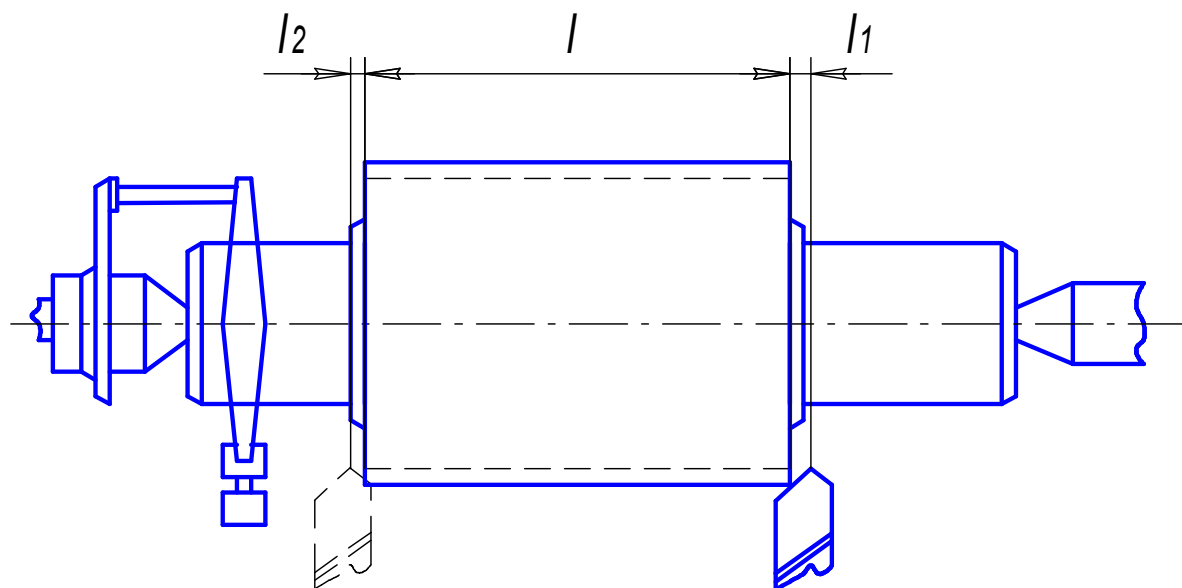


ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ.

РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

**И ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ
СТАНОЧНЫХ РАБОТ**



ОМСК • 2003

Министерство образования Российской Федерации
Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия
(СибАДИ)

Кафедра «Эксплуатация и ремонт автомобилей»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ.
РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ
СТАНОЧНЫХ РАБОТ

Методические указания
для студентов специальности
150200 – Автомобили и автомобильное хозяйство

Омск
Издательство СибАДИ
2003

Рецензент канд. техн. наук, доцент И.М. Князев

Работа одобрена методической комиссией факультета АТ в качестве методических указаний по выполнению курсовых и дипломных проектов для студентов специальности 150200.

Технологическая часть курсовых и дипломных проектов. Расчет режимов резания и техническое нормирование станочных работ: Методические указания для студентов специальности 150200 – Автомобили и автомобильное хозяйство/Сост.: Ю.А. Буров, В.А. Некипелов, А.В. Трофимов, Д.А. Колесник. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2003. – 36 с.

Методические указания содержат методики и необходимые данные для расчета параметров режимов резания основных операций при обработке металлов – точения, фрезерования, сверления, шлифования, используемых при восстановительном и капитальном ремонте узлов и деталей автомобиля. Приводятся необходимый справочный материал и расчетные методики для технического нормирования названных операций и их переходов.

Табл. 55. Ил. 2. Библиогр.: 7 назв.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Общие понятия о технологических операциях.....	4
2. Расчет режимов резания для станочных работ.....	5
2.1. Расчет режимов резания для токарных станков.....	5
2.2. Расчет режимов резания для фрезерных работ.....	12
2.3. Расчет режимов резания для шлифовальных работ.....	16
2.4. Расчет режимов резания для сверлильных работ.....	18
3. Получение заданной точности и шероховатости поверхности деталей.....	22
4. Техническое нормирование станочных работ.....	23
4.1. Нормирование токарных работ.....	24
4.2. Нормирование фрезерных работ.....	26
4.3. Нормирование шлифовальных работ.....	28
4.4. Нормирование сверлильных работ.....	30
5. Порядок выполнения работы.....	31
Приложение 1.....	32
Приложение 2.....	32
Приложение 3.....	33
Приложение 4.....	33
Приложение 5.....	34
Приложение 6.....	34
Библиографический список.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Механическая обработка на металлорежущих станках является основой восстановления автомобильных деталей способами ремонтных размеров и дополнительных деталей (ДРД), а также обязательной составной частью технологического процесса всех других способов восстановления деталей (наплавки, металлизации, пластические деформации, гальванические покрытия и пр.).

Кроме того, в автотранспортных и авторемонтных предприятиях изготавливают большое количество новых деталей. При этом применяются все известные в промышленности виды механической обработки металлов: точение, нарезание, резьбы, сверление, шлифование, строгание, фрезерование и т.д.

В дальнейшем рассмотрены вопросы определения режимов обработки и технического нормирования для токарных, сверлильных, фрезерных и шлифовальных работ, имеющих наибольшее применение в автотранспортных и авторемонтных предприятиях.

По характеру организации слесарно-механические участки автотранспортных и авторемонтных предприятий относятся к категории мелкосерийных и единичных производств. Их производственная программа отличается большой номенклатурой изделий и небольшими размерами партий обрабатываемых деталей. Поэтому работу выполняют, как правило, на универсальном оборудовании и при помощи универсальных приспособлений.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЯХ

Технологическим процессом называется часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением состояния предмета производства (детали или изделия).

Основным элементом технологического процесса является операция – часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте. Она же является и основным объектом технологического нормирования и основной единицей разделения труда, организации, планирования и учета производства.

При разработке норм и нормативов операцию разделяют на переходы, проходы и приёмы. При станочной обработке переход – это часть операции, при которой обрабатывается определенная поверхность без замены инструмента и режима работы. Проход – часть перехода, характеризующаяся однократным перемещением режущего инструмента (например, при снятии двух слоев металла на одном и том же режиме обработки и использовании одного инструмента переход состоит из двух проходов).

2. РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ СТАНОЧНЫХ РАБОТ

Режим работы определяют для каждой операции и перехода отдельно.

Общими для всех видов механической обработки являются глубина резания, подача, скорость резания и стойкость инструмента.

Определение режимов резания следует производить в следующей последовательности:

- определяется глубина резания t , мм;
- по выбранной глубине резания, учитывая диаметр обрабатываемой поверхности и требования по шероховатости, определяют подачу S .

Назначенная подача увязывается с паспортом выбранного станка;

- при найденном значении глубины резания, подачи и стойкости выбранного инструмента определяется скорость резания V ;
- определяется число оборотов шпинделя n или число двойных ходов стола. По паспорту станка выбирается ближайшее число оборотов шпинделя;
- определяется фактическая скорость резания, соответствующая выбранному числу оборотов шпинделя станка.

Режимы резания являются основой для технического нормирования станочных работ.

2.1. Расчет режимов резания для токарных станков

Глубину резания выбирают равной припуску при черновой обработке; чистовую и получистовую обработку проводят, как правило, не менее чем в 2 прохода.

При прорезании канавок и отрезании глубиной резания является ширина резца $b = 0,6d^{0.5}$, где d – диаметр отрезаемой детали.

