

ВЫКСУНСКИЙ ФИЛИАЛ

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСИС»**

Кафедра
общепрофессиональных дисциплин

№ 49

**С.М. Горбатюк
Л.В. Седых
К.П. Лунев**

**Технология
конструкционных материалов**

**Методическое пособие
по выполнению курсовой работы**

Рекомендовано
редакционно-издательским
советом ВФ МИСиС

Выкса 2012

УДК 621

Рецензент
профессор, доктор техн. наук.
И.Г. Роберов

Технология конструкционных материалов. Методическое пособие по выполнению курсовой работы. С.М. Горбатов, Л.В. Седых, К.П. Лунев - Выкса: Выксунский филиал «НИТУ «МИСиС», 2011-61с.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по теме: «Разработка технологического процесса обработки детали» с учетом специфики кафедры инжиниринга технологического оборудования МИСиС и кафедры естественнонаучных дисциплин Выксунского филиала НИТУ МИСиС.

В методических указаниях представлены данные, необходимые для выполнения работы по составлению маршрутной технологии изготовления детали в условиях единичного производства. Пособие разработано на основе кафедральных методических указаний по курсовому проектированию и предназначено для студентов и руководителей курсовой работы.

Предназначено для студентов специальности 150404 «Металлургические машины и оборудование».

Соответствует государственному образовательному стандарту дисциплины «Технология конструкционных материалов»

© С.М. Горбатьюк, Л.В.Седых, К.П.Лунев
© НИТУ «МИСиС»,
© Выксунский филиал «НИТУ «МИСиС», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Цель курсовой работы.....	5
2. Объем и содержание курсовой работы.....	7
3. Классический расчет режимов резания.....	10
4. Предварительная разработка технологического маршрута изготовления детали.....	19
5. Библиографический список.....	22
6. Приложения.....	23
7. Анализ результатов расчётов.	49

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данные методические указания, предназначенные для выполнения курсовой работы по теме: «Разработка технологического процесса обработки детали», включающие вопросы организации, выполнения и защиты курсовой работы по технологии конструкционных материалов с учетом специфики кафедры инжиниринга технологического оборудования МИСиС и кафедры естественнонаучных дисциплин Выксунского филиала НИТУ МИСиС, разработаны на основе кафедральных методических указаний по курсовому проектированию и предназначены для студентов и руководителей курсовой работы.

В данных методических указаниях приведен классический расчет режимов резания, представлены данные, необходимые для выполнения работы по составлению маршрутной технологии изготовления детали в условиях единичного производства, а также показатели эффективности результатов расчетов.

Предназначены для студентов специальности 150404 «Металлургические машины и оборудование».

1. ЦЕЛЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Цель курсовой работы – научить студента применять теоретические знания, полученные в результате изучения дисциплины «Технология обработки конструкционных материалов».

Темой курсовой работы является разработка технологического процесса изготовления детали.

Рекомендуется выбирать деталь, разработанную студентом в процессе выполнения курсового проекта по дисциплине «Детали машин», а также деталь оборудования действующего производства. В качестве детали можно предложить зубчатое колесо, ступенчатый вал со шпоночными пазами, крышки подшипниковых узлов, коленчатые валы и т.п.

Каждому студенту преподаватель кафедры выдает наименование детали. Студент самостоятельно или с преподавателем подбирает себе чертеж детали и выясняет требования чертежа, а также вносит необходимые изменения.

Студент должен знать:

- правила оформления чертежа согласно правилам ЕСКД;
- методы получения заготовок: литьем, ковкой, штамповкой, прокаткой и т.п.;

- методы обработки материалов резанием;
- классификацию металлорежущих станков;
- терминологию и основы теории резания;
- режущий и измерительный инструмент;
- состав нормы подготовительно-заключительного и штучного времени на операцию;

Студент должен уметь:

- вычерчивать чертеж детали;
- рассчитывать режимы резания;
- назначать режимы резания;
- составлять эскизы заготовки;
- составлять и оформлять маршрутную карту изготовления детали;
- рассчитывать основное (машинное) время операции.

2. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 15-20 страниц, написанной (напечатанной) на листах формата А4 (297×210 мм), и одного листа графического материала формата А1 (841×594 мм). Допускается выполнение графической части на листе формата А2 (594×420 мм).

Маршрутная карта изготовления детали выполняется на листах формата А1 или А2 (594×420 мм) от руки, карандашом или в электронном виде.

Пояснительная записка должна состоять из 2-х разделов:

- раздел 1 «Классический расчет режимов резания при токарной обработке»;
- раздел 2 «Предварительная разработка технологического маршрута изготовления детали».

Графическая часть должна представлять собой маршрутную карту изготовления детали, выполненную на листах формата А1 или А2 (594×420 мм) от руки карандашом или в электронном виде.

Примерное содержание пояснительной записки курсовой работы

Раздел 1.«Классический расчет режимов резания при токарной обработке»:

1.1. Выбор заготовки и назначение припусков на размеры.

1.2. Распределение припуска при выборе характера обработки.

1.3. Выбор режущего инструмента (материала, формы режущей част, размеры поперечного сечения державки, вылет резца и т.д.).

1.4. Расчет подачи:

1.4.1. допускаемой прочностью механизма подачи станка;

1.4.2. допускаемой прочностью державки резца;

1.4.3. допускаемой жесткостью державки резца;

1.4.4. допускаемой прочностью детали;

1.4.5. допускаемой жесткостью детали;

1.4.6. допускаемой режущими свойствами режущей части резца.

1.5. Расчет скорости резания:

1.5.1. тангенциальная составляющая силы резания;

1.5.2. крутящий момент резания;

1.5.3. число оборотов шпинделя по крутящему моменту;

1.5.4. скорость резания по инструменту;

1.5.5. число оборотов шпинделя по режущим свойствам инструмента;

1.5.6. фактическая скорость резания;

1.6. Показатели эффективности результатов расчета:

1.6.1. фактическая тангенциальная составляющая силы резания;

1.6.2. фактическая мощность, затрачиваемая на резание;

1.6.3. коэффициент использования инструмента по скорости резания;

1.6.4. коэффициент использования станка по мощности.

1.6.5. Основное время на черновую обработку.

1.6.6. Основное время на чистовую обработку.

Режимы резания рассчитываются только для черновой обработки. Для остальных характеров и видов обработки рассчитывается только основное время. Режимы резания назначаются.

1.6.7. Суммарное основное время на обработку детали.

Раздел 2.«Предварительная разработка

технологического маршрута изготовления детали»:

2.1. Схемы обработки отдельных переходов с расчетами основного времени.

2.2. Расчет суммарного основного времени.

3. КЛАССИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

3.1 Выбор заготовки и назначение припусков на размеры

Заготовки и припуски на размеры выбирают из анализа материала, из которого изготавливается деталь, и технических характеристик детали, заданных на чертеже Приложения 1.

3.2 Распределение припуска при выборе характера обработки

Рассчитываемый припуск — h , мм:

$$h = \frac{D - d}{2} \quad (1)$$

где D – диаметр обрабатываемой заготовки, мм;

d - диаметр обработанной детали, мм.

Распределение припуска h на обработку в зависимости от заданной шероховатости определяется по таблице 1 Приложения 1.

3.3 Выбор режущего инструмента (материала, формы режущей части, размеров поперечного сечения державки, вылета резца и т.п.)

Выбираем материал режущей части, форму передней поверхности, геометрические параметры режущей части (углы α , β , γ), размеры поперечного сечения державки и вылет резцов для предварительной и окончательной обработки.

3.4 Расчет подачи

3.4.1 Допускаемая прочность механизма подачи станка – S_1 , мм/об:

$$S_1 = \left(\frac{P_{don1}}{C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot V^{z_{P_x}} \cdot K_{P_x}} \right)^{\frac{1}{y_{P_x}}} \quad (2)$$

где V – скорость резания в м/мин, далее принимаемая для чернового прохода 70 м/мин, как близкая к нижнему пределу при работе резцами, оснащенными пластинами из твердых сплавов;

P_{don1} – наибольшая осевая сила, допускаемая прочностью механизма подачи токарного станка в Н, равная 0,4 [P_z],

где [P_z] – допускаемая тангенциальная составляющая силы резания для механизма станка; для станков типа 16К20 можно принять как 12000,00 Н, для станков типа 163(165) – 20000,00 Н.

