p} — поправочный коэффициент на главный угол в плане резца (табл. П2.11);

$K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p} \cdot K_{r_p}$ — влияние геометрических параметров резца (табл. П2.11). Значения C_p , X_p , Y_p , n_p — приведены в табл. П2.12.

Возможность осуществления на выбранном станке принятого режима резания проверяют сопоставлением расчетного зна-

чения усилия подачи, определенного по формуле $P_x = 0,3P_z$, со значением силы $P_{x_{ст}}$, допускаемой механизмом подачи выбранного станка и указанной в его паспорте (см. прил. 3).

Необходимо, чтобы $P_{x_{ст}} > P_x$.

5.5. Расчет мощности станка

Эффективную мощность на резание $N_э$, кВт, определяют по формуле:

$$N_э = (P_z \cdot V_p) / 102 \cdot 600.$$

Потребная мощность на шпинделе станка, кВт,

$$N_{пот} = N_э / \eta_{ст}$$

где $\eta_{ст}$ — КПД станка (см. прил. 3).

Коэффициент использования станка по мощности главного электродвигателя:

$$K = (N_{пот} / N_{ст}) 100\%.$$

Здесь $N_{ст}$ — мощности главного электродвигателя, кВт (см. прил. 3)

5.6. 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.

$$T_0 = (L \cdot i) / (n_{ст} \cdot S_{ст}), \text{ мин},$$

где L — расчетная длина обработки поверхности, мм;

$n_{ст}$ — частота вращения заготовки, об/мин;

$S_{ст}$ — подача, мм/об;

i — количество проходов.

Расчетная длина обработки при точении, мм,

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

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:

$$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi; \quad l_2 = (2 - 3) S_{\text{ср}};$$

φ — главный угол в плане, град.

6. ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

При расчете режимов резания при фрезеровании необходимо определить глубину резания, подачу, скорость резания.

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:

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

где K_v — поправочный коэффициент;

D — диаметр фрезы, мм;

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

Ориентировочно может быть принято:
— цилиндрические фрезы

$$Z = K \cdot D^{0,5},$$

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

$$Z = D^{0,5} \text{ (число зубьев не менее 3).}$$

Поправочный коэффициент

$$K = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv}.$$

Значения $C_v, q_v, X_v, Y_v, N_v, \omega_v$ приведены в табл. П2.14

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 $K_{Mv}, K_{Иv}, K_{Пv}$ определяют по табл. П2.3, П2.4 и П2.9.

$$n_p = (1000 \cdot V_p) / (\pi \cdot D),$$

где n — 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

$$S = S_0 \cdot n_{\text{ст}} = S_z \cdot Z \cdot n_{\text{ст}},$$

где $n_{\text{ст}}$ — 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 — $S < S_M$. Фактическая скорость резания, м/мин, составит:

$$V_{\text{ф}} = \pi \cdot D \cdot n_{\text{ст}} / 1000.$$

Сила резания:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^{X_p} \cdot S_z^{Y_p} \cdot B^{u_p} \cdot Z \cdot D^{q_p} \cdot K_p, \text{ Н.}$$

Значения коэффициента $K_p = K_{Mр}$ для стали и чугуна приведены в табл. П2.10, а значения коэффициентов C_p , X_p , Y_p , u_p , q_p приведены в табл. П2.15.

Для определения возможности осуществления на выбранном станке принятых режимов резания необходимо сравнить значение силы подачи с силой, допускаемой механизмом подачи станка (см. прил. 3).

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 $P_{x_{\text{ст}}} > P_x$.

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

$$N_3 = (P_z \cdot V_p) / (102 \cdot 600).$$

Потребная мощность на шпинделе станка (кВт)

$$N = N_3 / \eta_{\text{ст}},$$

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

Коэффициент использования станка по мощности

$$K = N_{\text{пот}} / N_{\text{ст}} 100\%,$$

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

Основное технологическое время (мин):

$$T_0 = L \cdot i / S_{\text{Мст}},$$

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

i — количество проходов;

L — длина обрабатываемой поверхности, мм.

$$L = l + l_1 + l_2, \text{ мм},$$

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

l_1 — величина врезания, мм;

l_2 — величина перебега, мм.

При фрезеровании торцевой фрезой

$$l_1 = D; \quad l_2 = 2-4 \text{ мм};$$

цилиндрической и дисковой фрезой

$$l_1 = \sqrt{t(D-t)}; \quad l_2 = 2-5 \text{ мм};$$

концевой и пазовой фрезой —

$$l_1 = D/2, \quad l_2 = 1-5 \text{ мм}.$$

7. СВЕРЛЕНИЕ

Этот способ механической обработки позволяет получать в сплошном металле глухие и сквозные цилиндрические отверстия с точностью 4–5-го классов и с чистотой поверхности 2–3-го классов.

Процесс резания при сверлении отличается:

1. Переменной скоростью резания по длине режущей кромки от 0 до V_{\max}
2. Меняющимися передним и задним углами по длине режущей кромки.
3. Наличием поперечной кромки или перемычки, затрудняющей процесс резания.
4. Затрудненным удалением стружки.
5. Низкой жесткостью инструмента и систем.

Сверла изготовляют из инструментальных сталей (У10А, У12А, 9Х, 9ХС, Р18, Р9, Р9К5, РК10), а также оснащают пластинками твердых сплавов. Наиболее широко применяют сверла из быстрорежущей стали Р18. Хорошие результаты, особенно при сверлении труднообрабатываемых материалов, показывают сверла из вольфрамокобальтовой стали Р9К5. Сверла из стали Р18 и Р9 диаметром 8 мм и выше делают сварными, хвостовую часть изготовляют из стали 50 или стали 60.

Режимы резания. Глубина резания при сверлении в сплошном металле $t = \frac{D}{2}$, при рассверливании с диаметра D до d ;

$$t = \frac{D-d}{2}, \text{ мм.}$$

Подача на оборот S_0 в мм/об при сверлении равна перемещению сверла или детали в направлении оси вращения на один оборот. Подача на одну режущую кромку сверла равна $S_z = \frac{S_0}{2}$, мм/зуб. Минутная подача при сверлении $S = S_0 \cdot n = 2S_z \cdot n$.

Величина подачи при сверлении определяется по нормативам резания или по формуле $S_0 = C_s \cdot D^{0,6}$ мм/об. Значение коэффициента C_s приведено в табл.16.