При нарезании резьбы глубина резания определяется числом проходов, которое обычно равняется 6–9.

Подачи выбирают по нормативам согласно табл. 2.1 – 2.6.

Таблица 2.1

**Рекомендуемая подача на оборот шпинделя.
Точение стальных и чугунных деталей**

Обрабатываемый металл	S_o суппорта в мм/об при суммарной глубине, мм			
	До 3	5	10	20
Сталь	0,6	0,4	0,3	0,25
Чугун	0,8	0,6	0,45	0,35

Таблица 2.2

**Подачи при грубом продольном обтачивании проходными
резцами при глубине резания до 5 мм, мм/об**

Диаметр обрабатываемой детали d , мм	Подача
10 – 18	До 0,25
18 – 30	0,20 – 0,50
30 – 50	0,40 – 0,80
50 – 80	0,60 – 1,20
80 – 100	1,00 – 1,60

Примечание. Большие значения подач следует брать при обработке мягких сталей при работе в центрах с отношением $\frac{l}{d} < 6$ или в патроне с $\frac{l}{d} < 2$; меньшие – при обработке твердой стали и чугуна.

Таблица 2.3

**Подачи при получистовом и чистовом продольном обтачивании
незакаленных сталей, мм/об**

Класс шероховатости	Радиус при вершине резца, мм	Подача
$R_z 40$	0,5	0,54 – 0,76
	1,0	0,65 – 0,57
	2,0	0,69 – 0,67
$R_z 20$	0,5	0,29 – 0,23
	1,0	0,40 – 0,31
	2,0	0,52 – 0,44
$R_a = 2,5$	0,5	0,15 – 0,11
	1,0	0,21 – 0,16
	2,0	0,28 – 0,21

Таблица 2.4

**Подачи при грубом торцовом обтачивании и подрезании
проходными отогнутыми и подрезными резцами, мм/об**

Диаметр обрабатываемой детали, мм	Глубина резания, мм	
	2	3
	Подача	
1	2	3
10 – 19	0,18 - 0,30	0,15 - 0,25
19 – 30	0,25 - 0,45	0,20 - 0,35
30 - 50	0,90 - 0,80	0,35 - 0,70
51 - 80	0,50 - 1,00	0,45 - 0,90

Окончание табл. 2.4

1	2	3
81 – 120	0,80 - 1,20	0,70 - 1,10
121 - 180	0,90 - 1,30	0,80 - 1,20

Таблица 2.5

Подачи при прорезании канавок и отрезании, мм/об

Диаметр обрабаты- ваемой детали d , мм	Ширина резца, мм	Сталь	Чугун
До 18	2	0,04 – 0,09	0,07 – 0,12
19–30	3	0,06 – 0,11	0,10 – 0,15
31–50	3–4	0,07 – 0,13	0,12 – 0,18
51–80	4–5	0,09 – 0,16	0,15 – 0,22
81–120	5–7	0,11 – 0,18	0,18 – 0,25

Таблица 2.6

**Подачи при получистовом торцовом обтачивании и подрезании
проходными отогнутыми и отрезными резцами, мм/об**

Глубина резания t , мм	Класс шеро- ховатости	Диаметр обрабатываемой детали d , мм				
		До 30	31 – 50	51 – 80	81 – 120	121 – 180
До 2	4	0,08 – 0,13	0,10 – 0,15	0,13 – 0,20	0,18 – 0,25	0,20 – 0,30

Примечания. 1. При требовании шероховатости поверхности классов 4–6 и при работе с ручной подачей значения подач следует уменьшать на 30–40 %.

2. По мере углубления резца к центру приблизительно на 0,5 радиуса детали следует подачу уменьшать на 0,5 первоначальной величины.

Выбранные подачи уточняются по паспортным данным станка.

2.1.1. Определение скорости резания

Скорость резания определяется по эмпирическим зависимостям

$$V = \frac{C_V}{t^{X_V} \cdot S^{Y_V}},$$

где C_V – коэффициент, зависящий от условий работы и механических качеств обрабатываемого материала и инструмента;

K – поправочный коэффициент, характеризующий конкретные условия работы;

t – глубина резания, мм; S – подача, мм/об.
Значения коэффициентов приводятся в табл. 2.7 – 2.13.

Таблица 2.7

Значения коэффициента C_V и показателей степени X_V и Y_V

Материал резца и его марка	Обрабатываемый материал и его механические свойства	Характер обработки	C_V	X_V	Y_V
Твердый сплав Т15К6	Сталь углеродистая бв = 75 кг/мм ² (без охлаждения)	Получистовая $S \leq 0,3$	170	0,18	0,20
		Грубая $S > 0,3$ мм	141	0,18	0,35
Твердый сплав ВК8	Чугун серый 190НВ	$S \leq 0,4$ мм	77	0,13	0,20
		$S > 0,4$ мм	68	0,20	0,40

Таблица 2.8

Поправочные коэффициенты K_P на скорость резания

а) в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Механические качества		K_P
	Твердость НВ	Прочность δ_B , кг/мм ²	
Углеродистые легированные стали	116–317	40 – 100	2,15–0,62
Серый чугун, медные сплавы	140–260	-	1,50–0,63

б) в зависимости от марки твердого сплава

Марка твердого сплава	T5 K10	T15 K6	T30 K4	BK 8	BK 6	BK 3	
K _p	0,65	1,0	1,5	1,0	1,2	1,5	
Обрабатываемый материал	Главный угол резца в плане φ°						
	10	20	30	45	60	70	80
Углеродистые легированные стали	1,55	1,30	1,13	1,00	0,92	0,85	0,81
Серый чугун, медные сплавы	-	-	1,20	1,00	0,88	0,83	0,73

в) в зависимости от стойкости резца

Обрабатываемый материал	Стойкость резца T , мин									
	20	30	40	60	75	90	120	150	180	240
Незакаленная сталь	1,33	1,24	1,15	1,08	1,04	1,00	0,94	0,91	0,87	0,82
	$\frac{360}{0,76}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

На основании рассчитанных НИИТАВТОПРОМом режимов резания могут быть выбраны рекомендуемые скорости резания с учетом поправочных коэффициентов. В этом случае скорость резания

$$V = V_m \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ,$$

где V_m – табличное значение скорости резания, м/мин,
для различных видов точения (табл. 2.9, 2.10);

K_1 – поправочный коэффициент в зависимости от обрабатываемого материала (табл. 2.11);

K_2 – поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости и марки твердого сплава (табл. 2.12);

K_3 – поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки (табл. 2.13).

