

Министерство образования Московской области  
ГБПОУ МО «Воскресенский колледж»

Специальность 15.02.12  
«Монтаж , техническое обслуживание и ремонт промышленного  
оборудования»

Методические рекомендации для выполнения  
практических занятий по дисциплине  
**«Обработка резанием металлов, станки и инструменты»**

Разработала:  
преподаватель Ковтанюк А.Ф.

Одобрено:  
на заседании ПЦК  
химико-механических дисциплин

г.Воскресенск

2019г.

## Содержание

1. Расчет и табличное определение режимов резания при точении	3
2. Расчет и табличное определение режимов резания при сверлении	13
3. Расчет и табличное определение режимов резания при фрезеровании	21
4. Расчет и табличное определение режимов резания при протягивании	28

## Расчет и табличное определение режимов резания при точении

**Цель работы:** Усвоение методики и приобретение практических навыков в определении режимов резания при точении аналитическим и нормативным (табличным) способом

### 1. Расчетные формулы

Элементы режимов резания при точении:

1. Глубина резания  $t$ , мм - слой металла, срезаемый инструментом за один проход, и измеренный в направлении, перпендикулярном к направлению подачи;

при обтачивании и растачивании заготовки

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

при подрезке торца  $t = h$ , мм; где  $h$  - припуск на обработку

2. Подача  $S_0$ , мм/об - величина относительного перемещения резца вдоль оси заготовки за один ее оборот;

3. Скорость резания

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad ; \text{ (м/мин)}$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой заготовки, в мм;

$n$  – частота вращения шпинделя, в об/мин

4. Основное (машинное) время

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n_K \cdot S_{OK}}$$

где  $L$  - путь, пройденный инструментом в направлении подачи, мм;

$i = 1$  – число проходов инструментом;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, в об/мин;  
 $S_0$  – оборотная подача, мм/об

$$L = y + l + \Delta, \text{ (мм)}$$

где  $y$  – величина врезания

$$y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi; \text{ (мм)}$$

где  $t$  – глубина резания, в мм;

$\varphi$  – значение главного угла в плане;  
 $l$  – длина обрабатываемой заготовки, в мм

При подрезке сплошного торца

$$l = \frac{D}{2}; \text{ (мм)}$$

При подрезке торца уступа и втулки

$$l = \frac{D - d}{2}; \text{ (мм)}$$

$\Delta$  – величина перебега, мм

При обтачивании в упор, растачивании глухого отверстия, подрезке торца уступа

$\Delta = 0$  мм, в остальных случаях  $\Delta = 1 \dots 3$  мм

## 2. Практические задания

### Задача №1 (варианты 1-10)

На токарно-винторезном станке мод. 16К20 производится подрезка торца заготовки от диаметра  $D$  мм до диаметра  $d$  мм. Припуск на обработку  $h$  мм. Длина заготовки  $l_1$  мм.

Таблица 1

№ вар.	Материал заготовки	Вид заготовки	Вид обработки	$D$ , мм	$d$ , мм	$h$ , мм	$l_1$ , мм
1	Сталь Ст.3 $\sigma_B=500$ МПа	Поковка без корки	Подрезка сплошного торца Rz40	120	0	2	45
2	Серый чугун HB180	Отливка с коркой	Подрезка торца втулки Rz80	150	115	3,5	250
3	Сталь 20ХН $\sigma_B=600$ МПа	Поковка без корки	Подрезка торца уступа Rz20	180	100	2,5	70
4	Серый чугун HB200	Отливка без корки	Подрезка торца втулки Rz20	100	95	1,5	200
5	Сталь 40Х $\sigma_B=700$ МПа	Прокат без корки	Подрезка сплошного торца Ra2,5	80	0	1	100
6	Серый чугун HB210	Отливка без корки	Подрезка торца уступа Rz40	110	60	1,5	40
7	Серый чугун HB190	Отливка с коркой	Подрезка торца втулки	90	75	3	160
8	Сталь 38ХА $\sigma_B=680$ МПа	Отливка с коркой	Подрезка торца уступа	160	100	3	60
9	Серый чугун HB215	Отливка с коркой	Подрезка торца втулки	85	70	3,5	150

10	Сталь 45X $\sigma_B=750$ МПа	Поковка без корки	Подрезка сплошного торца Ra2,5	200	0	1	65
----	---------------------------------	----------------------	--------------------------------------	-----	---	---	----

- Необходимо: 1. начертить схему обработки;  
2. выбрать режущий инструмент;  
3. назначить режимы резания;  
4. определить машинное время.

### Задача №2 (варианты 11-20)

На токарно-винторезном станке мод. 16К20 производится обтачивание поверхности заготовки от диаметра  $D$  мм до диаметра  $d$  мм. Длина обтачиваемой поверхности  $l$  мм. Длина заготовки  $l_1$  мм.