Подачи для рассверливания берут в 1,5–2 раза большими, чем при сверлении. При сверлении жаропрочных материалов и нержавеющей сталей сверлами Р18 диаметром $d = 3–5$ мм, $S_0 = 0,05–0,01$ мм/об, $d = 5–10$ мм, $S_0 = 0,10–0,15$ мм/об, $d = 10–20$ мм, $S_0 = 0,15–0,22$ мм/об. Для сверления титановых плит сверлами, оснащенными твердыми сплавами с вышетом сверла меньше $10d$ с $d = 5–10$ мм, $S_0 = 0,05–0,1$ мм/об; с $d > 10$ мм, $S_0 = 0,10–0,20$ мм/об; при сверлении быстрорежущими сверлами; с $d > 10$ мм, $S_0 = 0,2–0,3$ мм/об; скорость резания при сверлении титановых сплавов твердосплавными сверлами 10–15 м/мин, быстрорежущими — 3–5 м/мин.

Скорость резания при сверлении и рассверливании определяют по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q \cdot HB^{\pm n_v}}{T^m \cdot t^x \cdot S_0^y} \cdot k_u \cdot k_l;$$

где k_u — коэффициент, учитывающий влияние металла, из которого изготовлена режущая часть сверла. При работе сверлами из стали Р18 и Р9 $k = 1$. Для сверл из стали 9ХС $k = 0,65$, из стали У12А $k_u = 0,5$;

k_l — коэффициент, учитывающий влияние длины сверления. При работе спиральными сверлами его значения в зависимости от длины сверления:

$\frac{l}{d}$	3	4	5	6	8	10
k_l	0,9	0,8	0,7	0,65	0,56	0,5

Значения средней стойкости T сверла даны в табл. П2.17, показатели m , x , y , q , n в табл. П2.18, коэффициента C_v и показателя n_v — табл. П2.19.

В формуле знак плюс показателя степени n_v берут для сверления малоуглеродистых сталей с $HB < 155$, знак минус — для сталей $HB > 155$ и других металлов.

Сила резания, возникающая при сверлении, определяется величинами сил резания, действующими на две главные режущие кромки сверла, а также силами резания, действующими на перемычку и на ленточки.

Сила подачи равна сумме величин, составляющих сил резания, действующих вдоль оси сверла (по xx) при сверлении

$$P_x = C_1 \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot HB^n, \text{ кгс};$$

при рассверлении

$$P_x = C_2 \cdot r^x \cdot S_0^y \cdot HB^n, \text{ кгс.}$$

Момент резания

при сверлении

$$M = C_3 \cdot D_x^q \cdot S_0^y \cdot HB^n, \text{ кгс} \cdot \text{мм};$$

при рассверливании

$$M = C_4 \cdot D_q^x \cdot S_0^y \cdot HB^n p, \text{ кгс} \cdot \text{мм.}$$

Значения показателей степеней x , y , q , n_p приведены в табл. П2.18, а коэффициентов C_1 , C_2 , C_3 , C_4 , n — в табл. П2.19.

Эффективная мощность при сверлении и рассверливании

$$N = \frac{M \cdot n}{1,36 \cdot 716200} \text{ кВт} = \frac{M \cdot n}{716200} \text{ л.с.}$$

где M — момент резания в кгс · мм;

n — число оборотов сверла или детали в минуту.

Основное технологическое время при сверлении и рассверливании, вычисляют по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{h \cdot S} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot S},$$

где n — число оборотов в минуту сверла или детали;
 S_0 — подача сверла или детали в мм/об;
 $L = l + l_1 + l_2$ — длина прохода сверла или детали в направлении подачи в мм;
 l — длина обрабатываемого отверстия;
 l_1 — длина врезания инструмента;
 l_2 — длина перебега на выходе.

При сверлении:

$$l_1 = D \operatorname{ctg} \varphi.$$

При рассверливании:

$$l_2 = 0,5 (D - d) \operatorname{ctg} \varphi,$$

где D — диаметр сверла;
 d — диаметр рассверливаемого отверстия;
 φ — угол при вершине сверла.

8. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ ОБРАБОТКИ

Технологическая карта обработки представлена в виде табл. П2.20. 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. Установы обозначают заглавными буквами русского алфавита — А, Б и т.д. Записывают установы 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:

П. 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.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

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

2. Воронин Н. Н. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов для железнодорожной техники. Учебник для вузов. — М.: Изд-во «Маршрут», 2004. — 454 с.

3. Косилова А. Г. и др. Справочник технолога машиностроителя. — М.: Машиностроение. 1991. — 853 с.