C_{P_x} – коэффициент обрабатываемости материалов для осевой силы резания (Приложение 2)

x_{P_x} ; y_{P_x} ; z_{P_x} – показатели степеней (Приложение 2)

K_{P_x} – общий поправочный коэффициент, учитывающий условия обработки, равный:

$$K_{P_x} = K_{m_{P_x}} \cdot K_{\varphi_{P_x}} \cdot K_{\gamma_{P_x}} \cdot K_{\lambda_{P_x}} \cdot \dots \cdot K_{h_{P_x}} \quad (3)$$

где $K_{m_{P_x}}$ – коэффициент обрабатываемости материала;

$K_{\varphi_{P_x}}$ – коэффициент величины главного угла в плане;

$K_{\gamma_{rx}}$ – коэффициент величины переднего угла;

$K_{\lambda_{rx}}$ – коэффициент угла наклона режущей кромки; и

т.п.

Все поправочные коэффициенты указаны в Приложении 2.

3.4.2 Допускаемая прочность державки резца — S_2 , мм/об:

$$S_2 = \left(\frac{P_{дон2}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}} \quad (4)$$

где $P_{дон2}$ – наибольшая тангенциальная сила резания, допускаемая прочностью державки резца в Н, равная:

$$P_{доп2} = \frac{B \cdot H^2 \cdot [\sigma_u]}{6 \cdot l_p} \quad (5)$$

где B – ширина державки резца в мм;

H – высота державки резца в мм;

l_p – вылет резца в мм, при наружном точении равный

$l_p = (1 \div 1,5) H$ в мм;

$[\sigma_u]$ – допускаемое напряжение изгиба материала державки резца в МПа, равное для сталей державок $[\sigma_u] = 0,3 \sigma_s$ в МПа; можно принять $[\sigma_u] = 200$ МПа

Показатели степеней C_{Pz} и K_{Pz} находятся аналогично коэффициентам пункта 3.4.1 в Приложении 2.

3.4.3. Допускаемая жесткость державки резца – S_3 , мм/об:

$$S_3 = \left(\frac{P_{\text{дон}3}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}} \quad (6)$$

где $P_{\text{дон}3}$ – наибольшая тангенциальная сила резания, допускаемая жесткостью державки резца в Н, равна:

$$P_{\text{дон}3} = \frac{3f_p \cdot E_p \cdot I_p}{l_p^3} \quad (7)$$

где E_p – модуль упругости материала державки резца, обычно равный $(2,0 \div 2,1) \cdot 10^5$ МПа

I_p – момент инерции сечения державки резца, для прямоугольного сечения $I_p = \frac{BH^3}{12}$ мм⁴

f_p – стрела прогиба, равная для черновой обработки 0,1 мм, для чистовой – 0,05 мм.

3.4.4 Допускаемая прочность детали — S_4 , мм/об:

$$S_4 = \left(\frac{P_{\text{дон}4}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}} \quad (8)$$

где $P_{\text{дон}4}$ – наибольшая тангенциальная сила резания, допускаемая прочностью детали в Н, равная:

$$P_{\text{дон}4} = \frac{0,9W[\sigma_u]}{L_1 \cdot Q_H} \quad (9)$$

где L_1 – расчетная длина обработки по таблице 15. Приложения3;

Q_H – коэффициент нагружения по таблице 15. Приложения3;

W – момент сопротивления сечения детали; для сплошного круглого сечения равный:

$$W = \frac{\pi D^3}{32} \cong 0,1 D^3 \text{ мм}^3 \quad (10)$$

где $[\sigma_u]$ – допускаемое материалом напряжение изгиба в МПа, равное: для стали: $[\sigma_u] = 0,3 \sigma_6$ МПа;

для чугуна: $[\sigma_u] = 0,4 \sigma_{вч}$ МПа;

σ_6 и $\sigma_{вч}$ – пределы прочности соответственно для стали и чугуна.

3.4.5 Допускаемая жесткость детали — S_5 , мм/об:

$$S_5 = \left(\frac{P_{дон5}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}} \quad (11)$$

где $P_{дон5}$ – наибольшая тангенциальная сила резания, допускаемая жесткостью детали в Н, равная:

$$P_{дон5} = \frac{0,9 Q_{ж} \cdot E_{\partial} \cdot I_{\partial} \cdot f_{\partial}}{L_1^3} \quad (12)$$

где $Q_{ж}$ – коэффициент нагружения при расчете на жесткость по таблице 17. Приложение 5;

E_{∂} – модуль упругости материала детали в МПа;

I_{∂} – момент инерции сечения детали в мм^4 , равный для сплошного сечения:

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \cong 0,05 d^4 \quad (13)$$

где f_{δ} – допускаемая стрела прогиба детали в мм, для черновой обработки $f_{\delta}=0,2-0,4$ мм; для чистовой обработки $f_{\delta}=0,1$ мм; под последующую обработку $f_{\delta}=0,1$ мм.

3.4.6 Допускаемой режущими свойствами режущей части резца – S_5 , мм/об:

$$S_6 = \left(\frac{C_V}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot V} \cdot K_V \right)^{\frac{1}{y_v}} \quad (14)$$

где C_V – коэффициент обрабатываемости материала;

x_v ; y_v – показатели степеней при глубине резания, подаче;

K_V – общий поправочный коэффициент условий обработки, состоящий из произведения отдельных коэффициентов;

m – показатель относительной стойкости;

T – заданная стойкость инструмента в мин., принимаемая в этом расчете равной 60 мин. (для твердых сплавов).

Все коэффициенты выбираются по таблицам Приложения 2.

3.4.7 Выбор единственной подачи:

Из всех найденных по лимитирующим факторам подач выбирают наименьшую S_{min} и корректируют по паспорту станка, выбрав ближайшее наименьшее значение в качестве фактической подачи S_f .

3.5 Расчет скорости резания.

3.5.1 Ориентировочная величина тангенциальной составляющей силы резания при черновом проходе – P_z , Н:

$$P_z = C_{P_z} \cdot t^{X_{P_z}} \cdot S^{Y_{P_z}} \cdot V^{Z_{P_z}} \cdot K_{P_z} \quad (15)$$

3.5.2 Крутящий момент, необходимый для резания, – $M_{кр}$, Н:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} \quad (16)$$

3.5.3 Число оборотов шпинделя станка, которому соответствует ближайший крутящий момент на шпинделе, – $n_{см}$, об/мин:

$$n_{см} = 974 \cdot \frac{N}{M_{кр}} \quad (17)$$

3.5.4 Скорость резания, соответствующая большему на шпинделе крутящему моменту, – $V_{см}$, м/мин:

$$V_{см} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{см}^{факт}}{1000} \quad (18)$$

где $n_{II}^{факт}$ – выбранное по диаграмме скоростей число оборотов станка, ближайшее наименьшее значение.

3.5.5 Скорость резания, ограниченная режущими свойствами инструмента, – V_p , м/мин:

$$V_p = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t_1^{X_V} \cdot S_\phi^{Y_V}} \quad (19)$$

3.5.6 Число оборотов шпинделя станка, соответствующее скорости резания, $V_p - n_p$, об/мин:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} \quad (20)$$

3.5.7 Выбрать по диаграмме скоростей станка ближайшее наименьшее значение числа оборотов $n_p^{факт}$.

3.5.8 Из двух чисел оборотов ($n_{от}$ и n_p) в качестве фактического n_ϕ следует выбрать наименьшее число оборотов.

3.6 Показатели эффективности результатов расчета

3.6.1. Фактическая тангенциальная составляющая силы резания при черновом проходе – $P_{Z\phi}$, Н:

$$P_{Z\phi} = C_{P_z} \cdot t_1^{X_{P_z}} \cdot S_\phi^{Y_{P_z}} \cdot V^{Z_{P_z}} \cdot K_{P_z} \quad (21)$$

3.6.2. Фактическая мощность, затрачиваемая на резание, — $N_{рез\phi}$, кВт:

$$N_{рез\phi} = \frac{P_{Z\phi} \cdot V_\phi}{6120} \quad (22)$$

где V_ϕ – фактическая скорректированная скорость резания в м/мин:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_\phi}{1000} \quad (23)$$

3.6.3. Коэффициент использования станка по мощности — η_N :

$$\eta_N = \frac{N_{рез.\phi}}{N_{рез.прив.}} \quad (24)$$

где $N_{рез.прив.}$ — эффективная мощность привода станка, кВт:

$$N_{рез.прив.} = N_{э.д.} \cdot \eta_{прив} \quad (25)$$

где $\eta_{прив.}$ - КПД привода главного движения, обычно = 0,75;

$N_{э.д.}$ - мощность электродвигателя привода главного движения станка в кВт.

3.6.4. Коэффициент использования инструмента по скорости резания — η_V :

$$\eta_V = \frac{V_{\phi}}{V_H} \quad (26)$$

3.6.5. Основное время:

- определяется путем сложения основного времени отдельных фрагментов черновых переходов;

- затем определяется основное время чистовых переходов с измененным на одну ступень вниз подачей и на одну ступень вверх числом оборотов.

Суммарное основное время определяется путем сложения времени черногого и чистового проходов.

4. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

4.1. Технологический маршрут изготовления детали выполняется на листе графической части специальной формы

Форма маршрутной карты



4.1.1. На *поле 1* выполняется эскиз детали со всеми требованиями к изготовлению. Прямо по эскизу детали выполняется чертеж заготовки (отливки, поковки, проката и т.п.) синим цветом. Расстояние между контуром заготовки и деталью, заштриховывается синим цветом. Указывают все размеры заготовки.

4.1.2. На *поле 2* заполняется таблица с указанием наименования детали, вида заготовки, материала, а также веса заготовки и детали.

4.1.3. На *поле 3* записываются номера операций по порядку с интервалом в 5 единиц.

4.1.4. На *поле 4* записываются наименования операций, причём используются только имена прилагательные (слово «операция» не указывается), содержание переходов, установки. Переходы записываются в повелительном наклонении с указанием получаемых размеров и шероховатости поверхности.

Например: Точить диаметр $90^{+0,1}$ начерно и начисто с шероховатостью $\sqrt{R_z} 10$ на длине $30^{+0,5}$ (Размер $90^{+0,1}$ – размер, окончательно получаемый на данном переходе).

Операции отделяются друг от друга сплошной горизонтальной чертой.

4.1.5. На *поле 5* записывается наименование и модель металлорежущего станка или другого оборудования, на котором выполняется операция.

4.1.6. На *поле 6* записывается приспособление, которое необходимо для операции, например, тиски гидравлические (приспособления, входящие в комплект станка, не записывают).

4.1.7. На *поле 7* записывается режущий инструмент, участвующий в операции, и его стандарт.

4.1.8. На *поле 8* записывается измерительный инструмент, необходимый для выполнения операции, и его стандарт.

4.1.9. На *поле 9* выполняются эскизы операций. Деталь указывается в конечном положении обработки со всеми полученными размерами и шероховатостью поверхности, со всеми режущими инструментами в зажатом на оборудовании положении. Обработанные поверхности обводятся красным цветом.

Зажимные элементы, базовые элементы изображаются в виде условно-графических обозначений (смотри [3]).

4.1.10. Если на токарную операцию режимы резания рассчитываются классическими методами, то в остальных операциях режимы резания назначаются, чтобы рассчитать основное время обработки, а затем суммарное основное время. Причем расчет основного времени должен сопровождаться схемами обработки согласно Приложению 7.

5. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание стереотипное. Перепечатка с четвертого издания. 1993 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
2. Кучер А.М., Киватицкий М.М., Покровский А.А. «Металлорежущие станки» М. Машиностроение 1972 г. 308 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.:Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 665 с.
4. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.:Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
5. Ткачев А.Г., Шубин И.Н. Типовые технологические процессы изготовления деталей машин: Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 112 с.

Приложение 1

Любой вид **обработки металлов резанием** характеризуется режимами резания, представляющими собой совокупность следующих основных элементов: **скорость резания V** , **глубина резания t** и **подача S** .

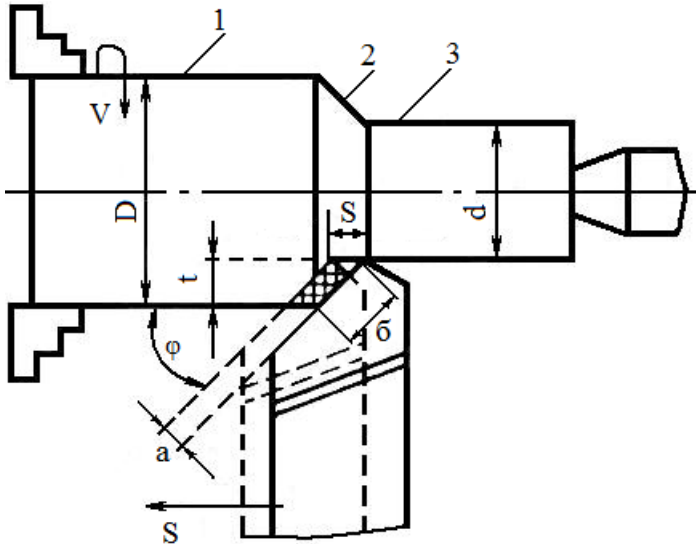


Рисунок 1- элементы режимов резания при точении,
где 1 – обрабатываемая поверхность;
2 – поверхность резания;
3 – обработанная поверхность;
 D – диаметр обрабатываемой заготовки;
 d – диаметр детали после обработки;
 a и b – толщина и ширина срезаемого слоя;
 φ – главный угол в плане.

Таблица 1. Рекомендации по распределению припуска

Характер обработки	Шероховатость обработанной поверхности	Число проходов (переходов)	Номер прохода	Глубина резания по проходам
1. черновая	$R_z = 320 - 40$ мкм (1-3 ^й класс)	1	1	$t = h$
2. получистовая	$R_z = 40 - 10$ мкм (4-5 ^й класс)	2	1	$t_1 \cong \frac{2}{3}h$
			2	$t_2 \cong \frac{1}{3}h < 2$
3. чистовая	$R_a = 2,5 - 0,63$ мкм (6-7 ^й класс)	2	1	$t_1 = \frac{2}{3}h$
			2	$t_2 = \frac{1}{3}h \leq 0,5$
4. шлифование	$R_a \leq 0,63$ мкм ($\geq 7^{\text{й}}$ класс)	>1	—	max. 0,5 мм

Приложение 2

Таблица 2. Значение коэффициентов и показателей степени в формуле скорости резания

материалОбрабатываемый	Вид обработки	Материал режущей части инструмента	Вспомогательный угол в плане	Подача в мм/об	Коэффициенты и показатели степени				Период стойкости T в мин.	Охлаждение	
					C _v	x _v	y _v	m			
σ = 75 кг/мм ² Сталь конструкционная углеродистая, легированная и стальное литье	Наружное продольное точение	T5K10	10	до 0,3	273	0,15	0,20	0,20	60	Без охлаждения	
				Св. 0,3 до 0,7	227		0,35				
				Св. 0,7	221		0,45				
		T15K6	0	s < t	292	0,15	0,3	0,18			
				s ≥ t		0,3	0,15				
	P18	10	до 0,25	87,5	0,25	0,33	0,125	60			
			Св. 0,25	56		0,66					
	ЦМ33 2	10	до 0,3	530	0,19	0,7	0,24	60			
			Св. 0,3	700	0,08	0,08					
	прорезка	Отрезка и	T5K10	—	—	47	—	0,8	0,2	60	С охлаждением
			P18	—	—	23,7	—	0,66	0,25		
Фасонное точение		P18	—	—	22,7	—	0,5	0,3	120	С охлаждением	

141 Сталь жаропрочная 1X18Н9Т (ЭЯТ) в состоянии поставки НВ									
Наружное продольное точение									
ВК8									
10									
—									
110									
0,2									
0,45									
0,15									
60									
Без охлаждения									

Продолжение таблицы 2

материал	Обрабатываемый	Вид обработки	инструмента	Материал режущей части	Вспомогательный угол в плане	Поддача в мм/об	Коэффициенты и показатели степени				Период стойкости T в мин.	Охлаждение
							C_v	x_v	y_v	m		
Чугун серый НВ 190	Наружное продольное точение	BK 6	10	До 0,4	292	0,15	0,2	0,2	60			
			—	Св. 0,4	243		0,4					
			0	$s < t$	324	0,2	0,4	0,28				
			$s > t$	0,4		0,2						
		P18	10	До 0,25	37	0,15	0,3	0,1	60			
				Св. 0,25	35		0,4					
	ЦМ 332	10	До 0,5	1560	0,2	0,2	0,43	60				
	Отрезка и	BK 6	—	—	68,5	—	0,4	0,2	60			
		P18	—	—	22,5	—	0,4	0,15				
	Чугун ковкий НВ 150	Наружное продольное точение	BK 8	10	До 0,4	317	0,15	0,2	0,2	60		
				Св. 0,4	215	0,45						
P18			10	До 0,25	106	0,2	0,25	0,125	60			
				Св. 0,25	75		0,5					

		P18	—	—	47	—	0,5	0,25	60
Медные сплавы гетерогенные средней твердости НВ 100- 140	точение Наружное продольное отрезка	P18	10	До 0,2	238	0,12	0,25	0,23	60
				Св. 0,2	161		0,5		

Примечания:

1. При обработке конструкционных и жаропрочных сталей и стального литья всеми видами резцов из быстрорежущей стали без охлаждения вводить на скорость резания поправочный коэффициент 0,8.
2. При отрезке и прорезке конструкционных сталей и стального литья резцами с твердым сплавом T5K10 с охлаждением вводить на скорость резания поправочный коэффициент 1,4.