Таблица 2.9

Скорость резания при точении проходными, подрезными и расточными резцами, м/мин

t мм	S мм/об	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав стали	Твердый сплав чугуна
До 1	До 0,2	48	140	135
	0,4	36	125	120
	0,6	31	110	110
	0,8	28	105	105
2,5	До 0,2	39	130	125
	0,4	27	105	100
	0,6	22	92	88
	0,8	19	84	84
5	До 0,2	37	125	120
	0,4	25	100	90
	0,6	19	83	80
	0,8	17	76	73

Таблица 2.10

Скорость резания при точении фасонными, прорезными, отрезными и широкими резцами, м/мин

S мм/об	Быстрорежущая сталь	Твердый сплав стали	Твердый сплав чугуна
0,4	50	—	—
0,8	35	110	115
0,10	32	100	105
0,20	28	77	80
0,40	20	57	62
0,50	18	52	56

Таблица 2.11

Поправочный коэффициент K_I в зависимости от материала резца при $T = 60$ мин

Сталь				Чугун		
P9, P18	T15 K6	T14 K8	T5 K10	BK 2	BK4	BK 8
1,1	1,5	1,2	0,95	1,5	1,3	1,1

Таблица 2.12

Поправочный коэффициент K_I в зависимости от обрабатываемого материала

Материал	Сталь										
	10	30	45	30X	15X	45Г	35ХГС	18ХГТ	30ХГТ	20ХНМА	40ХНМА
	15	35	50	35X	20X	50Г					
	20	40		40X							
	25										
Быстро-режущая сталь	1,6	1,1	0,8	0,7	1,3	0,6	0,5	1,1	0,7	1,1	0,7
Твердый сплав	1,5	1,0	0,9	0,9	1,2	0,8	0,8	1,0	0,95	1,0	0,8
Чугун											
Точение по корке					серый			ковкий			
Точение по корке					0,7			0,8			
Чистовое то-чение					0,8			0,7			

Таблица 2.13

Поправочный коэффициент K_3 в зависимости от вида обработки

Растачивание		Поперечное точение при отношении $\frac{d_1^*}{d_2}$			Фасонное точение профиля	
d>75	d<75	0,4	0,5+0,7	0,8+1,0	Простой	Сложный
1	0,85	1,35	1,2	1,05	1	0,85

* d_1 – наименьший диаметр обработки, мм;

d_2 – наибольший диаметр обработки, мм.

Следует отметить особенности выбора скоростей резания при тонком точении, в частности при расточке гильз цилиндров перед хонингованием, выполняемой на специальных алмазно-расточных станках. Рекомендуемая глубина резания при этом не превышает 0,1–0,15 мм, а достигаемая чистота поверхности – 6, 7 класс шероховатости. Рекомендуемые резины приводятся в табл. 2.14.

Таблица 2.14

**Рекомендуемые режимы резания при тонком точении
(расточивании)**

Обрабатываемый материал		Подача S_o , мм/об	Скорость резания V , м/мин	Инструментальный материал
Сталь	HB 180	0,06 – 0,12	250 – 300	Т30К4
	HB = 180 - 229		150 – 200	
	HB 229		120 – 170	
	HB 170		150 – 200	
Чугун	HB = 170 - 229	0,06 – 0,12	120 – 150	BK2, BK3
	HB 229		100 – 120	
Баббит		0,05 – 0,1	300 - 600	BK2, BK3

При нарезании резьбы резцами в упор расчет скорости резания производится по формуле

$$V = \frac{\Pi \cdot d \cdot f_k}{1000 \cdot \tau \cdot S},$$

где d – внешний диаметр резьбы, мм;

f_k – размер проточки для выхода резца, мм;

τ – время на отвод резца на переключение на обратный ход, мин;

$\tau = 0,03 – 0,04$ мин;

S – шаг резьбы, мм.

После определения скорости резания рассчитывают частоту вращения шпинделя (мин^{-1}) исходя из формулы

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\Pi \cdot d}$$

и по паспорту станка выбирают ближайшие значения n , об/мин.

Выполнение всех токарных операций в условиях единичного и мелко-серийного производства возможно на станке ИК62, техническая характеристика которого приводится в прил. 1.

2.2. Расчет режимов резания для фрезерных работ

По возможности стремятся весь припуск снять за один проход. При невозможности за один проход снять весь припуск, а также при повышенных требованиях к чистоте поверхности часть припуска оставляют на получистовую и чистовую обработку.

Получистовое и чистовое фрезерование выполняется за один проход с глубиной резания не более 2 мм.

Подача при фрезеровании выбирается по нормативным справочникам в зависимости от типа фрезы и материала её режущей части, обрабатываемого материала, вида обработки.

$$\text{Подача в минуту } S_m = S_o \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n ,$$

где S_o – подача на один оборот фрезы, мм/об;

S_z – подача на один зуб, мм/зуб;

n – частота вращения фрезы, мин^{-1} ;

Z – число зубьев фрезы.

Таблица 2.15

**Подача на один зуб, мм/зуб, при фрезеровании плоскостей
цилиндрическими фрезами из быстрорежущей стали**

Диаметр фрезы D , мм	Число зубьев фрезы Z	Глубина резания t , мм	
		До 3	3 – 5
60	16	0,08 – 0,04	0,05 – 0,03
	8	0,15 – 0,08	0,12 – 0,07
90	20	0,12 – 0,06	0,08 – 0,05
	8	0,30 – 0,10	0,20 – 0,10

Примечание. При чистовой обработке подача рекомендуется $S_z = 0,03 – 0,8$ мм.

Таблица 2.16

**Подача на один зуб S_Z , мм/зуб, при фрезеровании пазов
концевыми фрезами из быстрорежущей стали (фрезерование стали)**

Диаметр фрезы D , мм	Число зубьев фрезы Z	Ширина паза $t = D$, мм	Глубина паза B , мм		
			5	10	15
6	6	6	0,01 – 0,005	0,006 – 0,003	–
10	6	10	0,015 – 0,01	0,008 – 0,004	0,005 – 0,003
16	5	16	0,025 – 0,015	0,015 – 0,010	0,01 – 0,005

Таблица 2.17

**Подача на один зуб S_Z , мм/зуб, при фрезеровании пазов
дисковыми фрезами из быстрорежущей стали**

Диаметр фрезы D , мм	Число зубьев фрезы Z	Ширина фре- зерования $t = D$, мм	Глубина резания t , мм			
			До 5	5-10	10-15	15-20
60	16	6-12	0,08-0,05	0,08-0,03	0,05-0,03	-
75	20	10-20	0,08-0,05	0,06-0,03	0,06-0,03	-
	12	10-20	0,12-0,08	0,10-0,06	0,08-0,05	-
90	22	10-20	0,10-0,05	0,08-0,04	0,06-0,03	-

Выбранные значения подачи необходимо увязать с паспортными данными станка (прил. 2).

Скорость резания для всех видов фрезерной обработки определяют по эмпирической зависимости

$$V = \frac{A \cdot D^{ZV}}{T^m \cdot t^{KV} \cdot S_Z^{YV} \cdot B^{PV} \cdot Z^{RV}},$$

где A – постоянная величина, зависящая от обрабатываемого материала, типа фрезы, подачи на один зуб и т.д.;

D – диаметр фрезы, мм;

T – стойкость фрезы, мин;

S_Z – подача на один зуб, мм/зуб;

B – ширина фрезерования;

Z – число зубьев фрезы;

$Z_V, m, X_V, Y_V, P_V, R_V$ – показатели степени.