ЭСКИЗ ДЕТАЛИ С УКАЗАНИЕМ ВСЕХ РАЗМЕРОВ
С ДОПУСКАМИ И ШЕРОХОВАТОСТЬЮ ОБРАБОТКИ
ПОВЕРХНОСТЕЙ

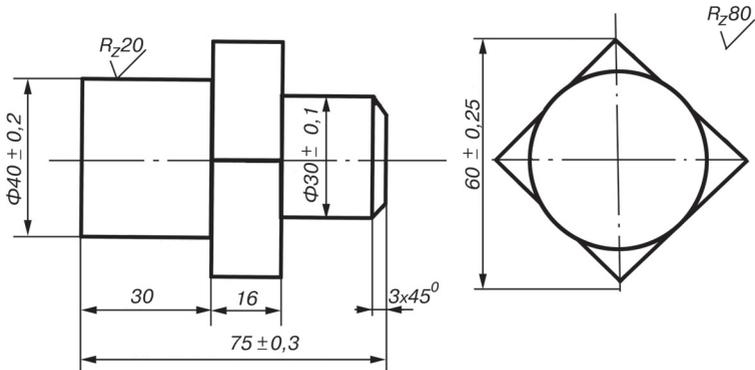


Рис. 3

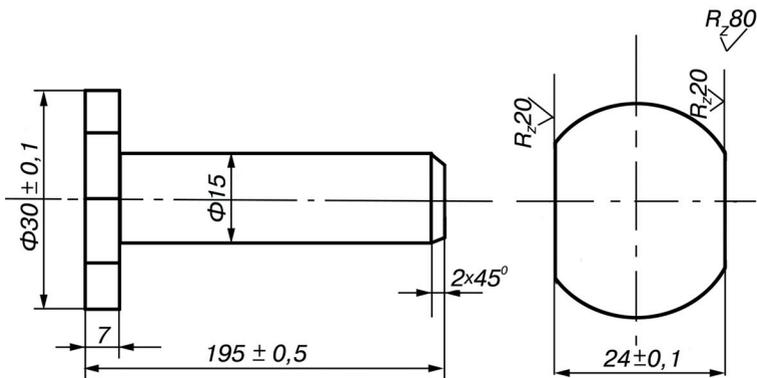


Рис. 4

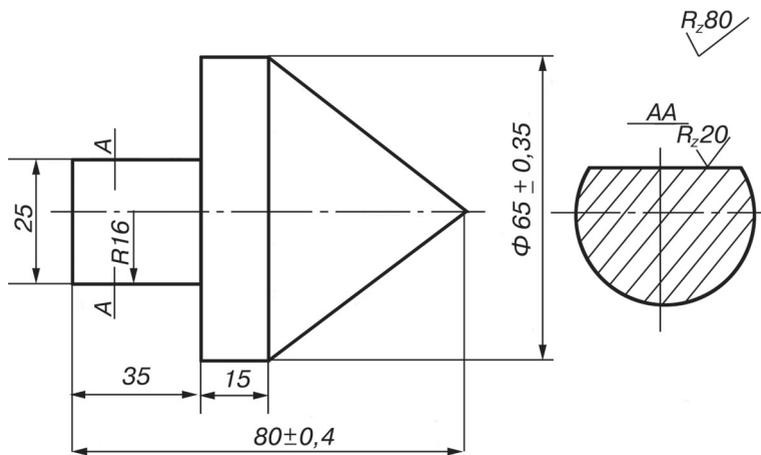


Рис. 5

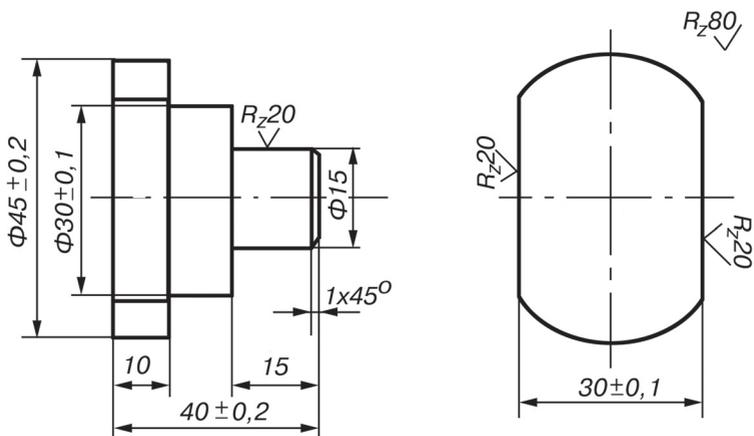


Рис. 6

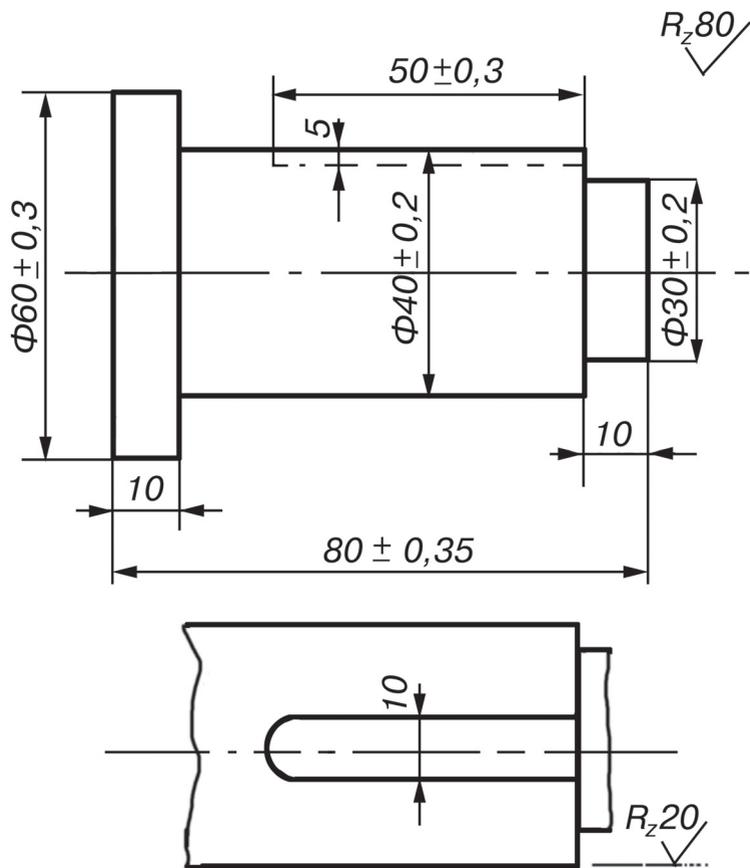


Рис. 7

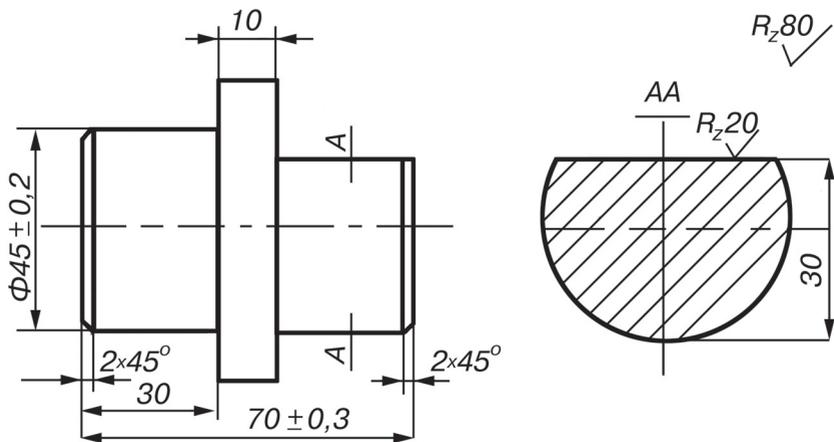


Рис. 8

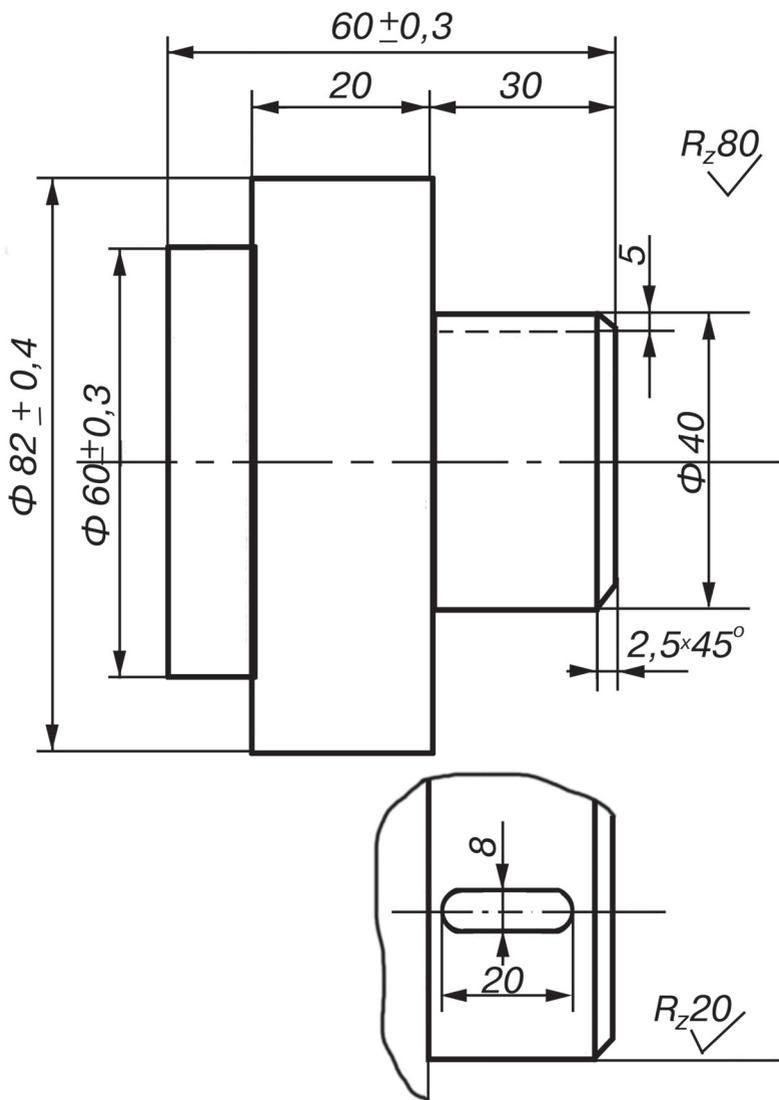


Рис. 9

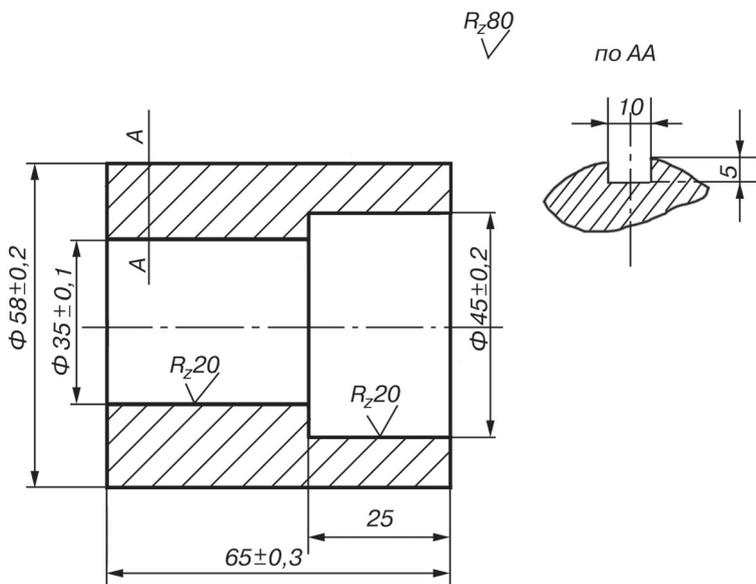


Рис. 10

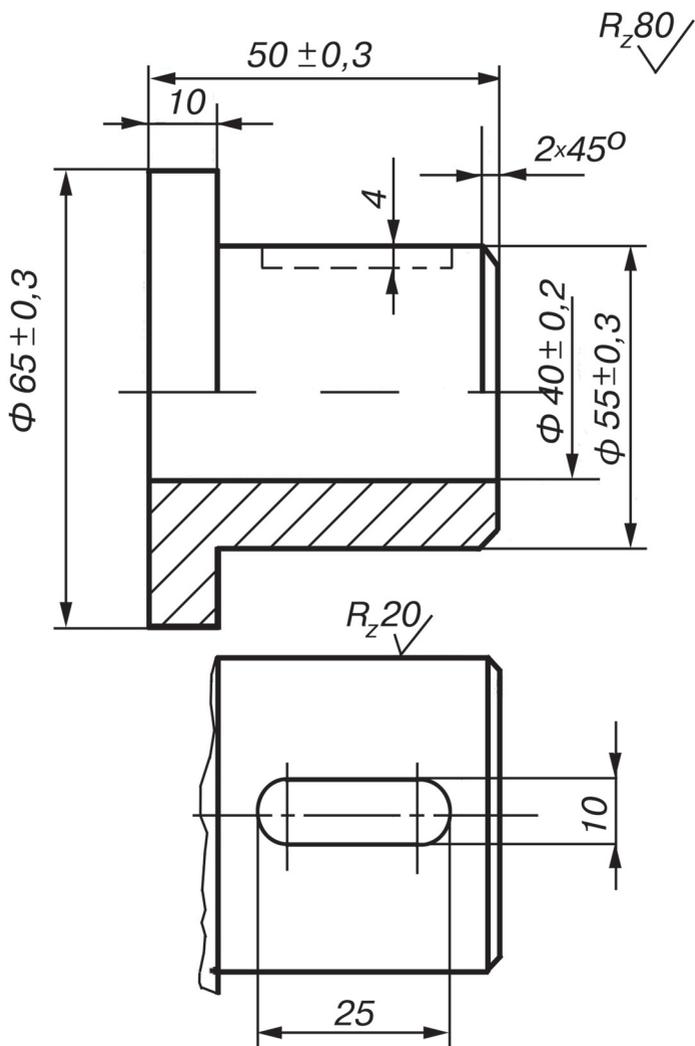


Рис. 11

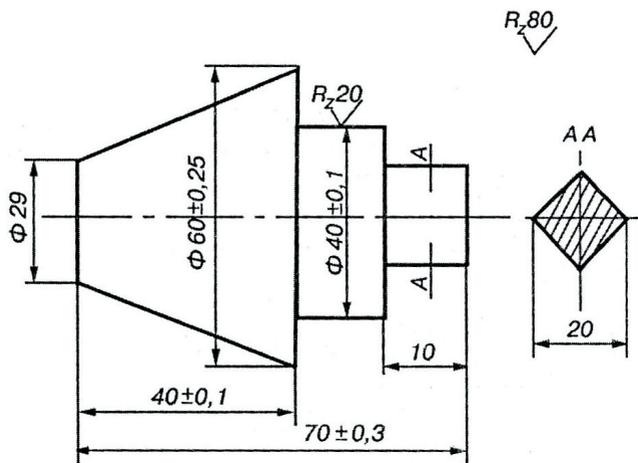


Рис. 12

**ПОДАЧИ ПРИ ЧЕРНОВОМ НАРУДНОМ ТОЧЕНИИ С ПЛАСТИНКАМИ
ИЗ ТВЕРДОГО СПЛАВА И ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

		Обрабатываемый материал									
Диаметр, мм	Размер, мм	Сталь конструкционная, углеродистая и легированная					Чугун и медные сплавы				
		Подача в мм/об при глубине резания <i>t</i> в 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	—

		Обрабатываемый материал									
Диаметр	Размер	Сталь конструкционная, углеродистая, легированная и					Чугун и медные сплавы				
		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
		Подача 8 в мм/об при глубине резания t в мм									
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	1,0–1,3	0,8–1,0	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	0,4–1,2	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 20 × 30 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. Низшие значения соответствуют меньшим размерам державки резца и более прочным обрабатываемым материалам, верхние значения подачи — большим размерам державки резца и менее прочным обрабатываемым материалам.

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

3. При обработке прерывистых поверхностей и на работах с ударами табличные значения подачи следует умножить на 0,75–0,85.