Таблица 2

№ вар.	Материал заготовки	Вид заготовки	Вид обработки	$D$ , мм	$d$ , мм	$l$ , мм	$l_1$ , мм
11	Сталь Ст.5 $\sigma_B=600$ МПа	Поковка с коркой	Обтачивание на проход	90	83	290	450
12	Серый чугун HB160	Отливка с коркой	Обтачивание на проход	100	92	40	65
13	Сталь 45 $\sigma_B=680$ МПа	Прокат без корки	Обтачивание в упор Ra2,5	52	50	50	740
14	Серый чугун HB200	Отливка с коркой	Обтачивание до кулачков	90	82	340	400
15	Сталь 45X $\sigma_B=750$ МПа	Поковка без корки	Обтачивание в упор Rz20	122	120	95	250
16	Серый чугун HB170	Отливка с коркой	Обтачивание до кулачков	110	102	440	500
17	Сталь 35 $\sigma_B=600$ МПа	Отливка без корки	Обтачивание на проход Ra2,5	152	150	50	80
18	Серый чугун	Отливка без	Обтачивание в	156	152	75	105

	HB210	корки	упор Rz20				
19	Сталь 20 $\sigma_b=500$ МПа	Поковка с коркой	Обтачивание на проход	72	67	225	390
20	Серый чугун HB220	Поковка с коркой	Обтачивание в упор	64	57	400	820

Необходимо:

1. Начертить схему обработки;
2. Выбрать режущий инструмент;
3. Назначить режимы резания;
4. Определить машинное время.

### Задача №3 (варианты 20-30)

На токарно-винторезном станке мод. 16К20 производится растачивание отверстия заготовки от диаметра  $d$  мм до диаметра  $D$  мм. Длина отверстия  $l$  мм. Длина заготовки  $l_1$  мм.

**Таблица 3**

№ вар.	Материал заготовки	Вид заготовки	Вид обработки	$d$ , мм	$D$ , мм	$l$ , мм	$l_1$ , мм
21	Сталь 40 $\sigma_b=650$ МПа	Поковка с коркой	Растачивание сквозного отверстия	98	104	65	65
22	Серый чугун HB230	Отливка без корки	Растачивание глухого отверстия Rz20	37	40	35	60
23	Сталь Ст.5 $\sigma_b=600$ МПа	Прокат без корки	Растачивание сквозного отверстия Rz20	42	45	40	40
24	Серый чугун HB180	Отливка без корки	Растачивание сквозного отверстия Ra2,5	108	110	55	55
25	Сталь 40 $\sigma_b=680$ МПа	Поковка с коркой	Растачивание глухого	42	48	45	65

			отверстия				
26	Серый чугун HB200	Отливка без корки	Растачивание сквозного отверстия Rz20	73	75	50	50
27	Сталь 38Х $\sigma_b=680$ МПа	Прокат без корки	Растачивание глухого отверстия Rz20	48	50	30	45
28	Серый чугун HB160	Отливка с коркой	Растачивание сквозного отверстия	112	118	50	50
29	Сталь 40ХН $\sigma_b=700$ МПа	Поковка без корки	Растачивание сквозного отверстия Rz20	58	60	55	55
30	Серый чугун HB170	Отливка с коркой	Растачивание глухого отверстия	126	133	30	100

Необходимо:

1. Начертить схему обработки;
2. Выбрать режущий инструмент;
3. Назначить режимы резания;
4. Определить машинное время.

## 2.1 Ход работы

2.1.1 Изучить краткие теоретические сведения к практическому занятию

2.1.2 Подготовить ответы на контрольные вопросы

2.1.3 Аналитический расчет режимов резания

2.1.4 Исходя из заданных условий, начертить схему обработки детали

2.1.5 Выбрать резец и установить его геометрические параметры:

$$\alpha = ; \gamma = ; \varphi = ; \varphi_1 = ; \lambda = ; r = ;$$

Геометрические параметры резца  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $\varphi$ ,  $\varphi_1$ ,  $\lambda$ ,  $r$  выбрать по таблицам в зависимости от обрабатываемого материала и состояния заготовки.

**Таблица 4**

Материал заготовки	$\alpha^\circ$		$\gamma^\circ$
	Черновая обработка	Чистовая обработка	
Сталь конструкционная	8	12	10
Чугун серый	8	10	5

**Таблица 5**

$\varphi^\circ$	$\varphi_1^\circ$	Условия работы
45	45	Точение на проход, подрезка сплошного торца и торца втулки
60	30	Растачивание сквозного отверстия
90	10	Подрезка торца уступа, обтачивание в упор и растачивание глухого отверстия

**Таблица 6**

$\lambda^\circ$	Условия работы
0	Точение и растачивание стали и чугуна резцами с $\varphi = 90^\circ$
5	Точение и растачивание стали
5	Точение и растачивание чугуна

Радиус при вершине резца для проходных, подрезных и расточных твердосплавных резцов  $r=0,8$  мм

#### 2.1.6 Назначить режимы резания

- Определить глубину резания  $t$ , мм
- Назначить подачу  $S_0$ , мм/об [1] табл. 11 стр.266