Скорость резания при фрезеровании можно выбрать в соответствии с рекомендациями НИИТАВТОПРОМа по таблицам

Обработка стали

Таблица 2.18

Скорость резания V_T , м/мин, для фрез из быстрорежущей стали

Тип фрезы	t мм	Подача S_Z , мм/зуб						
		0,04	0,06	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4
Дисковые и торцевые	1	70	65	60	50	45	40	30
	3	50	47	42	37	33	27	23
	6	48	45	40	35	30	25	22
Цилиндрические и концевые	b=40	50	47	42	38	34	28	24
	b=60	48	45	40	36	33	26	23
	b=100	46	43	38	34	30	25	21
Дисковые для обработки пазов	До 5	55	45	40	35	30	25	-
	10	40	37	33	30	25	22	-
	20	32	30	27	24	20	18	-
Концевые для обработки пазов	До 5	24	-	-	-	-	-	-
	10	23	-	-	-	-	-	-
	15	22	-	-	-	-	-	-

Таблица 2.19

Поправочный коэффициент K_f в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал	Сталь 10,20,25	Сталь 30-40	Сталь 45,50	Сталь 50Г	Сталь 40 ХНМА	Сталь 18 ХГТ
Твердость НВ	156	143-269	156-321	170-285	197-269	149-187
K_2	1,6	1,3-0,6	1,2-0,5	0,8-0,5	0,7	1,1

Таблица 2.20

Поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости инструмента

Тип фрезы	Период стойкости T в мин резания				
	До 30	60	100	150	200
Торцовые дисковые	1,3	1,1	1,0	0,9	0,85
Цилиндрические концевые	1,5	1,2	1,0	0,85	0,8

Таблица 2.21

Период стойкости фрез в мин машинной работы T , мин

Тип фрезы	Диаметр фрезы D , мм					
	20	50	75	100	150	200
	Период стойкости T , мин					
Торцовые дисковые	-	100	120	130	170	250
Концевые	60	80	-	-	-	-
Цилиндрические	-	100	170	280	400	-

Обработка чугуна

Таблица 2.22

Скорость резания V_T , м/мин, для фрез из быстрорежущей стали

Тип фрезы	t мм	Подача S_Z , мм/зуб						
		0,04	0,06	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4
Торцовые и дисковые	До 1	-	85	75	62	56	47	40
	3	-	77	70	55	50	42	37
	6	-	75	65	53	48	40	35
Цилиндрические и концевые	b=40	55	50	45	40	35	30	25
	b=60	50	45	40	35	30	25	20
	b=100	45	40	35	30	25	20	18
Дисковые для обработки пазов	До 3	95	90	80	65	55	50	2
	5	70	65	55	45	40	35	-
	10	50	45	40	35	30	25	-
	20	40	35	30	25	20	18	-
Концевые для обработки пазов	До 5	30	27	25	-	-	-	-
	10	24	22	20	-	-	-	-
	15	21	19	18	-	-	-	-

Таблица 2.23

Поправочный коэффициент K_1 в зависимости от твердости чугуна и состояния обрабатываемой поверхности

Состояние обрабатываемой поверхности	Твердость HB		
	163 – 229	170 – 241	235 - 295
Без корки	1,0	0,8	0,7
С коркой	0,8	0,7	6,6

Таблица 2.24

Поправочный коэффициент K_2 в зависимости от периода стойкости T , мин

Тип фрезы	Период стойкости резания T , мин					
	до 30	60	100	150	200	400
Торцовые и дисковые	-	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7
Все остальные	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7

2.3. Расчет режимов резания для шлифовальных работ

К шлифовальным работам относятся: внешнее и внутреннее шлифование цилиндрических поверхностей; плоское шлифование торцом и периферией круга; бесцентровое шлифование цилиндрических поверхностей.

В авторемонтном производстве чаще встречается внешнее шлифование наружных поверхностей, поэтому оно и рассматривается в настоящей работе.

Поперечная подача (глубина шлифования) при круглом внешнем шлифовании определяется из табл. 2.25.

Таблица 2.25

Поперечная подача на один двойной ход стола при круглом внешнем шлифовании методом продольной подачи, мм

Обрабатываемый материал	Длина обрабатываемой детали	Диаметр шлифования, мм					
		15	30	50	70	90	110
Сталь сырая	$\angle = 3d$	0,010	0,015	0,020	0,025	0,027	0,032
	$\angle = 4-6d$	0,009	0,012	0,017	0,020	0,022	0,025
	$\angle = 7-10d$	0,006	0,010	0,012	0,016	0,018	0,020
Сталь закаленная	$\angle = 3d$	0,009	0,014	0,018	0,022	0,024	0,029
	$\angle = 4-6d$	0,008	0,011	0,015	0,018	0,020	0,020
	$\angle = 7-10d$	0,005	0,009	0,011	0,014	0,016	0,018
Чугун серый и бронза	$\angle = 3d$	0,014	0,021	0,022	0,035	0,038	0,045
	$\angle = 4-6d$	0,013	0,017	0,024	0,028	0,031	0,035
	$\angle = 7-10d$	0,008	0,014	0,017	0,022	0,025	0,028

Продольная подача на один оборот обрабатываемой детали принимается в долях ширины шлифовального круга.

$$S = \beta \cdot B ,$$

где B – ширина шлифовального круга, мм;

β – коэффициент, определяющий долю ширины шлифовального круга.

Коэффициент β принимается из табл. 2.26.

Таблица 2.26

**Коэффициент продольных подач β (в долях ширины круга)
при круглом внешнем шлифовании**

Обрабатываемый материал	Глубина шлифования, мм							
	До 0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,05
Сталь сырая	0,55	0,50	0,45	0,42	0,37	0,35	0,32	0,28
Сталь закаленная	0,50	0,45	0,42	0,38	0,35	0,32	0,30	0,25
Чугун и бронза	0,65	0,58	0,53	0,48	0,45	0,42	0,38	0,35

Скорость вращения обрабатываемой детали (м/мин) определяется по эмпирической формуле

$$V_D = \frac{C_V \cdot d^R}{T^m \cdot t^{X_V} \cdot \beta^{Y_V}},$$

где C_V – постоянная величина, зависящая от обрабатываемого материала, характера круга и вида шлифования;

d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

T – стойкость шлифовального круга, мин;

t – глубина шлифования, мм;

β – коэффициент продольной подачи.

Значения коэффициента C_V и показателей степени R , m , X_V , Y_V для шлифования наружных цилиндрических поверхностей приводятся в табл. 2.27.

Таблица 2.27

Вид шлифования	Материал детали	Характеристика круга	C_V	R	m	X_V	Y_V
Круглое шлифование с поперечной подачей на двойной ход стола	Незакаленная сталь	Электрокорунд керамический 36-СМ-I	0,27	0,3	0,5	1,0	1,0
	Закаленная сталь	То же	0,24				
Круглое шлифование с поперечной подачей на каждый ход стола	Незакаленная сталь	Электрокорунд керамический 36-СМ-2	0,055	0,3	0,5	1,2	1,0
	Закаленная сталь	То же	0,050				

В сборнике режимов резания металлов НИИТАВТОПРОМа даются следующие рекомендации для круглого шлифования методом врезания.

Таблица 2.28

Минутная подача S_M , мм/мин

Ширина шлифования, мм	Диаметр шлифуемой шейки, мм				
	До 16	25	40	60	100
До 16	1,5	1,3	1,1	1,0	0,85
25	1,3	1,1	1,0	0,9	0,75
40	1,1	1,0	0,85	0,75	0,65
60	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
100	0,85	0,75	0,65	0,6	0,5

Таблица 2.29

Скорость вращения детали V_D , м/мин

Скорость круга V_{KP} , м/с	Обрабатываемый металл		
	Сталь сырая	Сталь закаленная	Чугун
30-35	20-30	25-35	20-30
45-50	20-30	30-40	20-30

После определения рекомендуемой нормативами скорости вращения детали необходимо рассчитать число оборотов шпинделя, мин^{-1} .

$$n = \frac{1000 \cdot V_D}{\pi \cdot d},$$

уточнить его по паспорту станка, а затем определить фактическую скорость вращения детали (м/мин) по принятым оборотам шпинделя.

$$V_D = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}.$$

Паспортные данные круглошлифовального станка 316М приведены в прил. 3.