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

Таблица П 2.2
Значения коэффициента 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_v	Y_v	m
Обработка стали конструкционной углеродистой $\sigma_B = 75 \text{ кг/мм}^2$						
Наружное продольное точение проходными резцами	T15K6 ¹	8 до 0,30 5 св. 0,30 до 0,70 5 св. 0,30	420	0,15	0,20	0,20
	P18 ²	s до 0,25 s до 0,25	87,5 56	0,25	0,33 0,66	0,125
То же, резцами с дополнительным лезвием	T15K6 ¹	s до t	292	0,30 0,15	0,15 0,30	0,18
	T15K6 ¹	—	47 23,7	—	0,80 0,66	0,20 0,25
Обработка серого чугуна НВ 190						
Наружное продольное точение проходными резцами	VK6 ¹	s до 0,40 3 св. 0,40	292 243	0,15	0,20 0,40	0,20
	VK6 ²	8>1 8<1	324	0,40 0,20	0,20 0,40	0,28
Отрезание	VK6 ¹ P18 ¹	—	68,5 22,5	—	0,40	0,20 0,15
	VK6 ¹	—	83	0,45	0	0,33

¹ — без охлаждения.

² — с охлаждением.

Таблица П 2.3
Поправочный коэффициент K_{np} , учитывающий влияние материала режущей части инструмента на скорость резания

Обрабатываемый материал	Значение коэффициента K_{np} в зависимости от марки инструментального материала										
	T5K12B	T5K10	T14K8	T15K6	T15K6T	T30K4	VK8	T5K10	T15K6	P18	HRC-35-50
Сталь конструктивная и стальное литье	0,65	0,8	1,00	1,15	1,4	0,4					
Сталь и сплавы жаропрочные	1,4	1,9	0,3								
Сталь закаленная	HRC-51-62										
		T30K4	VK6	VK8	VK4	VK6	VK8				
		1,25	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74				
Чугун серый и ковкий	VK8	VK6	VK4	VK3	VK2						
		1,0	1,1	1,15	1,25						
Медные и алюминиевые сплавы	P18; P9		VK4	VK6	9XC; XBG						
	3	2,5	2,7	0,6							

Таблица П2.4

Поправочный коэффициент K_{Mv} , учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	
	твердый сплав	быстрорежущая сталь
	Расчетные формулы	