табл. 12 стр.267

табл. 14 стр.268

Откорректировать подачу по паспорту станка [3] стр.421

$$S_{ок} = .$$

- Назначить период стойкости  $T$ , мин

$$T=30\dots60 \text{ мин}$$

- Рассчитать скорость резания по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^X \cdot S^y} \cdot K_v \text{ (м/мин) [1] стр.265}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{\phi} \cdot K_{\phi 1}$$

- Определить частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} ; \text{ (мин}^{-1}\text{)}$$

- Откорректировать частоту по паспорту станка [3] стр.421

$$n_{\text{КОР}} = ;$$

(корректировку производить в меньшую сторону, или же « $n_{\text{КОР}}$ » не должно превышать « $n$ » более чем на 5%)

- Определить действительную скорость резания

$$v_{\text{Д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} ; \text{ (м/мин)}$$

- Рассчитать главную составляющую силы резания  $P_Z$  по формуле:

$$P_Z = 10 C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{y_{Pz}} v^{n_{Pz}} \cdot K_{Pz} ; \text{ (Н) [1] стр.271}$$

$$K_{Pz} = K_{MPz} \cdot K_{\phi Pz} \cdot K_{\gamma Pz} \cdot K_{\lambda Pz}$$

- Определить мощность резания по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} ; \text{ (кВт) [1] стр.271}$$

- Проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta ;$$

где  $N_{\text{д}}$  – мощность двигателя, кВт [3] стр.421

$\eta$  – КПД станка

2.1.7 Определить машинное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_k \cdot S_{\text{ок}}} ; (\text{мин})$$

2.1.8 Табличный расчёт режимов резания

2.1.9 Назначить режимы резания

\*Определить глубину резания  $t$ , мм

\*Назначить подачу  $S_o$ , мм/об [2] стр.22-25

Откорректировать подачу по паспорту станка

$$S_{\text{ок}} = .$$

\*Назначить период стойкости  $T$ , мин [2] стр.26-27

\*Определить скорость резания

$$v = v_{\text{табл.}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (\text{м/мин}) [2] \text{ стр.29-34}$$

\*Определить частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} ; (\text{мин}^{-1})$$

\*Откорректировать частоту по паспорту станка [3] стр.421

$$n_{\text{кор}} = ;$$

\*Определить действительную скорость резания

$$v_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} ; (\text{м/мин})$$

\*Определить мощность, затрачиваемую на резание [2] стр.70-72

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл1}} \cdot K_N \cdot t \cdot \frac{v}{100} ; (\text{кВт})$$

\*Проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta$$

2.1.10 Определить машинное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_k \cdot S_{\text{ок}}} ; (\text{мин})$$

2.1.11 Сделать вывод о проделанной работе

### **3. Содержание отчета**

- 3.1 Номер и название работы
- 3.2 Цель работы
- 3.3 Задание и данные к заданию согласно варианта
- 3.4 Аналитический расчет режимов резания
- 3.5 Табличный расчет режимов резания
- 3.6 Вывод о проделанной работе

### **4. Контрольные вопросы**

- 4.1 Последовательность назначения режимов резания.
- 4.2 Как назначается подача?
- 4.3 Проверка выбранных элементов режимов резания.
- 4.4 Формула для подсчета машинного времени

### **5. Литература**

- 5.1 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. «Справочник технолога - машиностроителя» 2-ой т., М., Машиностроение, 1985г.;
- 5.2 Барановский Ю.В. «Режимы резания металлов», М., Машиностроение, 1972;
- 5.3 Нефедов Н.А., Осипов К.А. «Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту», М., Машиностроение, 1990г.

## Расчет и табличное определение режимов резания при сверлении

**Цель работы:** Усвоение методики и приобретение практических навыков в расчете режимов резания при сверлении аналитическим и нормативным (табличным) способами.

### 1. Расчетные формулы

Элементы режимов резания при сверлении:

1. Глубина резания –  $t$ , мм

- При сверлении:

$$t = \frac{D}{2} \quad ; \text{ (мм)}$$

- При рассверливании:

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

где  $D$  – диаметр предварительного отверстия, в мм;

$d$  – диаметр окончательного отверстия, в мм.

2. Скорость резания

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad ; \text{ (м/мин)}$$

где  $D$  – диаметр сверла, в мм

$n$  – частота вращения шпинделя, в об/мин

3. Основное (машинное) время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_k \cdot S_{ок}} \quad ; \text{ (мин)}$$

где  $L$  – рабочий ход сверла, мм;

$i = 1$  – число проходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, в об/мин

$S_o$  – обратная подача, мм/об

$$L = y + l + \Delta, \text{ (мм)}$$

где  $y$  – величина врезания, в мм

при сверлении:  $y = t \cdot \operatorname{ctg} \varphi = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$  ; (мм)

при рассверливании:  $y = \frac{D - d}{2} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$  ; (мм)

При нормальной заточке сверла (Н) –  $y \approx 0,3D$ ; при двойной (Д) –  $y \approx 0,4D$

$l$  – глубина отверстия, в мм;

$\Delta$  – величина перебега, в мм

для сквозного отверстия  $\Delta = 1 \dots 3$  мм

для глухого отверстия  $\Delta = 0$

## 2. Практические задания

### Задача №1

На вертикально-сверлильном станке мод. 2Н135 производится сверление отверстия диаметром  $D$  мм на глубину  $l$  мм. Система СПИД – средней жесткости.