2.4. Расчет режимов резания для сверлильных работ (сверление, зенкерование, развертывание)

Скорость резания определяется по эмпирическим зависимостям:

– при сверлении

$$V = \frac{C_V \cdot D^{Z_V}}{T^m \cdot S^{Y_V}};$$

– при зенкеровании и развертывании

$$V = \frac{C_v \cdot D^{Z_v}}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}},$$

где C_v – постоянный коэффициент, зависящий от качества обрабатываемого материала, материала инструмента и условий работы;

T – стойкость инструмента в мин. машинного времени;

D – диаметр отверстия после обработки, мм;

t – глубина резания, мм;

m, X_v, Y_v, Z_v – показатели степени.

Значения S, C_v, m, X_v, Y_v, Z_v приводятся в табл. 2.30, 2.31

Таблица 2.30

Подача S при сверлении (сверло из быстрорежущей стали P18), мм/об

Диаметр отверстия D , мм	Сталь $G_B = 65 \dots 90$ кг/мм ²		
	Группы подач		
	1	2	3
10	0,25	0,18	0,12
20	0,25	0,30	0,20
30	0,60	0,45	0,25
40	0,60	0,50	0,30

Примечание: 1 группа – сверление отверстий в жестких деталях; 2 группа – то же, в деталях недостаточной жесткости под последующую обработку или для нарезания резьбы метчиком; 3 группа – то же, в точных отверстиях для последующей обработки зенкером или разверткой.

Таблица 2.31

Коэффициенты и показатели степени в формулах скорости резания при сверлении

Обрабатываемый материал	Подача, мм/об	Коэффициенты			
		C_v	m	Z_v	Y_v
Сталь углеродистая $G_B = 75$ кг/см ²	0,20	5,0	0,20	0,40	0,70
	0,20	7,0	0,20	0,40	0,50
Чугун серый HB190	0,30	10,5	0,125	0,25	0,55
	0,30	12,2	0,125	0,25	0,40
Чугун ковкий HB150	0,30	15,6	0,125	0,25	0,55
	0,30	18,1	0,125	0,25	0,40
Бронза HB=100-140	0,30	23,4	0,125	0,25	0,55
	0,30	27,2	0,125	0,25	0,40

Примечание. Стойкость инструментов из быстрорежущей стали принимается: при сверлении и зенкерования отверстий в деталях из стали $T = D$, мин; из чугуна и медных сплавов $T = 1,5D$, где D – диаметр инструмента, мм.

По значению скорости резания определяют число оборотов шпинделя и выбирают по паспорту станка.

Техническая характеристика вертикально-сверлильного станка 2А125 приведена в прил. 4.

По рекомендациям НИИТАВТОПРОМа скорость резания при сверлении может быть определена по табличным данным.

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ,$$

где V_T – скорость резания по таблице;
 K_1, K_2, K_3 – поправочные коэффициенты.

Обработка стали

Таблица 2.32

Скорость резания V_T , м/мин

Подача S_O , мм/об	Диаметр обработки D , мм							
	2,5	4	8	12	16	25	32	40
До 0,06	17	22	30	36	42	-	-	-
0,1	-	17	23	28	32	40	44	50
0,15	-	-	20	24	27	33	35	40
0,2	-	15	17	20	23	27	30	33
0,3	-	-	14	17	19	23	25	28
0,4	-	-	-	14	16	19	21	22
0,6	-	-	-	-	-	15	17	19
0,8	-	-	-	-	-	-	-	15

Таблица 2.33

Поправочный коэффициент K_1 в зависимости от обрабатываемого материала

Обрабатываемый материал		Сталь 10-20	Сталь 30-40	Сталь 40-50	Сталь 30Х 40Х	Сталь 45Г2 50Г	Сталь 40 ХНМА	Сталь 18ХГТ	Сталь 30ХГТ
Инструментальный материал	Быстро режущая сталь	1,2	08-13	05-12	05-10	05-08	0,7	1,1	0,7
	Твердый сплав	1,2	09-12	08-11	07-10	08-09	0,8	1,0	0,95

Таблица 2.34

Поправочный коэффициент K_2 в зависимости от периода стойкости инструмента

Материал инструмента	Период стойкости T , мин резания					
	До 15	30	60	100	150	200
Быстрорежущая сталь	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,85
Твердый сплав	1,6	1,35	1,15	1,0	0,9	0,85

Таблица 2.35

Поправочный коэффициент K_g в зависимости от глубины обработки

Инструмент	Отношение длины резания к диаметру					
	До 3	4	5	6	8	10
Сверла	I	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5
Зенкеры	I	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7

Обработка чугуна

Таблица 2.36

Скорость резания V_T , м/мин

Подача S_O , мм/об	Диаметр обработки D , мм							
	2,5	4	8	12	16	25	32	40
До 0,06	18	22	27	30	32	34	35	40
0,1	-	18	22	24	26	28	30	32
0,15,	-	15	18	20	22	25	26	28
0,2	-	-	16	18	19	21	22	24
0,3	-	-	14	16	17	19	19	21
0,4	-	-	-	14	15	16	17	19
0,6	-	-	-	-	13	15	15	17
0,8	-	-	-	-	-	-	13	15

Таблица 2.37

Поправочный коэффициент K_I в зависимости от обрабатываемого материала

Чугун серый				Чугун ковкий	Чугун магниевый	
H_B	143-207	163-229	170-241	130-170	207-229	265-285
K_I	1,15	1	0,8	1,3	0,9	0,7

Таблица 2.38

Поправочный коэффициент K_2 в зависимости от стойкости инструмента

Материал инструмента	Период стойкости T , мин резания					
	До 15	30	60	100	150	200
Быстрорежущая сталь	1,3	1,2	1,1	1	0,95	0,95
Твердый сплав	2,15	1,65	1,25	1	0,85	0,75

Таблица 2.39

Поправочный коэффициент K_3 в зависимости от глубины обработки

Отношение длины резания к диаметру						
K_3	До 3	4	5	6	8	10
	1	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5

3. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ ТОЧНОСТИ И ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Каждый метод позволяет получить определенные классы точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей. Точность размеров элементов деталей определяется допусками на эти размеры. Данные о классах шероховатости поверхностей деталей, получаемых при различных методах обработки, приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Шероховатость поверхности деталей при различных методах обработки

Вид обработки		Класс шероховатости
Обтачивание	черновое	1 – 2 (R_z 320–160)
	получистовое	3 – 4 (R_z 80–40)
	чистовое	4 – 5 (R_z 40–20)
Растачивание	черновое	1 – 2 (R_z 320–160)
	получистовое	3 – 4 (R_z 80–40)
	чистовое	4 – 5 (R_z 160–80)
Сверление		2 – 3 (R_z 160–80)
Фрезерование	черновое	1 – 2 (R_z 320–160)
	чистовое	3 – 4 (R_z 80–40)
Фрезерование торцовыми фрезами	черновое	2 – 3 (R_z 160–80)
	чистовое	3 – 4 (R_z 80–40)
Шлифование	предварительное	5 – 6 (R_z 20– R_a 2,5)
	окончательное	7 – 8 (R_z 1,25–0,63)

4. ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ

Нормируемое время – это время работы, связанной с выполнением производственного задания. Оно классифицируется на основное, вспомогательное, дополнительное и подготовительно-заключительное время. Все названные категории определяют состав технической нормы времени (T_H). В практике её часто называют штучно-калькуляционным временем, мин.

$$T_H = T_O + T_B + T_D + \frac{T_{П.З}}{n},$$

где T_O – основное время, мин. Это время, в течение которого происходит изменение формы, размеров и т.д. в результате какого-либо вида обработки. Так, при механической обработке – это время снятия стружки, при электросварке – время плавления электрода, при окраске – время нанесения слоя и т.п. По способам выполнения T_O может быть машинным (станочные работы), ручным (слесарные работы), машинно-ручным (электро- и газосварочные работы).