Сталь конструктивная и стальное литье	$K_{Mv} = \frac{75}{\sigma_b}$	$K_{Mv} = C \left(\frac{75}{\sigma_b} \right)^{n_v}$
Чугун серый	$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,25}$	$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{n_v}$
Чугун ковкий	$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{1,25}$	$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{n_v}$
<p>Примечание: Значения коэффициента C_M, учитывающего группу стали и показатель степени n_v, в табл. П2.5.</p>		

Таблица П 2.5
 Значения коэффициента C_M и показателя степени n_p в формулах для расчета скорости резания

Обрабатываемый материал	Коэффициент обрабатываемости C_M	Показатель степени n_p		
		точение	сверление и рассверливание	фрезерование
Сталь:				
углеродистая ($C < 0,6\%$)	1,0	1,75 ¹	0,9 ²	
автоматная	1,2		1,05	0,9 ²
никелевая	1,0	1,75		
хромистая	0,8			1,45
хромо никелевая	0,9	1,5		1,35
углеродистая ($C > 0,6\%$)				
марганцовистая и хромоникель-вольфрамовая	0,8	1,75	0,9	
хромолибденовая, хромоникель-молибденовая, хромоалюминиевая, хромолибденоалюминиевая и близкие к ним	0,7	1,5		
инструментальная быстрорежущая	0,6	1,25		
Чугун:				
серый	—	1,7	1,3	0,95
ковкий	—	1,7	1,3	0,85

¹ При $\sigma_B < 45$ кг/мм²
² При $\sigma_B < 55$ кг/мм²

$n_p = -1,0$
 $n_p = -0,9$

Таблица П 2.6

Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние параметров реза на скорость резания

Главный угол в плане φ град	Коэффициент $K_{\varphi v}$	Вспомогательный угол в плане, φ_1 град	Коэффициент $K_{\varphi_1 v}$	Радиус при вершине реза r мм	Коэффициент K_{rv}	Сечение державки реза ¹ q , мм	Коэффициент K_{qv}
20	1,4	10	1,0	1	0,94	12 · 20 16 · 16	0,93
30	1,2	15	0,97	2	1,0	16 · 25 20 · 20	0,97
45	1,0	20	0,94	3	1,03	20 · 30 25 · 25	1,0
60	0,9	30	0,91	—	—	25 · 40 30 · 30	1,04
75	0,8	45	0,87	5	1,13	30 · 45 40 · 40	1,08
90	0,7	—	—	—	—	40 · 60	1,12