#### Данные к задаче

Таблица 1

№ вар.	Материал заготовки	$D$ , мм	$l$ , мм	Вид отверстия
1	Сталь Ст.3, $\sigma_B = 460$ МПа	15	60	Глухое
2	Серый чугун, НВ160	16	65	Сквозное
3	Сталь 40, $\sigma_B = 560$ МПа	18	70	Глухое
4	Серый чугун, НВ180	20	45	Сквозное
5	Серый чугун, НВ190	18,5	30	Сквозное
6	Серый чугун, НВ210	19,5	50	Глухое

7	Сталь 45ХН, $\sigma_B = 740\text{МПа}$	17	60	Глухое
8	Сталь 20, $\sigma_B = 500\text{МПа}$	20	50	Сквозное
9	Серый чугун, НВ150	15,5	40	Сквозное
10	Сталь 50, $\sigma_B = 650\text{МПа}$	20	40	Сквозное
11	Серый чугун, НВ220	10	50	Сквозное
12	Сталь 45Х, $\sigma_B = 750\text{МПа}$	14	30	Сквозное
13	Серый чугун, НВ170	17,5	25	Сквозное
14	Сталь 20ХН, $\sigma_B = 700\text{МПа}$	13	30	Сквозное
15	Сталь 65Г, $\sigma_B = 700\text{МПа}$	15	28	Сквозное
16	Сталь 35, $\sigma_B = 580\text{МПа}$	16,5	40	Сквозное
17	Серый чугун, НВ160	20	50	Глухое
18	Серый чугун, НВ180	18	60	Глухое
19	Серый чугун, НВ190	17	70	Сквозное
20	Серый чугун, НВ220	10	42	Сквозное
21	Сталь 45, $\sigma_B = 600\text{МПа}$	19,5	30	Глухое
22	Сталь 20Х, $\sigma_B = 650\text{МПа}$	15	45	Глухое
23	Сталь 30ХГТ, $\sigma_B = 800\text{МПа}$	12,5	60	Сквозное
24	Сталь 60, $\sigma_B = 670\text{МПа}$	13	26	Сквозное
25	Сталь 60Г, $\sigma_B = 700\text{МПа}$	15	40	Глухое
26	Серый чугун, НВ170	15,5	45	Сквозное
27	Серый чугун, НВ220	14	25	Глухое
28	Серый чугун, НВ200	18	70	Сквозное
29	Сталь 45ХН, $\sigma_B = 740\text{МПа}$	10,5	40	Сквозное
30	Сталь 35, $\sigma_B = 530\text{МПа}$	11	50	Глухое
31	Сталь 40Х, $\sigma_B = 750\text{МПа}$	12	50	Сквозное
32	Сталь 38ХС, $\sigma_B = 830\text{МПа}$	20	35	Глухое

Необходимо:

1. Начертить схему обработки;
2. Выбрать режущий инструмент;
3. Назначить режимы резания;
4. Определить машинное время.

## 2.1 Ход работы

2.1.1 Изучить краткие теоретические сведения к практической работе

2.1.2 Подготовить ответы на контрольные вопросы

2.1.3 Аналитический расчет режимов резания

2.1.4 Исходя из заданных условий, начертить эскиз сверления отверстия

2.1.5 Выбрать режущий инструмент и установить его геометрические параметры, назначить материал режущей части сверла, форму заточки сверла

2.1.6 Назначить режимы резания

- Определить глубину резания  $t$ , мм
- Назначить подачу  $S$ , мм/об [1] табл. 25 стр.277

Откорректировать подачу по паспорту станка [3] стр.422

$$S_k = .$$

- Проверить подачу по осевой составляющей силы резания

$$P_o < P_{max}$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p ; (H) [1] \text{ стр.277}$$

где  $C_p$  – коэффициент, учитывающий материал заготовки;

$D$  – диаметр отверстия, в мм;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий конкретные условия обработки.

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степени  $q$ ,  $y$  в зависимости от обрабатываемого материала приведены в табл. 32, стр.281,

Значение коэффициента  $K_p = K_{mp}$ , учитывающего конкретную марку обрабатываемого материала, приведено в табл. 9, стр.264.

Для станка мод. 2Н135  $P_{max} = 15000\text{Н}$  [3], стр.422

При выполнении условия  $P_0 < P_{max}$ , принимаем  $S = S_k$

- Определить скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v ; (\text{м/мин}) [1], \text{стр.276}$$

где значения коэффициента  $C_v$  и показателей степени  $q$ ,  $m$ ,  $y$  приведены в табл.28, стр.278,

значение периода стойкости  $T$ , мин приведено в табл.30, стр.279

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{lv}$$

где коэффициенты  $K_{Mv}$ ,  $K_{Iv}$ ,  $K_{lv}$  приведены на стр. 261, 263, 280 соответственно.