T_B – вспомогательное время на вспомогательные действия: установка и снятие обрабатываемой детали, настройка оборудования, управление станком, обмеры обрабатываемой детали и т.д.

Сумма основного и вспомогательного времени составляет оперативное время, мин.

$$T_{ОП} = T_O + T_B$$

Дополнительное время $T_{ДОП}$ складывается из времени организационно-технического обслуживания рабочего места и времени перерывов на отдых и естественные надобности. Организационно-техническое время расходуется на смену затупившегося инструмента, заточку его, регулировку и подналадку оборудования, смазку станка, очистку от стружки и т.д. Дополнительное время определяется в процентном отношении к времени оперативному (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Сумма основного, вспомогательного и дополнительного времени составляет штучное время, мин.

$$T_{ШТ} = T_O + T_B + T_{ДОП}.$$

Подготовительно-заключительное время $T_{П-З}$ включает следующие работы: получение задания, ознакомление с чертежом, получение материалов, инструмента, оснастки, сдача готовых изделий, инструмента, уборка рабочего места.

Вид обработки	Процент
Токарная	8
Сверление	6
Строгание	9
Фрезерование	7
Шлифование	9

Время затрачивается рабочим только в начале и конце обработки заданной партии деталей. При этом величина $T_{П-З}$ не зависит от количества деталей в партии.

n - количество деталей в партии. Определяется по формуле

$$n = \frac{\sum T_{П-З}}{K \cdot \sum T_{шт}}$$

где $\sum T_{П-З}$ – сумма подготовительно-заключительного времени по всем операциям, мин;

$T_{шт}$ – сумма штучного времени по всем операциям, мин;

K – коэффициент, учитывающий потери времени на подготовительно-заключительные операции, $K = 0,04...0,18$. Меньшее значение коэффициента относится к крупносерийному производству, большее – к мелкосерийному.

При массовом производстве $T_{П-З}$ не учитывается.

4.1. Нормирование токарных работ

Основное время определяется для каждого перехода по формуле

$$T_O = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i$$

где L – расчетная длина обработки, мм;

n – число оборотов шпинделя (детали) в минуту;

S – величина подачи резца, мм/об;

i – число проходов резца.

Расчетная длина складывается из длины обрабатываемой поверхности l , длины врезания l_1 и перебега l_2 (рис. 4.1).

Суммарная величина врезания и перебега определяется по табл. 4.2 в зависимости от типа резца.

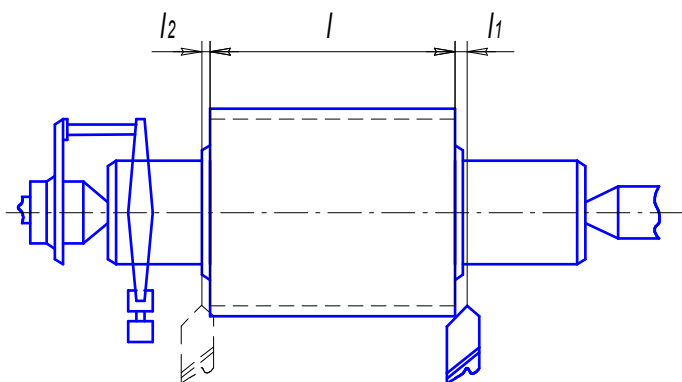


Рис. 4.1

Таблица 4.2

Суммарная величина врезания и перебега

Тип резцов	Глубина врезания, мм					
	1	2	3	4	5	6
Проходные, подрезные и расточные	2	3,5	5	6	7	8
Отрезные и прорезные	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Резьбовые	Пять – восемь шагов резьбы					

Основное время на проточку фасок под углом 45° принимается 0,05 – 0,30 мин в зависимости от диаметра обрабатываемой детали (20 – 100 мм) и ширины фаски (1,0 - 3,0 мм).

Вспомогательное время на установку, крепление, пуск и остановку станка, снятие детали со станка вручную определяется по табл. 4.3.

Таблица 4.3

Способы установки детали	Масса детали, не более, кг					
	0,5	1	3	5	8	12
В центрах:						
- с хомутиком	-	0,35	0,44	0,54	0,64	0,72
- с люнетом	-	0,44	0,50	0,64	0,78	0,91
- на гладкой оправке	-	0,42	0,53	0,67	0,79	0,91
В самоцентрирующем патроне:						
- без выверки	0,18	0,2	0,22	0,27	0,33	0,38
- с выверкой	-	0,4	0,47	0,56	0,63	0,70
- в патроне с люнетом	-	0,4	0,41	0,53	0,6	0,67

Вспомогательное время, связанное с проходом (установка оборотов и подач, включение и выключение оборотов шпинделя и механизма подач, взятие пробных стружек, обмер деталей, подвод и отвод резца, поворот резцедержателей, перемещение и крепление задней бабки) определяется по табл. 4.4.

Таблица 4.4

Операция (переход)	Высота центров, мм		
	150	200	300
1	2	3	4
Обточка или расточка по 8-9 квалитетам точности	0,7	0,8	1,0
Обточка или расточка по 11-12 квалитетам точности	0,4	0,5	0,7
Обточка или расточка на последующие проходы	0,1	0,2	0,3

Окончание табл. 4.4

1	2	3	4
Подрезка или отрезка	0,1	0,2	0,2
Снятие фасок, радиусов, галтелей	0,06	0,07	0,08
Нарезание резьбы резцом	0,03	0,04	0,06
Сверление и центровка	0,5	0,6	0,9

Дополнительное время определяется по табл. 4.1

Подготовительно-заключительное время $T_{п-з}$ без использования специальных приспособлений при обработке одним режущим инструментом составляет 7–10 мин.

4.2. Нормирование фрезерных работ

Основное время рассчитывается по формуле

$$T_O = \frac{L}{n \cdot S_O} \cdot i ,$$

где L – длина пути фрезы в направлении подачи, мм;

n – число оборотов фрезы в минуту;

S_O – подача на один оборот фрезы, мм/об;

i – число проходов.

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

где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;

l_1 – длина врезания фрезы, мм;

l_2 – длина вывода фрезы, мм.

Величина врезания и вывода фрезы зависит от диаметра фрезы и глубины резания и определяется по табл. 4.5.