¹ Учитывается только для резцов из быстрорежущей стали

Таблица П 2.7

Поправочные коэффициент K_{ov} , учитывающие влияние вида обработки на скорость резания

Вид обработки	Схема резания	Отношение диаметра $d:D$	Коэффициент K_{ov}
Наружное точение: продольное		—	1,0
		0,0–0,4	1,24
		0,5–0,7 0,8–1,0	
Отрезание		0	1,0
Прорезание		0,5–0,7	0,96
		0,8–0,95	0,84

Таблица П 2.8

Поправочные коэффициент K_T , учитывающий влияние периода стойкости резца

Стойкость резца T , мин	K_T	Стойкость резца T , мин	K_T
30	1,15	75	0,94
45	1,06	90	0,9
60	1,0	120	0,87

Таблица П 2.9

Поправочные коэффициент $K_{Пv}$, учитывающий состояние поверхности заготовки

Обрабатываемый материал	Предел прочности, МПа	Твердость НВ, МПа	$K_{Пv}$ 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

Таблица П 2.10

Поправочные коэффициент K_{mp} на обрабатываемый материал

Сталь		Чугун	
σ_B , МПа	K_{mp}	НВ, 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 П 2.11

**Поправочные коэффициент, учитывающий влияние
геометрических параметров режущей части инструмента на
составляющие силы резания при обработке стали и чугуна**

Параметры		Материал режущей ча- сти инстру- мента	Поправочный коэффициент			
Наименование	Вели- чина		Обо- значе- ние	Величина коэффициента для составляющей		
				танген- циаль- ной P_z	радиаль- ной P_y	осевой P_x
Главный угол в плане φ , град	30	Твердый сплав	$K_{\varphi p}$	1,8	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	Быстроре- жущая 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 φ , град	-15	Твердый сплав	$K_{\gamma p}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12-15	Быстроре- жущая сталь		1,15	1,6	1,7
	20-25			1,0	1,0	1,0
Угол наклона главного лез- вия φ , град	-5	Твердый сплав	$K_{\lambda p}$		0,75	1,07
	0				1,0	1,0
	5			1,0	1,25	0,85
					1,7	0,65
	15					
Радиус при вершине r , мм	0,5	Быстроре- жущая сталь	$K_{r p}$	0,87	0,66	1,0
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,0	1,0	
	3,0			1,04	1,14	
	5,0			1,10	1,33	

Продолжение табл. П2.12

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих															
			тангенциальное P_x				радиальной P_y				осевой P_z							
			C_p	X_p	Y_p	N_p	C_p	X_p	Y_p	n_p	C_p	X_p	Y_p	n_p				
Сталь жаропрочная Х18Н9Т(ЭЯ1Т)	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	92			0												
			124		0,85		54	0,9	0,75		46	1,0	0,4	0				
				103	—	1,8		61	0,6	0,5		24	1,05	0,2	1			
Чугун серый НВ190	Быстро-режущая сталь	Отрезание и прорезание	158			0,82 ²												
			100		1,0		0											
				139														
Чугун ковкий НВ150	Твердый сплав	Наружное продольное и поперечное точение и растачивание		1,0			43	0,9	0,75	0	38	1,0	0,4	0				
			100		0,75		88				40	1,2	0,65					
				139		1,0												
Чугун ковкий НВ150	Быстро-режущая сталь	Отрезание и прорезание																
			100															
				139														

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента	Вид обработки	Коэффициент и показатели степени в формулах для составляющих														
			тангенциальное P_x						радиальной P_y						осевой P_x		
			C_p	X_p	Y_p	N_p	C_p	X_p	Y_p	n_p	C_p	X_p	Y_p	n_p			
Медные сплавы гетерогенные ср. твердости HB120		Наружное продольное и поперечное точение и растачивание	55		0,66												
Алюминий и силумин	Быстро-режущая сталь	Отрезание и прорезание	75														
		40		0,75													
		Отрезание и прорезание	50		1,0												

Примечание. При фасонном точении резцами с неглубоким и несложным профилем силу резания уменьшить на 10–15%.

Таблица П2.13

Ориентировочные значения режимов резания при тонком точении

	Твердосплавные резцы			Алмазные резцы		
	S в мм/об	t в мм	V в м·мин	S в мм/об	V в м·мин	t в мм
Сталь	150–300	0,03–0,12	0,08–0,3	—	—	—
Чугун	100–200	0,03–0,18	0,1–0,3	—	—	—
Силумин	200–400	0,02–0,18	0,05–0,18	0,02–0,08	350–500	0,06–0,03
Бронза	250–500	0,02–1,10	0,05–0,25	0,02–0,05	330–560	0,12–0,25
Баббит	250–600	0,02–0,10	0,05–0,30	0,02–0,05	350–600	0,18–0,25
Латунь (расточка)	—	—	—	0,025	450–600	0,12
Медь (обточка)	—	—	—	0,01	1000	0,3

**Значение коэффициента и показателей степени в формулах скорости резания
при обработке фрезами**

Обрабатываемый материал	Режущая часть	Тип фрезы	Подача S_z	C_v	q_v	X_v	Y_v	N_v	ϕ_v
Сталь	Твердый сплав	Торцевая	—	332	0,45	0,1	0,4	0,2	0
		Цилиндрическая	<0,1 >0,1	55 35,4	0,45	0,3 0,3	0,2 0,4	0,1 0,1	0,1 0,1
	Быстрорежущая	Дисковая	<0,1 >0,1	75,5 48,5	0,25 0,25	0,3 0,3	0,2 0,4	0,1 0,1	0,1 0,1
		Прорезная	—	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1
Чугун	Твердый сплав	Торцевая	—	306	0,2	0,1	0,3	0,2	0
		Цилиндрическая	<0,15 >0,15	56,7 26	0,7 0,7	0,5 0,5	0,2 0,2	0,3 0,3	0,3 0,3
	Прорезная	—	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1

Таблица П2.15

Значение коэффициента для определения силы резания при фрезеровании

Обрабатываемый материал	Тип фрезы	C_p	X_p	Y_p	U_p	q_p
Сталь	Цилиндрическая концевая	68	0,86	0,74	1,00	-0,86
	Торцевая дисковая	82	1,10	0,80	0,95	-1,10
Чугун	Цилиндрическая концевая	48	0,83	0,65	1,00	-0,83
	Торцевая дисковая	70	1,14	0,70	0,90	-1,14

Таблица П2.16

Значение коэффициента C_p

Обрабатываемый материал	Твердость НВ	Группа подачи		
			II	III
Сталь	До 160	0,085	0,063	0,042
	160–240	0,063	0,047	0,031
	240–300	0,046	0,038	0,023
	Св. 300	0,038	0,028	0,019
Чугун	До 170	0,13	0,097	0,065
	Св. 170	0,078	0,058	0,039
Цветные сплавы	Мягкие	0,17	0,13	0,085
	Твердые	0,13	0,097	0,065

Группа I — подачи при сверлении глухих отверстий, рассверливании без допуска или под последующую обработку.