Таблица 3. Поправочный коэффициент K_{Mv} , учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

Обрабатываемый материал	Материал режущей части инструмента		
	Твердые сплавы и минералокерамические пластинки		Быстрорежущая сталь P18
	Марка стали	Расчетная формула	Расчетная формула
Сталь конструкционная углеродистая и легированная	T5K10, T15K6, ЦМ332	$K_{Mv} = \frac{75}{\sigma_{sp}}$	$K_{Mv} = C_M \left(\frac{75}{\sigma_{sp}} \right)^n$
Алюминий и его сплавы	—	—	
Чугун серый	BK6, BK8, ЦМ332	$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,25}$	$K_{Mv} = \left(\frac{190}{HB} \right)^{1,7}$
Чугун ковкий	BK6, BK8, ЦМ332	$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)^{1,25}$	$K_{Mv} = \left(\frac{150}{HB} \right)$
Бронза	—	—	

Таблица 4. Поправочный коэффициент K_{mv} , учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

Обрабатываемый материал		Материал режущей части инструмента										
		Твердый сплав ВК8					Быстрорежущая сталь Р18					
		Состояние стали										
		В состоянии поставки	Термообработка				В состоянии поставки	Термообработка				
			Отжиг	отпуск	Нормализация и отпуск	Закалка		Отжиг	отпуск	Нормализация и отпуск	Закалка	
Коэффициент K_{mv}												
Жаропрочные стали и сплавы	12ХМР	—	—	2,1	—	—	—	—	3,3	—	—	
	ЭИ415	—	1,5	0,8	—	—	—	2,7	0,8	—	—	
	15Х1МФЛ	0,6	—	—	—	—	0,7	—	—	—	—	
	Х12ВМФ	—	1,9	—	—	—	—	1,2	—	—	—	
	ЭИ757	—	2,6	—	1,6	—	—	—	—	1,6	—	
	ЭИ575	—	—	—	—	—	—	1,8	—	—	—	
	ЦЖ5Л	1,4	—	—	—	—	0,8	—	—	—	—	
	1Х18Н9Т (ЭЯ1Т)	1,0	1,2	—	—	1,2	1,0	1,1	—	—	0,9	
	ЭИ726	—	—	1,1	—	1,1	—	—	0,9	—	0,8	
	Х23Н18(ЭИ417)	—	—	—	1,4	—	—	—	—	—	1,1	—
	1Х18Н12ТЛ	0,8	—	—	—	—	0,9	—	—	—	—	
	ЭИ481	0,8	—	—	0,7	0,8	0,6	—	—	—	0,5	0,4
	ЭИ812	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	0,3	0,6
	ЭИ612	0,7	—	—	0,5	1,1	—	—	—	—	—	—
	ЭИ6907А	0,3	—	—	0,25	0,3	0,4	—	—	—	0,4	0,4
	ЭИ765	—	—	—	0,25	0,3	—	—	—	—	0,3	0,3
Примечание. Значение коэффициента C_m и показателя степени n приведены в следующей таблице												

Таблица 5. Коэффициент обрабатываемости C_M и показатель степени n для различных сталей при $\sigma_{вр}=75\text{кг/мм}^2$, алюминия и его сплавов.

Группы сталей и алюминиевых сплавов	Коэффициент обрабатываемост и C_M	Показатель степени n
Стали углеродистые ($C \leq 0,6\%$)	1,0	1,75
Стали автоматные	1,2	1,75
Стали никелевые	1,0	1,75
Стали хромоникелевые	0,9	1,5
Стали углеродистые ($C > 0,6\%$), хромистые, марганцовистые, хромоникелевольфрамовые.	0,8	1,75
Хромомолибденовые, хромоникельмолибденовые, хромоалюминиевые, хромомолибденоалюминиевые и близкие к ним.	0,7	1,25
Стали хромомарганцовистые, хромокремнистые, хромокремнемарганцовистые, кремнемарганцовистые, хромоникельмарганцовистые и близкие к ним.	0,7	1,5
Стали инструментальные быстрорежущие	0,6	1,25
Алюминий: $\sigma_{вр}=7: 16 \text{ кг/мм}^2$ $\sigma_{вр}= 17:20 \text{ кг/мм}^2$	6,0 5,0	0
$\sigma_{вр}=20:30 \text{ кг/мм}^2$	6,0	—
$\sigma_{вр}= 31:40 \text{ кг/мм}^2$	5,0	—
$\sigma_{вр}=41:50 \text{ кг/мм}^2$	4,0	0
$\sigma_{вр}=10:20 \text{ кг/мм}^2$	5,0	—
$\sigma_{вр}= 21:30 \text{ кг/мм}^2$	4,0	0

Таблица 6. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияния качества заготовки на скорость резания.

Факторы, характеризующие качество заготовки	Материал режущей части инструмента	Состояние заготовки и значения коэффициентов					
Состояние поверхности заготовки	Твердый сплав, быстрорежущая сталь и минералокерамика	Без корки	С коркой			Медные сплавы	
			Поковка и прокат	Стальное и чугунное литье			
				Обычное	Загрязненное		
		Коэффициент K_{Pv}					
		1,0	0,8-0,9	0,7-0,8	0,5-0,6	0,9	
Состояние стали заготовки	Быстрорежущая сталь	В состоянии поставки		В состоянии термообработки			
		горячекатанная	холоднокатанная	нормализованная	отожженная	улучшенная	
		Коэффициент K_{Pv}					
		1,0	1,1	0,95	0,9	0,8	

Таблица 7. Поправочный коэффициент K_{Mv} , учитывающий влияние группы и механических свойств медных сплавов на скорость резания.

Показатели	Группы медных сплавов					
	Гетерогенные		Свинцовистые при основной гетерогенной структуре	Гомогенные	структуре с содержанием свинца менее 10% при основной гомогенной	Медь
	средней твердости	твердые				
						Сплавы с содержанием свинца свыше 10%

HB	100-140	150-250	70-90	60-90	60-80	60-70	35-65
K _{MV}	1,0	0,7	1,7	2,0	4,0	8,0	12,0

Таблица 8. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента на скорость резания

Параметры, влияющие на скорость резания	Материал режущей части инструмента									
	Твердый сплав					Быстрорежущая сталь				
Форма передней грани	С фаской			Без фаски		С фаской			Без фаски	
Коэффициент K _{Фв}	1,0			1,05		1,0			0,95	
Главный угол в плане φ°	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90

при обработке	Конструкционных сталей и ковкого чугуна	1,13	1,0	0,92	0,86	0,81	1,26	1,0	0,84	0,74	0,66
	Жаропрочных сталей	---	1,0	0,87	0,78	0,7	1,25	1,0	0,83	0,73	0,63
	Серого чугуна и медных сплавов	1,2	1,0	0,88	0,83	0,73	1,2	1,0	0,88	0,8	0,73
Вспомогательный угол ϕ^0		—					10	15	20	30	45
Коэффициент $K_{\phi 1\gamma}$		—					1,0	0,97	0,94	0,91	0,87
Радиус при вершине r в мм		—					1	2	3	4	5
Коэффициент K_{γ}		—					0,94	1,0	1,03	—	1,13

Таблица 9. Поправочный коэффициент $K_{ив}$, учитывающий влияние материала режущей части инструмента на скорость резания.

Материал режущей части инструмента	Обрабатываемый материал	Значения $K_{ив}$ для марок инструментального материала				
		Твердые сплавы	Сталь конструкционная и стальное литье	T5K10	T14K8	T15K6
1,0	1,23			1,54	1,77	2,15

	Сталь жаропрочная	T5K10	—	T15K6	—	ВК8
		1,4	—	1,9	—	1,0
	Чугун серый	ВК8	ВК6	ВК3	ВК2	—
		0,83	1,0	1,15	1,25	—
	Чугун ковкий	ВК8	ВК6	ВК3	ВК2	—
		1,0	1,1	1,26	1,32	—
Инструментальные стали	Сталь конструкционная, стальное литье, чугун серый и ковкий, алюминиевые и медные сплавы.	P18	P9	9XC	У10А	У12А
		1,0	1,0	0,6	0,5 и менее	

Таблица 10. Поправочный коэффициент K_{qv} , учитывающий влияние площади поперечного сечения державки резца с режущей частью из быстрорежущей стали на скорость резания.

материалОбрабатываемый	Значения K_{qv} для сечения державки резца в мм					
	12x20 16x16	16x25 20x20	20x30 25x25	25x40 30x30	30x45 40x40	40x60
СТАЛЬ	0,93	0,97	1,0	1,04	1,08	1,12
Медные сплавы	0,97	0,98	1,0	1,02	1,04	1,06

Таблица 11. Поправочный коэффициент K_{x_0} , учитывающий влияние длины хода резца при строгании на строгательных и долбежных станках на скорость резания.