Таблица 4.5

Глубина резания, мм	Диаметр фрезы, мм						
	50	60	75	90	110	130	150
	Величина врезания фрезы, мм						
1,0	7,0	7,7	8,6	9,4	10,5	11,4	12,2
2,0	9,8	10,8	12,1	13,3	14,7	16,0	17,2
3,0	11,9	13,1	14,7	16,2	17,9	19,5	21,0
4,0	13,6	15,0	16,9	18,6	20,6	22,5	24,2
5,0	15,0	16,6	18,7	20,6	22,9	25,0	26,9
6,0	16,2	18,2	20,4	22,5	25,0	27,3	29,4
7,0	17,3	19,3	21,8	24,1	26,9	29,4	31,6
8,0	18,3	20,4	23,2	25,6	28,6	31,2	33,7
Величина пробега фрезы, мм							
	2,1	2,5	2,6	3,0	3,1	3,5	4,0

Вспомогательное время на установку и снятие деталей в зависимости от веса и характера установки деталей приведено в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Вспомогательное время на установку и снятие деталей

Способ установки детали на станке	Масса детали не более, кг					
	1	3	5	10	20	30
В центрах с делительной головкой	0,2	0,5	0,6	0,7	1,0	1,4
В самоцентрирующем патроне	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	
В тисках с простой выверкой	0,3	0,6	0,7	0,8	1,0	
В тисках с выверкой средней сложности	0,4	0,9	1,2	1,5	2,0	
На призмах	0,6	1,0	1,3	1,6	2,1	2,4
На столе с простой выверкой	0,7	0,9	1,2	1,5	1,8	2,2

Таблица 4.7

Вспомогательное время, связанное с проходом

Условия работы	Время на один проход, мин
Обработка плоскостей на первый проход с одной пробной стружкой	0,7
Обработка плоскостей на последующие проходы	0,1
Обработка пазов на первый проход с одной пробной стружкой	0,8

Таблица 4.8

Дополнительное время выбирать из табл. 4.1.

Подготовительно-заключительное время выбирать из табл. 4.8.

Установка деталей	T _{П-З} , мин
На столе с креплением болтами и планками	24
В тисках	22
В центрах	28
В самоцентрирующем патроне	16
В приспособлении	27
Установка фрезы	2

4.3. Нормирование шлифовальных работ

При круглом наружном шлифовании методом продольной подачи основное время рассчитывается по формуле

$$T_O = \frac{2 \cdot L \cdot h}{n_D \cdot S \cdot t} \cdot K ,$$

где L - длина продольного хода стола, мм;

h - припуск на сторону, мм;

n_D - число оборотов обрабатываемой детали в минуту;

S - продольная подача в мм на один оборот детали;

t - глубина резания, мм (поперечная подача в мм на двойной ход);

K - поправочный коэффициент зачистных ходов. Для чернового шлифования $K=1,2 + 1,4$, для чистового $K=1,3 + 1,7$.

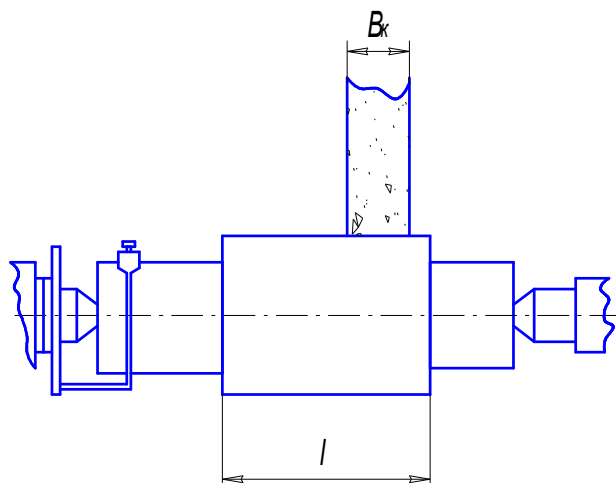


Рис. 4.2

В случае шлифования с выходом круга в обе стороны $L = l + B_K$ (l - длина шлифуемой поверхности, B_K - ширина круга), при выходе круга в одну сторону $L = l + 0,5B_K$, при шлифовании без выхода круга $L = l - B_K$ (рис. 4.2). Если поперечная подача происходит в конце каждого хода, то вместо $2L$ в формуле определения T_O берут величину L .

По приведенной формуле можно определить основное время и при круглом внутреннем шлифовании. При круглом шлифовании методом врезания

$$T_O = \frac{h}{n_D \cdot t} \cdot K .$$

Поправочный коэффициент K принимают равным 1,2–1,3.

При плоском шлифовании периферией круга на станках с прямоугольным столом

$$T_O = \frac{H \cdot h}{n_M \cdot t \cdot S} \cdot K ,$$

где H - расчетная ширина шлифования, $H = b + B_K + 5$, мм;

b - ширина шлифования, мм;

B_K - ширина круга, мм;

n_M - число двойных ходов в минуту,

$$n_M = \frac{1000 \cdot V}{2 \cdot L}; \quad L = l + 20 \text{ (мм);}$$

V – скорость продольного хода стола, м/мин;

l – длина шлифования, мм;

t – глубина резания, равная вертикальной подаче, мм;

S – поперечная подача на двойной ход, мм.

Таблица 4.9

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Способ установки и крепления детали	Масса детали, не более, кг							
	1	3	5	10	18	30	50	80
В центрах	0,2	0,4	0,5	0,6	1,0	2,2	2,8	3,2
В трехкулачковом патроне	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,5	3,2	4,0
В центрах с люнетом	0,5	0,7	0,8	0,9	1,2	2,4	3,0	3,6

Таблица 4.10

Вспомогательное время, связанное с проходом

Шлифование	Высота центров, не более, мм	
	200	300
	Время на один проход, мин	
Первой поверхности на одной детали	1,00	1,20
Последующих поверхностей на одной детали	0,55	0,70
На каждый последующий проход	0,04	0,05

Дополнительное время $T_{доп}$ выбирать из табл. 4.1

Таблица 4.11

Подготовительно-заключительное время, мин

Способ установки детали	Высота центров, не более, мм	
	200	300
В центрах	7	8
В трехкулачковом патроне	10	11
В центрах с люнетом	12	14

Примечание. При смене шлифовального круга на станках с высотой центров до 200 мм добавлять 8 минут, до 300 мм – 9 минут.

4.4. Нормирование сверлильных работ

Основное время при сверлении, рассверливании, зенкеровании и развертывании определяется расчетным путем, как и при токарной обработке. Величина врезания и выхода инструмента определяется по табл. 4.12.

Таблица 4.12

Величина врезания и выхода инструмента, мм

Операция (переход)	Диаметр инструмента, не более, мм							
	5	10	15	20	25	30	40	50
Сверление на проход	2,5	5	7	8	10	12	15	18
Сверление в упор	2	4	6	7	9	II	14	17

Таблица 4.13

Вспомогательное время на установку и снятие детали, мин

Установка детали	Масса детали, не более, кг				
	3	5	8	12	20
В тисках с винтовым зажимом	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
На столе с креплением болтами и планками	0,95	1,0	1,2	1,4	1,6
В самоцентрирующем патроне	0,18	0,2	0,24	0,28	0,35
В кондукторе	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3

Таблица 4.14

Вспомогательное время, связанное с проходом, мин

Условия работы	Для станков с наибольшим диаметром сверления, мм		
	12	25	50
Сверление по разметке	0,12	0,14	0,16
Сверление по кондуктору	0,10	0,12	0,13
Рассверливание, зенкерование	0,08	0,10	0,12
Развертывание	0,10	0,12	0,15

Дополнительное время определяется по табл. 4.1.

Таблица 4.15

Подготовительно-заключительное время, мин

Установка деталей	Наибольший диаметр просверливаемого отверстия, мм	
	12	20-50
В тисках	5	6
В самоцентрирующем патроне	-	8
На столе с креплением болтами	4	6
В кондукторе	-	9

5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

5.1. Получить задание (один из вариантов). Проверить правильность расстановки на чертеже размеров, обозначение точности размеров и качество поверхности элементов детали.