- Определить частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} ; (\text{об/мин})$$

Откорректировать частоту по паспорту станка [3], стр.422

$$n_{кор} = ;$$

- Определить действительную скорость резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кор}}{1000} ; (\text{м/мин})$$

- Определить крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p ; (\text{Н}\cdot\text{м}) [1], \text{стр.277}$$

где значения коэффициента  $C_M$  и показателей  $q, y$  приведены в табл.32, стр.281,

значения коэффициента  $K_p = K_{mp}$  – в табл.9, стр.264

- Определить мощность резания

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n_{кор}}{9750} ; (\text{кВт})$$

- Проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{рез} \leq N_{шп}$$

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta ;$$

где  $N_d$  – мощность двигателя, кВт [3], стр.422

$\eta$  – КПД станка.

#### 2.1.7 Определить машинное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n_k \cdot S_{ок}} ; (\text{мин})$$

#### 2.1.8 Табличный расчет режимов резания

#### 2.1.9 Назначить режимы резания

- Определить глубину резания  $t$ , мин
- Назначить подачу  $S_o$ , мм/об [2], стр.110-112

Откорректировать подачу по паспорту станка  $S_{ок} =$  .

- Назначить период стойкости  $T$ , мин [2], стр.114
- Определить скорость резания

$$v = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 ; (\text{м/мин}) [2], \text{стр.115}$$

где  $K_1$  – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала, стр.116

$K_2$  – коэффициент, зависящий от стойкости инструмента, стр.116

$K_3$  – коэффициент, зависящий от отношения длины резания к диаметру, стр.117

- Определить частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} ; (\text{мин}^{-1})$$

Откорректировать частоту по паспорту станка [3], стр.421

$$n_{\text{кор}} = ;$$

- Определить действительную скорость резания

$$v_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} ; (\text{м/мин})$$

- Определить силу резания

$$P_o = 10P_{\text{табл}} \cdot K_p ; (\text{Н})$$

$P_{\text{табл}}$  принять по [2], стр.124

$K_p$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [2], стр.126

- Определить мощность, затрачиваемую на резание

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \cdot K_N \cdot \frac{n_k}{1000} ; (\text{кВт}); [2], \text{стр.126}$$

где  $N_{\text{табл}}$  принять по [2], стр.127

$K_N$  - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала [2], стр.128

- Проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{д}} \cdot \eta$$

2.1.10 Определить машинное время

$$T_o = \frac{L}{n_k \cdot S_k} ; \text{ (мин)}$$

2.1.11 Сделать вывод о проделанной работе

### **3. Содержание отчета**

3.1 Номер и название работы

3.2 Цель работы

3.3 Задание и данные к заданию согласно варианта

3.4 Аналитический расчет режимов резания

3.5 Табличный расчет режимов резания

3.6 Вывод о проделанной работе

### **4. Контрольные вопросы**

4.1 Последовательность назначения режимов резания при сверлении.

4.2 Проверка выбранных элементов режимов резания.

4.3 Формула для подсчета машинного времени

### **5. Литература**

5.1 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. «Справочник технолога - машиностроителя» 2-ой т., М., Машиностроение, 1985г.;

5.2 Барановский Ю.В. «Режимы резания металлов», М., Машиностроение, 1972г.;

5.3 Нефедов Н.А., Осипов К.А. «Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту», М., Машиностроение, 1990

## Расчет режимов резания при фрезеровании

Цель работы: Приобрести практические навыки при расчете режимов резания при фрезеровании.

### 1. Расчетные формулы

Элементы режимов резания при цилиндрическом фрезеровании:

1. Глубина резания,  $t$  (мм) – это слой материала, срезаемый за один проход и измеренный в направлении, перпендикулярном к обрабатываемой поверхности;
2. Ширина фрезерования,  $B$  (мм) – это величина обрабатываемой поверхности, измеренная в направлении, параллельном оси фрезы;
3. Подача на зуб,  $S_z$  (мм/зуб) – это величина продольного перемещения заготовки при повороте фрезы на один зуб или угол  $\varepsilon = \frac{360^\circ}{z}$ ,  $z$  – число зубьев фрезы;

4. Подача на оборот,  $S_o$  (мм/об) – это величина продольного перемещения заготовки за один оборот фрезы:

$$S_o = S_z \cdot z ;$$

5. Минутная подача,  $S_{\text{мин}}$  (мм/мин) – это величина продольного перемещения заготовки за одну минуту:

$$S_{\text{мин}} = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n ;$$

6. Скорость резания

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} ; \text{ (м/мин);}$$

7. Основное (машинное) время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_o \cdot n} ; \text{ (мин);}$$

где  $L = y + l + \Delta$ , (мм)

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$y$  – величина врезания, мм

$$y = \sqrt{t(D - t)}$$

$\Delta$  - величина перебега, мм

$$\Delta = 2 \dots 5 \text{ мм}$$

## 2. Практические задания

### Задача №1

На горизонтально – фрезерном станке мод. 6Т82Г производится цилиндрическое фрезерование плоской поверхности шириной  $B$  мм, длиной  $l$  мм, припуск на обработку  $h$  мм. Материал заготовки - \_\_\_\_\_, вид заготовки - \_\_\_\_\_, характер обработки - \_\_\_\_\_.