ТИП СТАНКА	Значения K_{x_0} при длине хода резца в мм					
	50	100	150	200	300	500
Продольно-строгальный	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Поперечно-строгальный	0,94	0,89	0,81	0,8	0,77	0,7
Долбежный	0,71	0,67	0,61	0,6	0,57	0,52

Таблица 12. Значения коэффициентов и показателей степени в формулах сил резания при точении.

Обрабатываемый материал	Вид обработки	ИнструментМатериал режущей части	угол в плане φ°, Вспомогательный	Коэффициенты и показатель степени в формулах силы резания											
				тангенциальной				радиальной				осевой			
				C _{Pz}	x _{Pz}	y _{Pz}	n _z	C _{py}	x _{py}	y _{py}	n _y	C _{px}	x _{px}	y _{px}	n _x
поставки жаропрочная IX18N9T (ЭЯГТ) в состоянии	Наружное продольное точение	Твердый сплав	10	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4
			0	384	0,9	0,9	-0,15	355	0,6	0,8	-0,3	241	1,05	0,2	-0,4
			10	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
	Наружное продольное точение	Твердый сплав	10	267	0,95	0,75	-0,15	108	0,7	0,45	-0,18	78	0,9	0,35	-0,22
			—	408	0,72	0,8	0	173	0,73	0,67	0	—	—	—	—
			—	247	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	Отрезка и прорезка	Твердый сплав	—	408	0,72	0,8	0	173	0,73	0,67	0	—	—	—	—
			—	247	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Наружное продольное точение	Твердый сплав	10	204	1,0	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—		

Продолжение таблицы 12

Обрабатываемый материал	Вид обработки	Материал режущей части инструмента	угол в плане ϕ^0	Коэффициенты и показатель степени в формулах силы резания											
				тангенциальной				радиальной				осевой			
				C_{pz}	X_{pz}	Y_{pz}	$п_z$	C_{py}	X_{py}	Y_{py}	$п_y$	C_{px}	X_{px}	Y_{px}	$п_x$
Чугун серый НВ 190	Наружное продольное сечение	Твердый сплав	10 0	92 123	1,0 1,0	0,75 0,85	0 0	54 61	0,9 0,6	0,75 0,5	0 0	46 24	1,0 1,05	0,4 0,2	0 0
		Быстрорежущая сталь	10	114	1,0	0,75	0	119	0,9	0,75	0	51	1,2	0,65	0
		Минералокерамика	10	104	0,9	0,65	0	71	0,7	0,35	0	41	1,0	0,35	0
	Отрезка и прорезка	сталь	—	158	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Чугун ковкий НВ 150		Твердый сплав	10	81	1,0	0,75	0	43	0,9	0,75	0	38	1,0	0,4	0

Медные сплавы гетерогенные с твердостью НВ 100-140	Наружное продольное сечение	сталь Быстрорежущая	10	55	1,0	0,66	0	—	—	—	—	—	—	—	—
Медные сплавы гетерогенные с твердостью НВ 150	прорезка	сталь Быстрорежущая	—	139	1,0	1,0	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	сечение Наружное продольное	Быстрорежущая сталь	10	100	1,0	0,75	0	88	0,9	0,75	0	40	1,2	0,65	0

Таблица 13. Поправочный коэффициент $K_{ср}$, учитывающий влияние состояния и группы обрабатываемого материала на силы резания

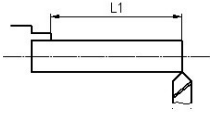

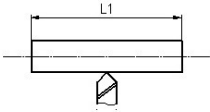
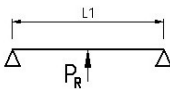

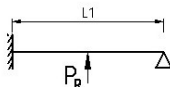
Обрабатываемый материал	Сталь		Алюминий и магний	Дюралюминий		
Состояние и группа металла	нормализованная	Холоднотянутая	—	$\sigma_{вр}=25$ кг/мм ²	$\sigma_{вр}=35$ кг/мм ²	$\sigma_{вр}>35$ кг/мм ²
Коэффициент $K_{ср}$	1,0	0,8	0,2	0,3	0,4	0,55
Обрабатываемый материал	Медные сплавы					
Состояние и	Гетерогенные	Сви	Гом	О	Мед	О

Кoeffициент K _{ср}	1,0	0,75	0,65	1,8- 2,2	0,65-0,7	1,7- 2,1	0,25- 0,45
группа металла	Средней твердости	Твердые	структуренцовистые при основной гетерогенной	огенные	содержанием свинца ниже 10% при основной гомогенной структуре	ь	содержанием свинца свыше 15%

Таблица 14. Поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров инструмента на силы резания при работе твердосплавными резцами (сталь и чугун) и резцами из быстрорежущей стали

Параметры, влияющие на силы резания	Металл режущей части инструмента									
	Твердый сплав					Быстрорежущая сталь				
Главный угол в плане ϕ^0	30	45	60	75	90	30	45	60	75	90
Коэффициент на тангенциальную составляющую $K_{\phi_{pz}}$	1,0 8	1, 0	0,9 4	0,9 2	0,8 9	1,0 8	1,0	0,9 8	1,0 3	1,08
Коэффициент на радиальную составляющую $K_{\phi_{py}}$	1,3	1, 0	0,7 7	0,6 2	0,5	1,6 3	1,0	0,7 1	0,5 4	0,44
Коэффициент на осевую составляющую $K_{\phi_{px}}$	0,7 8	1, 0	1,1 1	1,1 3	1,1 7	0,7	1,0	1,2 7	1,5 1	1,82
Угол наклона главного лезвия λ^0	-5	0	+5	+10	+15	—	—	—	—	—
Коэффициент на тангенциальную составляющую $K_{\lambda_{pz}}$	1,0	1, 0	1,0	1,0	1,0	—	—	—	—	—
Коэффициент на радиальную составляющую $K_{\lambda_{py}}$	0,7 5	1, 0	1,2 5	1,5	1,7	—	—	—	—	—
Коэффициент на осевую составляющую $K_{\lambda_{px}}$	1,7	1, 0	0,8 5	0,7 5	0,6 5	—	—	—	—	—
Радиус переходного лезвия r в мм						0,5	1,0	2,0	3,0	5,0
Коэффициент на тангенциальную составляющую K_{rz}	—	—	—	—	—	0,8 7	0,9 3	1,0	1,0 4	1,1
Коэффициент на радиальную составляющую K_{ry}						0,6 6	0,8 2	1,0	1,1 4	1,33

Таблица 15. Значения L_1 и Q

Тип закрепления	СХЕМЫ		Q_H
	обработки	нагрузки	
Патрон			1
Центры			0,25
Патрон и центр			0,19

Приложение 4

Таблица 16. Обозначения закрепления деталей на токарном станке

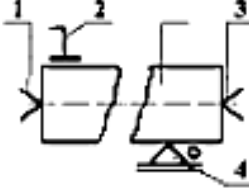
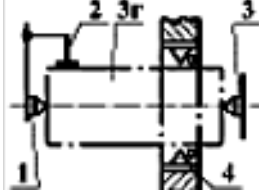
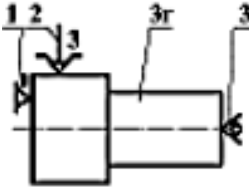
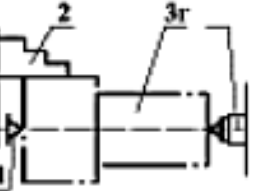
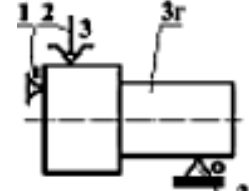
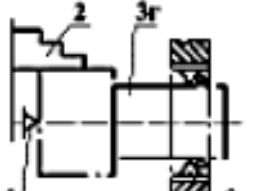
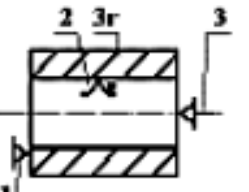
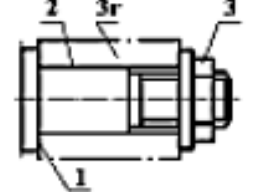
№	Фрагмент операционного эскиза	Схема установки и закрепления	Примечания
1			<p>1 – центр неподвижный (гладкий); 2 – патрон поводковый; 3 – центр вращающийся; 4 – люнет подвижный</p>
2			<p>1 – жесткая неподвижная опора; 2 – патрон трехкулачковый; 3 – центр вращающийся</p>
3			<p>1 – жесткая неподвижная опора; 2 – патрон трехкулачковый; 3 – люнет подвижный</p>
4			<p>1 – жесткая неподвижная опора; 2 – оправка цилиндрическая; 3 – зажим механический</p>

Таблица 17. Значение коэффициента нагружения $Q_{ж}$

Тип закрепления	$Q_{ж}$	Примечание
В патроне	3	При $\frac{L}{D} \leq 2$
В центрах	48	При $\frac{L}{D} > 2 \div 5$
В патроне и центрах	110	При $\frac{L}{D} > 2$