5.2. Установить последовательность обработки, подобрать оборудование и оснастку, заполнить маршрутную карту по установленной форме (прил.5).

5.3. Выполнить расчет режимов резания. Расчет можно выполнять по таблицам и эмпирическим формулам либо по рекомендациям НИИТАВ-ТОПРОМа. Результаты расчета каждой операции свести в таблицу (прил.6). Образец расчета режимов резания приведен в прил. 7.

5.4. По результатам расчета режимов резания выполнить техническое нормирование каждой операции.

5.5. Заполнить операционные карты.

5.6. Курсовая работа представляется в виде пояснительной записки, включающей задание, маршрут обработки детали, план и результаты расчетов режимов резания, операционные карты и краткое описание выполненных расчетов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Токарно-винторезный станок модели 1К62

1. Расстояние между центрами в мм - 710, 1000, 1400.
2. Наибольший диаметр обработки в мм:
прутка, проходящего: через шпиндель – 35;
над суппортом – 220;
над станиной – 400.
3. Число оборотов шпинделя в минуту – 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000.
4. Продольные подачи суппорта в мм на один оборот шпинделя – 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,61; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16.
5. Поперечные подачи суппорта – 0,035; 0,037; 0,042; 0,048; 0,055; 0,06; 0,065; 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,30; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,57; 0,6; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08.
6. Мощность электродвигателя в кВт – 10.
7. Габаритные размеры станка в мм – 2522 (2812, 3212) x 1166 x 1324.
8. Вес станка в кг – 2080, 2140, 2222.

Приложение 2

Универсально-фрезерный станок модели 6Р82

1. Размеры рабочей поверхности в мм - 1250 x 320.
2. Наибольшее перемещение стола в мм: продольное – 800;
поперечное – 250;
вертикальное – 370.
3. Наибольшее и наименьшее расстояния от оси шпинделя до стола в мм – 30–400.
4. Наибольший угол поворота стола в градусах – ± 45 .
5. Расстояние от оси шпинделя до хобота в мм – 155.
6. Число оборотов шпинделя в минуту – 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600.
7. Продольные и поперечные подачи стола в мм/мин – 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250.

8. Вертикальные подачи стола равны 1/3 от продольных.
9. Мощность электродвигателя главного движения в кВт – 7.
10. Габарит станка в мм – 2305 х 1950 х 1680.
11. Вес станка в кг – 2900.

Приложение 3

Круглошлифовальный станок модели 316М

- | | | |
|---|---|---------------------|
| 1. Наибольший диаметр устанавливаемого изделия в мм | – | 300. |
| 2. Угол поворота стола в градусах | – | 6. |
| 3. Размеры шлифовального круга в мм: | | |
| наименьший диаметр | – | 480; |
| наибольший диаметр | – | 7504; |
| ширина | – | 75. |
| 4. Число оборотов шпинделя в минуту | – | 60; 120; 240. |
| 5. Наибольшая длина изделия, мм | – | 1000. |
| 6. Высота центров, мм | – | 150. |
| 7. Наибольший диаметр шлифования, мм | – | 250. |
| 8. Наименьший и наибольший диаметры шлифовального круга, мм | – | 480-750. |
| 9. Пределы скорости гидравлического перемещения стола в м/мин | – | 0,5-3. |
| 10. Наименьшая и наибольшая скорости шлифовального круга, м/с | – | 24-32,5. |
| 11. Мощность электродвигателя в кВт | – | 7. |
| 12. Габарит станка в мм | – | 2800 х 1765 х 1500. |
| 13. Вес станка в кг | – | 4000. |

Приложение 4

Вертикально-сверлильный станок модели 2А125

- | | | |
|--|---|--------------------------|
| 1. Условный диаметр сверления станка в мм | – | 25. |
| 2. Наибольшее усилие, кг | – | 900. |
| 3. Мощность электродвигателя | – | 2,8 кВт при 1420 об/мин. |
| 4. Конус Морзе № 3 | | |
| 5. Вылет шпинделя, мм | – | 250. |
| 6. Ход салазок шпинделя, мм | – | 200. |
| 7. Ход шпинделя, мм | – | 175. |
| 8. Число скоростей | – | 9. |
| 9. Число оборотов шпинделя: 97; 140; 195; 392; 545; 680; 960; 1360. | | |
| 10. Величины подач, мм/об – 0,1; 0,13; 0,17; 0,22; 0,28; 0,36; 0,48; 0,62; 0,81. | | |

11.Ход стола, мм	– 325.
12.Рабочая поверхность стола, мм	– 500х375.
13.Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	– 0-750.
14.Габариты, мм	– 2300х825х960.
15.Вес, кг	– 925.

Приложение 5

Маршрут обработки деталей

Операция	Наименование и содержание операции	Станок, оборудование	Оснастка

Приложение 6

План и результаты расчетов режимов резания

№ п/п	Параметр	Источник	Значение параметра
1	Глубина резания t , мм	Припуск на обработку	
2	Подача S , мм/об; мм/мин; мм/зуб; мм/ход стола	Число переходов Таблицы	
3	Уточнение подачи S по паспорту станка	Паспорт станка	
4	Скорость резания (вращения детали) V , м/мин	Эмпирические формулы; Рекомендации НИИТАВТОПРОМа	
5	Обороты шпинделя n , об/мин	$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$	
6	Выбор (уточнение) оборотов шпинделя по паспорту станка n , об/мин	Паспорт станка	
7	Уточнение скорости резания в соответствии с выбранным значением V , м/мин	$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$	

Библиографический список

1. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения: Учебник/Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2001. – 591с.
2. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Розовский Б.Я. и др. Технология машиностроения. В 2т. Основы технологии машиностроения: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – Т1. - 452с; Т2. – 378с.
3. Схиртладзе А.Г. Технологические процессы машиностроительного производства: Учебное пособие/Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2002. – 186с.
4. Схиртладзе А.Г. Технологические процессы в машиностроении: Учебник/Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2003. – 274с.
5. Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Учебник. – М.: Высшая школа, 2003. – 345с.
6. Радкевич Я.М., Схиртладзе А.Г., Тимирязев В.А. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учебное пособие/Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2003. – 25с.
7. Вороненко В.П., Схиртладзе А.Г., Брюханов В.Н. Машиностроительное производство: Учебник/Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Высшая школа, 2001. – 389с.

Учебное издание

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ
КУРСОВЫХ И ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ.
РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ СТАНОЧНЫХ РАБОТ**

Методические указания
для студентов специальности
150200 – Автомобили и автомобильное хозяйство

* * *

Главный редактор М.А. Тихонова

* * *

Составители: Юрий Александрович Буров,
Валерий Александрович Некипелов,
Анатолий Викторович Трофимов,
Дмитрий Анатольевич Колесник

* * *

Подписано к печати 28.05.03
Формат 60х90 1/16. Бумага писчая
Гарнитура Times New Roman
Оперативный способ печати
Усл. п.л. 2,25, уч.-изд. л. 2,0.
Тираж 100 экз. Заказ _____
Цена договорная

* * *

Издательство СибАДИ
644099, Омск, ул. П. Некрасова, 10

Отпечатано в ПЦ издательства СибАДИ
644099, Омск, ул. П. Некрасова, 10