#### Данные к задаче

Таблица 1

Материал заготовки				Вид заготовки и состояние поверхности	Размеры обрабатываемой поверхности		Припуск на обработку $h$ , мм	Характер обработки	Жесткость системы СПИД
№ вар.	Марка	$\sigma_b$ , МПа	НВ		Ширина $B$ , мм	Длина $l$ , мм			
1	Сталь50	700	-	Поковка с коркой	65	100	3,0	Черновая	Повышенная
2	Сталь55	750	-		60	120	4,5		
3	Сталь30Г	600	-		75	150	4		
4	Сталь40Х	650	-		55	200	3,5		
5	Сталь45Г	750	-		70	320	4		
6	СЧ15	-	160	Отливка без корки	60	700	2,0	Чистовая Ra1,6	Средняя
7	СЧ12	-	200		55	650	2,5		
8	СЧ12	-	170		75	500	1,5		
9	СЧ24	-	220		70	600	2,5		

10	Сталь20Х	650	-	Поковк а без корки	65	500	2,0	Чистовая Ra1,6	Средняя
11	Сталь 38ХС	800	-		55	440	1,0		
12	Сталь 40ХН	760	-		70	425	2,5		
13	Сталь50Г Сталь30Х Сталь70 Сталь40 Сталь40ХГС Сталь35	650	-	Поковк а без корки	70	300	1,5	Чистовая Ra3,2	Пониженная
14		650	-		60	200	2,5		
15		750	-		65	300	3,0		
16		650	-		75	400	2,5		
17		650	-		55	350	2,0		
18		500	-		50	550	1,5		
19	СЧ18	-	200	Отливка с коркой	70	300	3,5	Чернова я	Средняя
20	СЧ24	-	210		75	400	4,0		
21	СЧ15	-	150		70	500	3,0		
22	СЧ21	-	180		60	600	4,5		
23	Сталь45Х	700	-	Прокат без корки	70	200	1,5	Чистовая Ra3,2	Пониженная
24	Сталь40Х	760	-		50	150	2,0		
25	Сталь15Х	650	-		60	200	2,5		

2 6									
2 7	Сталь35	500	-		50	300	4,0		
2 8	Сталь20ХГС	650	-		60	400	3,5		
2 9	Сталь40	650	-	Поковк а с коркой	80	350	4,5	Чернова я	Повышенная
3 0	Сталь70	750	-		100	250	3,0		
3 1	Сталь30Г	500	-		70	200	4,5		
3 2	Сталь40ХН	700	-		60	100	3,5		
	Сталь20Х	650	-		55	175	3		

Необходимо: 1. Начертить схему обработки;

2. Выбрать режущий инструмент;
3. Назначить режимы резания;
4. Определить машинное время.

## 2.Ход работы

2.1Изучить краткие теоретические сведения к практическому занятию

2.2Подготовить ответы на контрольные вопросы

2.3 Начертить схему обработки

2.4 Выбрать режущий инструмент:

- Тип фрезы;
- Материал режущей части

Определить длину фрезы  $L_{фр} = B + (3...10)мм$

По ГОСТ 3752- выбираем фрезу

$$L_{\text{фр}} = \quad \text{мм}$$

$$D_{\text{фр}} = \quad \text{мм}$$

$$Z =$$

2.5 Назначить режимы резания

2.6 1) Определить глубину резания  $t$ , мм

$$t = h$$

2.7 2) Назначить подачу на зуб  $S_z$  (мм/зуб)

- при черновом фрезеровании - [1], стр.283, табл.34

- при чистовом фрезеровании - [1], стр.285, табл.37  $\rightarrow S_z = \frac{S_o}{z}$  ;  
(мм/зуб)

2.8 3) Назначить стойкость фрезы  $T$  (мин) [1], стр.290, табл.40

2.9 4) Определить скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D_{\text{фр}}^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v ; \text{ (м/мин) [1], стр.282}$$

где значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени – стр.286, табл.39;

$$K = K_{M_v} \cdot K_{П_v} \cdot K_{И_v}$$

где  $K_{M_v}$  - стр.261-262, табл.1,2

$K_{П_v}$  - стр.263, табл.5

$K_{И_v}$  - стр.263, табл.6

2.10 5) Определить частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D_{\text{фр}}} ; \text{ (мин}^{-1}\text{)}$$

2.11 6) Откорректировать частоту вращения шпинделя по паспорту станка [2]стр.422

$$n_{\text{кор}} = ;$$

2.12 7) Определить действительную скорость резания

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{кор}}}{1000} ; \text{ (м/мин)}$$