Определение времени основного перехода в минутах

$$T_M = \frac{L+t}{S_\Phi \cdot n_\Phi} ; \text{ мин} \quad (27)$$

где **L** — величина пути инструмента при обработке, в направлении подачи в мм, рассчитывается как:

$$L = l + t_1 ; \quad (28)$$

или

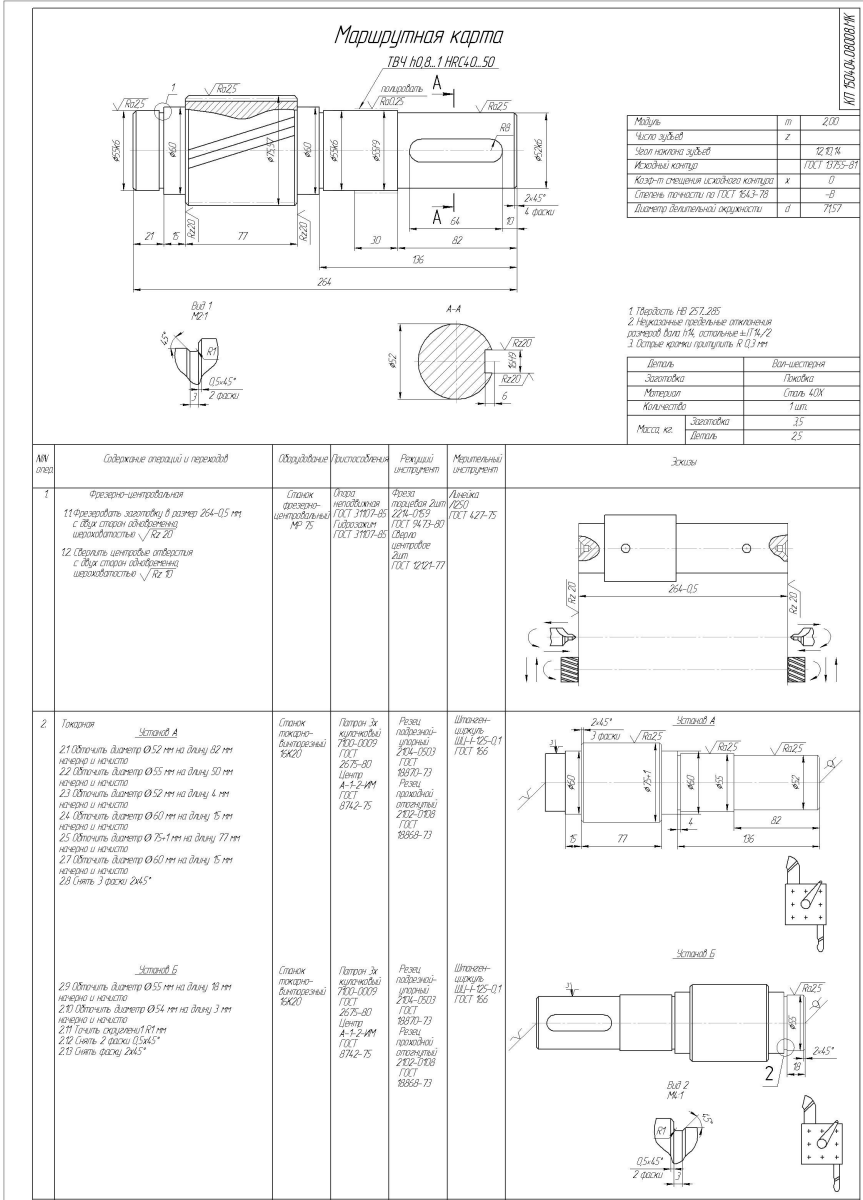
$$L = l + t_1 + t_2 ; \quad (29)$$

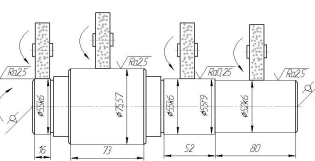
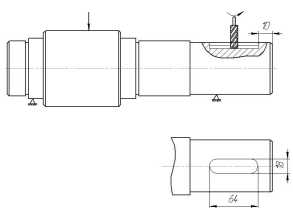
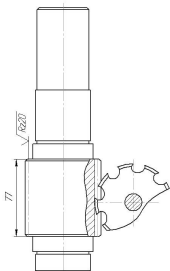
t — глубина резания;

S_Φ — фактическая подача;

n_Φ — фактическое число оборотов равно ближайшему значению к расчетному из паспорта станка.

Пример выполнения маршрутной карты



3	Техническое задание, datum до ИВ 257,285на длине 30 мм	Чертежи ТИ		Матрица																																																																									
4	Шпиральники 4.1 Шлифовать поверхность диаметров Ø3579 на длине 80 мм шершавостью √ Ra 3,2 4.2 Шлифовать поверхность диаметров Ø3586 на длине 22 мм шершавостью √ Ra 3,2 4.3 Шлифовать поверхность диаметров Ø3579 на длине 30 мм шершавостью √ Ra 3,2 4.4 Шлифовать поверхность диаметров Ø7557 на длине 77 мм шершавостью √ Ra 1,2 4.5 Полировать поверхность диаметров Ø3586 на длине 30 мм шершавостью √ Ra 0,25 4.6 Шлифовать поверхность диаметров Ø3586 на длине 35 мм шершавостью √ Ra 3,2	Сталь инвар-шпиральники 3486	Литаны 3-х канавкой симметрично наружу или внутрь	Кваз шпиральники тиски по наружному диаметру Кваз болтовые части ГИМ																																																																									
5	Фрезерная Фрезеровать шпоночный паз 18 x 64 x 61 мм	Сталь инструментальная 6Х8Г	Листок 2203-0001 ГОСТ 8548-96	Фрезер 2235-0001 ГОСТ 9940-76																																																																									
6	Эбразивная Фрезеровать эбраз с шершавостью √ Ra 200	Сталь эбраз инструментальный 5342В		Фрезер абразивный																																																																									
7	Контроль-чек Проверить все размеры																																																																												
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-end;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;"> ИВ 257,285 ИВ 257,285 ИВ 257,285 ИВ 257,285 ИВ 257,285 </div> <div style="text-align: right;"> <table border="1" style="font-size: x-small;"> <tr><td colspan="2">ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> </table> <p style="text-align: center;">КП 1504-04.08.008.МК</p> <table border="1" style="font-size: x-small; margin-left: auto;"> <tr><td>Матрица</td><td>Исполнитель</td><td>Дата</td><td>№ документа</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> <tr><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td><td>ИВ 257,285</td></tr> </table> </div> </div>						ИВ 257,285		ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	Матрица	Исполнитель	Дата	№ документа	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285
ИВ 257,285																																																																													
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																												
Матрица	Исполнитель	Дата	№ документа																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										
ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285	ИВ 257,285																																																																										

Пример выполнения расчета

Задание:

Для токарной обработки рассчитать режимы резания черного перехода (прохода), коэффициент использования инструмента по скорости станка, по мощности, основное машинное время для черного прохода и чистового прохода, приняв для чистового прохода фактическую подачу на одну ступень меньше, а фактическое число оборотов шпинделя – на одну ступень больше.

Исходные данные:

вариант	D (мм)	l (мм)	d (мм)	Материал
2	160	400	155	Ст3

$$K_{pv}=1$$

$$C_v=273$$

$$C_{py}=243$$

$$K_{fv}=0,94$$

$$x_v=0,15$$

$$x_{py}=0,9$$

$$K_{hv}=1,33$$

$$y_v=0,35$$

$$y_{py}=0,6$$

$$K_{mv} = \frac{75}{\sigma_B}$$

$$m=0,2$$

$$z_{py}=-0,9$$

$$T=60 \text{ мин}$$

$$C_{pz}=300$$

$$K_{pz}=1,1$$

$$K_{mpx}=\left(\frac{75}{\sigma_B}\right)^{0,75}$$

$$x_{pz}=1$$

$$K_{px}=1$$

$$K_{ppx}=1,07$$

$$y_{pz}=0,75$$

$$K_{py}=0,75$$

Державка 40*20

$$z_{pz}=-0,15$$

$$C_{px}=339$$

Станок 16К20

$$x_{px}=0,9$$

Остальные коэффициенты

$$\sigma_B=160\text{МПа}$$

$$y_{px}=0,85$$

$$\text{считать } =1,0$$

$$N_{эд}=10\text{кВт}$$

$$z_{px}=-0,9$$

Скоростные характеристики станка в мм/об:

12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 65; 80; 100; 125; 160; 200; 250;
315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.