Группа II — подачи при сверлении глухих и сквозных отверстий в деталях пониженной жесткости, сверлении под резьбу, рассверливании отверстий под последующее зенкерование или двойное развертывание.

Группа III — подачи при сверлении глухих и сквозных отверстий, рассверливание под последующее зенкерование или одинарном развертывании

Средняя стойкость $T_{\text{сверл.}}$ в мин

Материал		Диаметр сверления									
		15	10	до 15	до 20	до 25	до 30	до 40	до 60	до 80	
режущей части сверла	обрабатываемый	15	10	до 15	до 20	до 25	до 30	до 40	до 60	до 80	
	Сталь	7	12	14–20	18–22	20–25	25–30	40–40	60–90	120–230	
Быстрорежущая сталь	Жаропрочные материалы	6	8	12	15						
	Чугун	12	21	25–30	32–40	40–50	50–55	75–85	105–160	210–400	
Твердый сплав	Цветные металлы и сплавы	—	6	7	7–8	10–12	12–17	—	—	—	

Таблица П 2.18

Значение показателей степени m , X_v , Y_v , q_v , n_v при сверлении

Показатели степени	Формулам	Материал режущей части сверла	Сталь, цветные металлы и сплавы						Чугун и бронза					
			m	X_v	Y_v	q_v	n_v	t	X_v	Y_v	q_v	n_v		
Скорости резания		Быстрорежущая сталь $d < 10$ $d > 10$	0,2	0	0,70	0,65	—	0,125	0	0,65	0,60	—		
			0,2	0	0,50	0,40	—	0,125	0	0,40	0,25	—		
		Сталь Р18 (сверление 1Х17Н2 (ЭИ-268) жаропрочных, 1Х18Н9Т (ЭЯ1Т) нержавеющих сплавов (ЭИ 654)	0,27	0	0,7	0,34	—	—	—	—	—	—		
			0,23	0	0,88	0,45	—	—	—	—	—	—		
			0,36	0	0,91	0,38	—	—	—	—	—	—		
		Пластинки твердого сплава (рас- сверливание)	—	—	—	—	—	0,40	—	0,50	—			
			0,2	0,2	0,50	0,40	—	0,125	0,1	0,40	0,15	—		
Силы подачи		Быстрорежущая сталь	0	0	0,70	0,10	0,70	—	0	0,80	1,0	0,6		
			—	—	1,3	—	—	—	0	0,85	0,75	0,6		
Момент резания		Быстрорежущая сталь (рассверливание)	—	—	0,70	0,7	—	—	1,2	0,4	—	0,6		
			—	0	0,8	2,0	0,7	—	0	0,80	2,0	0,6		
		Пластинки твердого сплава Быстрорежущая сталь (рассвер- ливание)	—	—	—	—	—	—	0	1,0	2,4	0,6		
			—	0,90	0,80	1,0	0,7	—	0,7	0,80	1,0	0,6		

Значение коэффициентов C_v , C_1 , C_2 , C_3 , C_4 и n_v

Обрабатываемый материал	Сверление быстрорежущими сверлами							
	C_v		$d > 10$ мм	C_1	C_2	C_3	C_4	n_v
	$d < 10$ мм							
Сталь: углеродистая НВ155-265 автоматная НВ140-180	360	874	1,5	0,62	0,8	0,83	0,9	
	540	1,310	1,35	0,56	0,72	2,2	0,9	
	270	655	1,65	0,68	0,87	2,0	0,9	
Чугун: серый НВ 140-240 ковкий НВ 120-200	4000	11400	2,6	0,92	1,0	3,16	1,3	
	5000	14200	2,6	0,92	1,0	3,16	1,3	

Таблица П 2.20

Технологическая карта обработки

№ п/п	Содержание операций и переходов	Станок	Инструмент			Размеры			Режимы обработки					Время $T_{п}$, мин
			вспомогательный	режущий	измерительный	D , мм	d , мм	L , мм	t , мм	S , мм/об	n , об/мин	K , м/мин	i , к-во	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
I	Токарная													
A	Установить заготовку в 3-х кулачковый патрон				ШцП 0-200	65		100						
1	Подрезать торец пов. 1	1К62		Т15К6	ШцП	65		100	1,5	0,1	315	78	1	0,48
													
5	Отрезать деталь пов. 5			Т5К6	ШцП	60		80	3	0,1	315	65	1	0,55
II	Фрезерная													
A	Установить заготовку в машинные тиски													
1	Фрезеровать квадрат пов. 1	6М12П		P18	ШцП	30		10	3	0,2	450	42	4	5,6
2	Снять деталь													

Таблица П 3.1

Выписка из паспорта токарного станка модели 1К62

№ ступеней	Частота вращения шпинделя, об/мин	Наибольший допускаемый крутящий момент на шпинделе, Н·м	Эффективная мощность на шпинделе, кВт		Продольные подачи (выборочно), мм/об
			по приводу	по наиболее слабому звену	
1	12,5	130	8,0	1,67	0,07–0,074
2	16,0	130	8,0	2,14	0,084–0,097
3	20,0	130	8,0	2,67	0,11–0,12
4	25,0	130	8,0	3,34	0,13
5	31,5	130	8,0	4,2	0,14–0,15
6	40,0	130	8,0	5,35	0,17–0,195
7	50,0	130	8,0	6,7	0,21–0,23
8	63,0	124	8,0	8,0	0,26–0,28
9	80,0	97,5	8,0	8,0	0,30–0,34
10	100,0	78,0	8,0	8,0	0,39–0,47
11	125,0	62,0	8,0	8,0	0,47–0,52
12	160,0	49,0	8,0	8,0	0,57–0,61
13	200,0	39,0	8,0	8,0	0,7–0,78
14	250,0	31,0	8,0	8,0	0,87–0,95
15	315,0	26,0	8,5	8,5	1,04–1,14
16	400,0	20,2	8,3	8,3	1,21–1,40
17	500,0	15,4	7,9	7,9	1,56–1,74
18	630,0	11,9	7,7	7,7	1,9–2,08
19	800,0	9,3	7,6	7,6	2,28–2,42
20	1000,0	7,0	7,2	7,2	2,8–3,12
21	1250,0	5,4	7,0	7,0	
22	1600,0	4,2	6,9	6,9	
23	2000,0	3,0	6,2	6,2	

Наибольшие размеры державки резца В × Н = 25 мм.