2.13 8) Определить минутную подачу

$$S_{\text{мин}} = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n , \text{ (мм/мин)};$$

2.14 9) Откорректировать минутную подачу по паспорту станка [2]стр.422

$$S_{\text{мин.к}} = ;$$

2.15 10) Определить действительную подачу на зуб

$$S_{z_d} = \frac{S_{\text{мин.к}}}{Z \cdot n_k} ; \text{ (мм/зуб)};$$

2.16 11) Определить окружную силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_{z_d}^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_k^{\omega}} \cdot K_p \quad (\text{Н}); \quad [1], \text{ стр.282}$$

где значение коэффициента  $C_p$  и показателей степени – стр.291, табл.41

$$K_p = K_{\text{МР}} \quad - \text{ стр.264, табл.9};$$

2.17 12) Определить мощность затрачиваемую на резание

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_z \cdot v_d}{1020 \cdot 60} ; \text{ (кВт)} \quad [1], \text{ стр.271}$$

2.18 13) Проверить достаточность мощности привода станка из условия

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta \quad [2] \text{стр.422}$$

2.19 14) Определить основное время

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_{\text{мен}}} ; (\text{мин})$$

2.20 Сделать вывод о проделанной работе

### **3. Содержание отчета**

3.1 Номер и название работы

3.2 Цель работы

3.3 Задание и данные к заданию согласно варианта

3.4 Расчет режимов резания

3.5 Вывод о проделанной работе

### **4. Контрольные вопросы**

4.1 Какое фрезерование называется встречным?

4.2 Какое фрезерование называется попутным?

4.3 Последовательность назначения режимов резания при фрезеровании

4.4 Формула для подсчета машинного времени

### **5. Литература**

5.1 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. «Справочник технолога – машиностроителя» 2-ой т., М., Машиностроение, 1985г.;

5.2 Нефедов Н.А., Осипов К.А. «Сборник задач и примеров по резанию металлов и Режущему инструменту», М., Машиностроение, 1990г.;

5.3 ГОСТ 3752-91

## Расчет режимов резания при протягивании

**Цель работы:** приобрести практические навыки по расчету режимов резания при протягивании.

### 1. Задание

На горизонтально протяжном станке модели 7534 производится протягивание цилиндрического отверстия диаметром  $D$ , длиной  $l$ , параметр шероховатости  $R_a$ . Обрабатывается одна заготовка. Протяжка круглая, материал Р6М5.

Данные для расчета выбираются в соответствии с таблицей 1:

- а) Материал заготовки;
- б) Для данного обрабатываемого диаметра по качеству соответствует шероховатость поверхности соответственно: ДН8 -  $R_a = 3,2$  мкм, для ДН7 -  $R_a = 1,6$  мкм;
- в)  $S_Z$  – подача (подъем) зубьев, мм;
- г) Конструктивные элементы протяжки:

$L$  – общая длина, мм;

$l_1$  – длина протяжки до первого зуба, мм;

$t$  – шаг режущих зубьев, мм.

Необходимо:

1. Начертить схему протягивания
2. Назначить схему протягивания
3. Назначить режимы резания
4. Определить основное время

Данные к практической работе

Таблица 1

№ вар	Материал заготовки	Размеры отверстия		Подача зубьев $S_z$	Конструктивные элементы протяжки					Применение охлаждения
		D	l		L	$l_1$	t	$\gamma$	$\alpha$	
1	Сталь 20 HB180	32H8	85	0,025	510	265	8	18	3	Эмульсия 20%
2	Серый чугун HB190	50H8	75	0,05	565	285	13	8	3	Без СОЖ
3	Сталь 40X HB200	45H7	78	0,025	580	275	10	15	3	Эмульсия 20%
4	Серый чугун HB170	60H8	100	0,05	850	320	16	5	3	Без СОЖ
5	Сталь 38XH HB215	65H8	110	0,025	880	320	18	15	3	Сульфозфрезол
6	Сталь 30XГС HB210	35H7	84	0,025	510	265	8	12	3	Эмульсия 20%
7	Сталь 38X HB210	40H7	92	0,025	545	275	9	15	3	Эмульсия 20%
8	Серый чугун HB220	55H7	105	0,05	550	285	12	5	3	Без СОЖ
9	Сталь 45 HB195	23H8	90	0,02	510	265	8	15	3	Эмульсия 20%
10	Сталь 20XH3A HB232	70H7	125	0,025	930	335	20	12	3	Сульфозфрезол
11	Сталь 45X HB225	35H8	105	0,025	400	260	7	12	3	Без СОЖ
12	Серый чугун HB200	47H7	95	0,05	410	265	8	5	3	Без СОЖ
	Сталь 20XH HB180	46H7	80	0,025	420	270	9	13	3	Эмульсия 20%
14	Серый чугун HB210	48H7	85	0,02	430	275	10	5	3	Без СОЖ
15	Сталь 40 HB195	50H7	90	0,015	440	280	11	14	3	Эмульсия 20%
16	Серый чугун HB250	52H8	75	0,025	450	285	12	5	3	Без СОЖ
17	Сталь 5 HB180	55H8	70	0,05	460	290	13	15	3	Эмульсия
18	Серый чугун HB170	57H7	92	0,02	700	215	14	5	3	Без СОЖ