Коробка подач мм/об:

0,07; 0,085; 0,1; 0,125; 0,3; 0,35; 0,42; 0,51; 0,7; 0,9; 1,2; 1,6;
1,85; 2,1; 2,6; 2,85; 3,1; 3,25; 3,8; 3,75; 3,92; 4,00; 4,16.

Расчёт режимов резания:

1. Выбор глубины резания.
2. Выбор геометрических и конструктивных параметров, а также материала режущей части инструмента.
3. Определение величины допустимой подачи.
4. Назначение стойкости инструмента.
5. Определение величины скорости резания.
6. Определение показателей эффективных результатов расчёта.
 - 6.1. Расчёт фактической тангенциальной составляющей силы резания.
 - 6.2. Определение фактической мощности затраченной на резание.
 - 6.3. Расчёт коэффициентов использования по скорости резания и станка по мощности.
 - 6.4. Определение основного времени.

7. Анализ результатов расчётов

7.1. Распределение припуска и назначение глубины резания

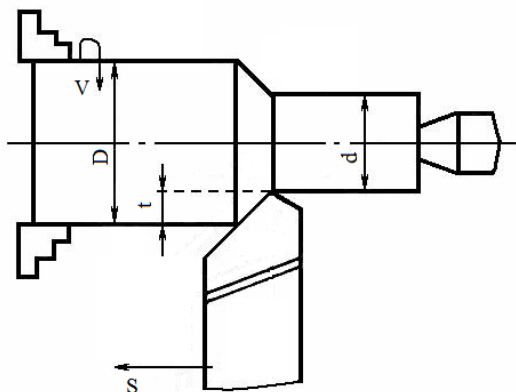


Рисунок 2 - Схема для определения глубины резания t

$$h = \frac{D - d}{2}, \text{ мм}; \quad (30)$$

$$h = \frac{160 - 155}{2} = 2,5, \text{ мм}; \quad (31)$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности в мм.

d — диаметр обработанной поверхности в мм.

Глубина резания t определяется в зависимости от шероховатости обрабатываемой поверхности по таблице 1.

Приложения 1.

$$t_1 = \frac{2}{3} h, \text{ мм}; \quad (32)$$

$$t_1 = \frac{2}{3} \cdot 2,5 = 1,7, \text{ мм}; \quad (33)$$

7.2. Выбор параметров резца

На данном этапе выбираем материал режущей части, форму передней поверхности, геометрические параметры режущей части (углы α , β , γ), размеры поперечного сечения державки и вылет резцов для предварительной и окончательной обработки.

7.3. Расчёт величин подачи.

7.3.1. Подача, допускаемая прочностью механической подачи станка в мм/об:

$$S_1 = \left(\frac{P_{\text{доп1}}}{C_{P_x} \cdot t^{x_{P_x}} \cdot V^{z_{P_x}} \cdot K_{P_x}} \right)^{\frac{1}{y_{P_x}}}, \text{ мм/об}; \quad (34)$$

$$S_1 = \left(\frac{4800}{339 \cdot 1,7^{0,9} \cdot 70^{-0,9} \cdot 1} \right)^{\frac{1}{0,85}} = 1324,8, \text{ мм/об}; \quad (35)$$

где V — скорость резания в м/мин, для предварительного перехода принимаем 70 м/мин, обычно для резцов оснащённых твёрдым сплавом;

$P_{\text{доп1}}$ — наибольшая осевая сила, допускаемая прочностью механической подачи станка:

$$P_{\text{доп1}} = 0,4 [P_z], \text{ Н} \quad (36)$$

$$P_{\text{доп1}} = 0,4 \cdot 12000 = 4800, \text{ Н} \quad (37)$$

P_z — тангенциальная составляющая сила резания, равная для станков токарной группы 12000 Н.

t — глубина резания первого прохода.

C_{px} — коэффициент, характеризующий обработку материала, выбирается по справочникам.

K_{px} — общий поправочный коэффициент, выбирается по справочникам.

x_{px} , y_{px} , z_{px} — показатели степеней выбираются по справочникам в зависимости от C_{px} .

7.3.2. Подача, допускаемая прочностью державки резца:

$$S_2 = \left(\frac{P_{дон2}}{C_{PZ} \cdot t^{x_{PZ}} \cdot V^{z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{y_{PZ}}}, \text{ мм/об}; \quad (38)$$

$$S_1 = \left(\frac{6400}{300 \cdot 1,7^1 \cdot 70^{-0,15} \cdot 1,1} \right)^{\frac{1}{0,75}} = 54,04, \text{ мм/об}; \quad (39)$$

где $P_{дон2}$ — наибольшая тангенциальная сила допускаемой прочности державки резца в **H**, равная:

$$P_{доп2} = \frac{B \cdot H^2 \cdot [\sigma_u]}{6 \cdot l_p}, \text{ Н}; \quad (40)$$

$$P_{доп2} = \frac{20 \cdot 40^2 \cdot 60}{6 \cdot 50} = 6400, \text{ Н}; \quad (41)$$

где **B** — ширина державки резца в мм.

H — высота державки резца в мм.

l_p — вылет резца в мм для первого прохода, обычно равный:

$$l_p = (1 \div 1,5) \cdot H, \text{ мм}; \quad (42)$$

$$l_p = (1 \div 1,5) \cdot 50 = 50, \text{ мм}; \quad (43)$$

$[\sigma_u]$ — допускаемое направление изгиба для материала державки резца в МПа, обычно равное $0,3 \sigma_B = 200$ МПа.

Остальные коэффициенты и показатели степеней выбирают аналогично формуле 3 по справочнику.

$$[\sigma_u] = 0,3 \cdot \sigma_B = 0,3 \cdot 200 = 60, \text{ МПа} \quad (44)$$

7.3.3. Подача допускаемой жёсткости державки резца:

$$S_3 = \left(\frac{P_{\text{доп}3}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}}; \text{ мм/об} \quad (45)$$

$$S_3 = \left(\frac{53760}{300 \cdot 1,7^1 \cdot 70^{-0,15} \cdot 1,1} \right)^{\frac{1}{0,75}} = 859,78, \text{ мм/об} \quad (46)$$

где $P_{\text{доп}3}$ — наибольшая тангенциальная сила резания допускаемой жёсткости резца, равная:

$$P_{\text{доп}3} = \frac{3f_p \cdot E_p \cdot I_p}{l_p^3}, \text{ Н} \quad (47)$$

$$P_{\text{доп}3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 2,11^5 \cdot 106666,67}{50^3} = 53760, \text{ Н} \quad (48)$$

E_p — модуль упругости материала державки.

$$E_p = 2,1 \cdot 10^5, \text{ МПа} \quad (49)$$

I_p — момент инерции сечения державки резца, равный:

$$I_p = \frac{B \cdot H^3}{12}, \text{ мм} \quad (50)$$

$$I_p = \frac{20 \cdot 40^3}{12} = 106666,67, \text{ мм} \quad (51)$$

f_p — допускаемая стрела прогиба резца в мм, равная:

- при черновой обработке 0,1мм;
- при чистовой обработке 0,05мм;

7.3.4. Подача, допускаемая прочностью детали:

$$S_4 = \left(\frac{P_{дон4}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}}, \text{ мм/об} \quad (52)$$

$$S_4 = \left(\frac{401920}{300 \cdot 1,7^1 \cdot 70^{-0,15} \cdot 1,1} \right)^{\frac{1}{0,75}} = 1976,43, \text{ мм/об} \quad (53)$$

где $P_{дон4}$ — наиболее тангенциальная сила резания, допускаемая прочностью детали в H , равная:

$$P_{дон4} = \frac{0,9 \cdot W \cdot [\sigma_H]}{l \cdot Q_H}, \text{ Н} \quad (54)$$

Q_H — коэффициент нагружения по таблице 15 Приложения 3.

W — момент сопротивления детали для круглого сечения:

$$W = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1 D^3 = 401920, \text{ мм}^3 \quad (55)$$

тогда

$$P_{дон4} = \frac{0,9 \cdot 401920 \cdot 60}{400 \cdot 0,25} = 217036,8, \text{ Н} \quad (56)$$

7.3.5. Подача, допускаемая жёсткостью детали:

$$S_5 = \left(\frac{P_{дон5}}{C_{PZ} \cdot t^{X_{PZ}} \cdot V^{Z_{PZ}} \cdot K_{PZ}} \right)^{\frac{1}{Y_{PZ}}}, \text{ мм/об} \quad (57)$$

$$S_6 = \left(\frac{1302075}{300 \cdot 1,7^1 \cdot 70^{-0,15} \cdot 1,1} \right)^{\frac{1}{0,75}} = 54177,27, \text{ мм/об} \quad (58)$$

где $P_{дон5}$ — наиболее тангенциальная сила резания,

допускаемая жёсткостью детали в **H**, равная:

$$P_{доп5} = \frac{0,9 Q_{ж} \cdot E_{д} \cdot I_{д} \cdot f_{д}}{l^3}, \text{ Н} \quad (59)$$

$$P_{доп5} = \frac{0,9 \cdot 48 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 32,15 \cdot 10^6 \cdot 0,3}{400^3} = 1302075, \text{ Н} \quad (60)$$

Q_ж — коэффициент нагружения при расчете на жесткость по таблице 17 Приложения 5;

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \cong 0,05 d^4 \quad (61)$$

f_д — допускаемая стрела прогиба детали в мм:

- для черновой обработки **f_д=0,2-0,4мм**;

- для чистовой обработки **f_д=0,1мм**;

- под последующую обработку **f_д=0,1мм**.