Наибольшая величина тангенциальной составляющей силы резания, допускаемая прочностью механизма подач, — 7200 Н.

Мощность главного электродвигателя N — 10 кВт.

Таблица П 3.2

Выписка из паспорта токарного станка модели 1624М

№ ступеней	Частота вращения шпиндели, об/мин	Наибольший допускаемый крутящий момент на шпинделе, Н·м	Эффективная мощность на шпинделе, кВт		Продольные подачи, мм/об
			по при- воду	по наиболее слабому звену	
1	11,5	845	7,8	1,0	0,07–0,08–0,074
2	16,0	845	7,8	1,4	0,1–0,12–0,13
3	32,0	845	7,8	2,4	0,15–0,16–0,17
4	45,0	845	7,8	3,9	0,185–0,2–0,22
5	63,0	845	7,8	5,45	0,25–0,3–0,33
6	90,0	845	7,8	7,8	0,37–0,43–0,5
7	125,0	610	7,8	7,8	0,6–0,67–0,73
8	180,0	420	7,8	7,8	0,8–0,93
9	250,0	300	7,8	7,8	1,0–1,2–1,33
10	355,0	215	7,8	7,8	1,46–1,6–1,73
11	500,0	150	7,8	7,8	1,86–2,0–2,4
12	710,0	108	7,8	7,8	2,66–2,92–3,2
13	1000,0	76	7,8	7,8	3,46–3,72–4,0
14	1400,0	54	7,8	7,8	
15	2000,0				

Наибольшие размеры державки резца $B \times H = 25 \times 40$ мм.

Наибольшая величина тангенциальной составляющей силы резания, допускаемая прочностью механизма подачи, — 7500 Н.

Мощность главного электродвигателя $N = 10$ кВт.

Таблица П.3.3

**Выписка из паспорта универсального консольно-фрезерного
станка модели 6М82**

№ ступеней	Частота вращения шпинделя, об/мин	Наибольший допускаемый крутящий момент на шпинделе, Н·м	Эффективная мощность на шпинделе, кВт	Продольные минутные подачи, мм/мин
1	31,5	85	2,6	
2	40,0	74,5	2,9	
3	50,0	65	3,2	
4	63,0	56	3,45	
5	80,0	45,5	3,5	
6	100,0	41,4	4,05	25–31,5–40–50–63
7	125,0	33,5	4,05	80–100–125–160
8	160,0	26,2	4,05	200–250–315–400
9	200,0	20,6	4,05	500–630–800–1000
10	250,0	17,5	4,02	1250
11	315,0	13,6	4,2	
12	400,0	10,4	4,2	
13	500,0	8,6	4,2	
14	630,0	7,0	4,4	
15	800,0	5,5	4,4	
16	1000	4,4	4,4	
17	1200	3,5	4,5	
18	1600	2,9	4,7	

Мощность главного электродвигателя $N = 7,2$ кВт.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, — 15000 Н.

Размеры стола 320 × 1250 мм.

Длина продольного хода стола — 700 мм.

Таблица П 3.4

**Выписка из паспорта вертикально-фрезерного станка модели
6М12П**

№ ступеней	Частота вращения шпинделя, об/мин	Эффективная мощность на шпинделе, кВт	Продольные минутные подачи, мм/мин
1	31,5	4,85	
2	40,0	5,6	
3	50,0	5,95	
4	63,0	5,95	
5	80,0	5,95	25–31,5–40–50–63
6	100,0	6,1	80–100–125–160–200–250–315
7	125,0	6,15	400–500–630–800–1000–1250
8	160,0	6,1	
9	200,0	5,95	
10	250,0	6,1	
11	315,0	5,95	
12	400,0	6,65	
13	500,0	5,95	
14	630,0	5,65	
К	800,0	5,65	
16	1000	5,6	
17	1200	5,65	
18	1600	5,45	

Мощность главного электродвигателя $N = 1,2$ кВт.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подач, — 15000 Н.

Размеры стола 320×1250 мм.

Длина продольного хода стола — 700 мм.

Таблица П 3.4

Выписка из паспорта вертикального консольно-фрезерного станка модели 6М13П

№ ступеней	Частота вращения шпинделя, об/мин	Эффективная мощность на шпинделе, кВт	Продольные минутные подачи, мм/мин
1	31,5	6,6	
2	40,0	7,5	
3	50,0	8,0	
4	63,0	8,0	25-31,5-40-50-63
5	80,0	8,1	80-100-125-160-200
6	100,0	8,3	250-315-400-500-630
7	125,0	8,3	800-1000-1250
8	160,0	8,0	
9	200,0	8,0	
10	250,0	8,2	
И	315,0	8,2	
12	400,0	7,7	
13	500,0	8,0	
14	630,0	7,6	
15	800,0	7,6	
16	1000	7,6	
17	1200	7,7	
18	1600	7,3	

Мощность главного электродвигателя $N = 10,0$ кВт.

Наибольшее усилие, допускаемое механизмом подачи, — 20000 Н.

Размеры стола 400 × 1600 мм.

Длина продольного хода стола — 900 мм.

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Задание на курсовую работу
с методическими указаниями

Редактор *Д.Н. Тихонычев*
Компьютерная верстка *Г.Д. Волкова*

Тип.зак.	Изд.зак. 189	Тираж 1000 экз.
Подписано в печать 17.02.11	Гарнитура Newton	Формат 60 × 90 ¹ / ₁₆
Усл.печ.л. 3,5		

Редакционный отдел
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати
Информационно-методического управления РОАТ,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2