7.3.6. Подача, допускаемая прочностью пластинки твёрдого сплава, которой оснащён резец.

$$S_6 = \left(\frac{C_V}{T^m \cdot t^{X_V} \cdot V} \cdot K_V \right)^{\frac{1}{y_V}}, \text{ мм/об} \quad (62)$$

$$S_6 = \left(\frac{273}{60^{0,2} \cdot 1,7^{0,15} \cdot 70} \cdot 0,59 \right)^{\frac{1}{0,35}} = 0,9, \text{ мм/об} \quad (63)$$

где **T** — стойкость резца в минутах;

C_V — коэффициент, характеризующий скоростные качества материала режущей части резца, выбирается по справочникам;

K_V — поправочный коэффициент.

$$K_V = K_{PV} \cdot K_{fV} \cdot K_{hV} \cdot K_{mV} \quad (64)$$

$$K_V = 1 \cdot 0,94 \cdot 1,33 \cdot 0,47 = 0,59 \quad (65)$$

m, xv, zv, yv — показатели степеней в стойкости глубины резания и скорости, выбираются по справочникам.

Из всех найденных подач необходимо выбрать наименьшую и скорректировать по паспорту станка, выбрав ближайшее наименьшее значение в качестве фактической подачи **S_ф**. Если расчёты ведутся верно, то наименьшей подачей будет подача **S₆**, так как она является лимитирующей от режущих свойств резца.

7.4. Определение величины скорости резания

7.4.1. Ориентированная величина тангенциальной составляющей силы резания:

$$P_Z = C_{P_Z} \cdot t^{X_{P_Z}} \cdot S^{Y_{P_Z}} \cdot V^{Z_{P_Z}} \cdot K_{P_Z}, \text{ Н} \quad (66)$$

$$P_Z = 300 \cdot 1,7^{0,9} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 70^{-0,15} \cdot 1,1 = 257,45, \text{ Н} \quad (67)$$

7.4.2. Крутящий момент потребности для резания:

$$M_{Kp} = \frac{P_Z \cdot D}{2 \cdot 1000}, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (68)$$

$$M_{Kp} = \frac{257,45 \cdot 160}{2 \cdot 1000} = 20,6, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (69)$$

где **D** — диаметр обрабатываемой детали в мм.

7.4.3. По найденному крутящему моменту вычисляем число оборотов шпинделя станка, которому соответствует ближайший максимальный допускаемый крутящий момент шпинделя:

$$n_{cm} = 974 \cdot \frac{N}{M_{кр}}, \text{ мин}^{-1} \quad (70)$$

$$n_{cm} = 974 \cdot \frac{7,5}{20,6} = 354,68, \text{ мин}^{-1} \quad (71)$$

где N — мощность на шпинделе в кВт.

7.4.4. Скорость резания соответствует выбранному числу оборотов станка:

$$V_{cm} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{cm}^{факт}}{1000}, \text{ м/мин} \quad (72)$$

$$V_{cm} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 354,68}{1000} = 178,19, \text{ м/мин} \quad (73)$$

7.4.5. Скорость резания лимитирующими режущими свойствами инструмента:

$$V_p = \frac{C_V \cdot K_V}{T^m \cdot t_1^{X_V} \cdot S_\phi^{Y_V}}, \text{ м/мин} \quad (74)$$

$$V_p = \frac{273 \cdot 0,59}{60^{0,2} \cdot 1,7^{0,15} \cdot 0,9^{0,35}} = 67,196, \text{ м/мин} \quad (75)$$

7.4.6. Из двух расчётных скоростей выбираем минимальную, а затем по этой выбранной скорости рассчитаем число оборотов шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D}, \text{ мин}^{-1} \quad (76)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 67,196}{\pi \cdot 160} = 133,75, \text{ мин}^{-1} \quad (77)$$

7.4.7. По расчётному числу оборотов корректируем число оборотов по станку, выбрав из паспорта станка ближайшее наименьшее значение в качестве фактического числа оборотов:

$$n_{\Phi} = 125, \text{ мин}^{-1} \quad (78)$$

7.4.8. Фактическая скорректированная скорость резания (по станку выбираем n_{Φ}):

$$V_{\Phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\Phi}}{1000}, \text{ м/мин} \quad (78)$$

$$V_{\Phi} = \frac{3,14 \cdot 160 \cdot 125}{1000} = 62,8, \text{ м/мин} \quad (79)$$

Расчетная фактическая скорость должна лежать в пределах:

$$V_{\Phi} \leq V_p \text{ или } V_{\Phi} \leq V_{cr} \quad (80)$$

По выбранной минимальной скорости резания (V_p или V_{cr}).

7.5. Определения показателей эффективности результатов расчёта.

7.5.1. Фактическая тангенциальная составляющая силы резания:

$$P_{Z_{\Phi}} = C_{P_z} \cdot t_1^{X_{P_z}} \cdot S_{\Phi}^{Y_{P_z}} \cdot V^{Z_{P_z}} \cdot K_{P_z}, \text{ Н} \quad (81)$$

$$P_{Z_{\Phi}} = 300 \cdot 1,7^{0,9} \cdot 0,9^{0,75} \cdot 62,8^{-0,15} \cdot 1,1 = 262,3, \text{ Н} \quad (82)$$

7.5.2. Фактическая мощность, затраченная на резание:

$$N_{рез\phi} = \frac{P_{Z\phi} \cdot V_{\phi}}{6120}, \text{ кВт} \quad (83)$$

$$N_{рез\phi} = \frac{262,3 \cdot 62,8}{6120} = 2,69, \text{ кВт} \quad (84)$$

7.5.3. Коэффициент использования станка по мощности:

$$\eta_N = \frac{N_{рез.\phi}}{N_{рез.\text{прив.}}} \quad (85)$$

$$\eta_N = \frac{2,69}{7,5} = 0,36 \quad (86)$$

где

$$N_{рез.\text{прив.}} = N_{эд} \cdot \eta_{прив.}, \text{ кВт} \quad (87)$$

$$N_{рез.\text{прив.}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5, \text{ кВт} \quad (88)$$

$N_{эд}$ — мощность электродвигателя привода главного движения станка в кВт;

$N_{эд}$ — мощность электродвигателя в кВт;

$\eta_{прив}$ — КПД привода главного движения, обычно равный 0,75.

7.5.4. Коэффициент, использованный инструментом по скорости резания:

$$\eta_V = \frac{V_{\phi}}{V_{И}} \quad (89)$$

$$\eta_V = \frac{62,8}{67,196} = 0,93 \quad (90)$$

7.6. Время основного перехода в минутах:

$$T_M = \frac{L + t}{S_\Phi \cdot n_\Phi}, \text{ мин} \quad (91)$$

$$T_M = \frac{400 + 1,7}{0,9 \cdot 125} = 3,57, \text{ мин} \quad (92)$$

где L — величина пути инструмента при обработке в направлении подачи в мм, рассчитывается как:

$$L = l + t_1; \quad (93)$$

или

$$L = l + t_1 + t_2; \quad (94)$$

t — глубина резания;

S_Φ — фактическая подача;

n_Φ — фактическое число оборотов, равное ближайшему значению к расчетному из паспорта станка.

*Сергей Михайлович Горбатюк
Лариса Владимировна Седых
Константин Петрович Лунев*

**Технология
конструкционных материалов**

Методическое пособие
по выполнению курсовой работы

Редактор *И.В. Фадеева*

Компьютерная верстка *Е.Л. Малыгина*

Подписано в печать	Бумага офсетная	
Формат 60 x 90 1/16	Печать офсетная	Уч.-изд. л. 2,5
Рег. № 49	Тираж 50 экз.	Заказ №

Выксунский филиал «НИТУ «МИСиС»
607036 РП Шиморское, Выксунского района, Нижегородская.обл.,
ул. Калинина, 206.

Издательство РИО Выксунский филиал «НИТУ «МИСиС»
607036, РП Шиморское, Выксунского района, Нижегородская.обл.,
ул. Калинина, 206.

Отпечатано в типографии ООО «Полиграфист»
607060 г. Выкса. ул. Островского, 10, тел: 9-34-22.