19	Сталь 38ХН3А НВ240	60Н7	97	0,025	650	300	15	16	3	Сульфифрезол
20	Сталь 40ХГМ НВ280	62Н7	87	0,02	470	305	16	17	3	Сульфифрезол
21	Серый чугун НВ175	63Н7	92	0,025	480	310	17	5	3	Без СОЖ
22	Сталь У10 НВ330	64Н7	105	0,05	490	320	18	18	3	Эмульсия
23	Сталь 40ХН НВ270	65Н7	80	0,02	900	260	19	12	3	Эмульсия
24	Сталь Ст2 НВ220	66Н7	85	0,025	600	272	20	13	3	Эмульсия
25	Сталь Ст3 НВ220	67Н7	90	0,05	620	283	8	14	3	Эмульсия
26	Сталь 60Г НВ230	30Н8	95	0,015	700	287	9	15	3	Эмульсия
27	Сталь У10 НВ230	32Н8	100	0,015	720	292	10	16	3	Эмульсия
28	Серый чугун НВ220	55Н7	25	0,02	710	300	20	5	3	Без СОЖ
29	Сталь 38ХС НВ220	60Н7	30	0,025	650	302	11	17	3	Эмульсия
30	Серый чугун НВ160	70Н7	35	0,025	700	305	12	5	3	Без СОЖ

## 2. Ход работы

2.1 Подготовить ответы на контрольные вопросы

2.2 Начертить схему резания [2, стр.263]

2.3. Назначить схему резания

(при длине обрабатываемой поверхности свыше 70 мм применить прогрессивную схему резания с числом зубьев в секции 2, в остальных случаях – профильную)

2.4 Назначить режимы резания

2.4 .1 Сила резания при протягивании  $P_z$ , Н, определяется по формуле [1, стр.300]

$$P_z = P \cdot \Sigma B ,$$

где  $P$  – сила резания на 1 мм длины лезвия зуба протяжки,  $H$ , зависящая от обрабатываемого материала и величины подачи  $S_z$ ;

$\Sigma B$  – наибольшая суммарная длина лезвий всех одновременно работающих режущих зубьев, мм.

Наибольшая суммарная длина лезвий определяется по формуле

$$\Sigma B = \frac{B \cdot Z_i}{Z_c},$$

где  $B$  – периметр резания, мм;

$Z_i$  – наибольшее число одновременно работающих режущих зубьев, шт;

$Z_c$  – число зубьев в секции протяжки при прогрессивной схеме резания, шт. (при профильной или генераторной схемах резания  $Z_c = 1$  шт)

Периметр резания вычисляется по формуле

$$B = \pi \cdot D,$$

где  $\pi$  – постоянная,  $\pi = 3,14$ ;

$D$  – наибольший диаметр протяжки, мм.

Число одновременно режущих зубьев протяжки вычисляется по формуле

$$Z_i = \frac{l}{t+1},$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм;

$t$  – шаг режущих зубьев, мм.

Вычисленное значение  $Z_i$  округляется до ближайшего целого числа.

2.4.2 Проверяется условие:  $P_z \leq Q$ ,

где  $Q$  – номинальное тяговое усилие станка, Н.

(находится по паспорту станка) [2, с.426]

2.4.3 Устанавливается нормативная скорость резания в зависимости от группы скорости резания  $v$ , м/мин, в соответствии с таблицей [1, с.299].

Группа скорости резания при протягивании выбирается по таблице [1, с.299, т. 53] в соответствии с материалом обрабатываемой детали и его твердостью HB.

Проверяется условие:  $v \leq v_{п.н.н.н.б.}$ ,

где  $v_n$  – скорость рабочего хода протяжки по паспортным данным станка, м/мин.

2.4.4 Определяется максимальная скорость рабочего хода станка, допускаемая мощностью электродвигателя станка  $v_{доп}$ , м/мин, по формуле

$$v_{доп} = \frac{60 \cdot 1020 \cdot N_d \cdot \eta}{P_z},$$

где  $N_d$  - мощность электродвигателя станка, кВт;

$P_z$  - сила резания при протягивании, Н;

$\eta$  – КПД станка.  $\eta = 0,8$ .

Проверяется условие:  $v \leq v_{доп}$

В качестве рабочей скорости принимается наименьшая из сравниваемых скоростей главного движения.

2.4.5 Определяется стойкость протяжки в соответствии с таблицей 2

Примечание: при длине протягивания свыше 50 мм табличные значения повышать примерно на 20%

**Таблица 2**

Обрабатываемый материал	Вид протяжки	
	Круглая	
	Выдерживаемый квалитет точности при обработке	
	H7	H8
	Стойкость протяжки между переточками (суммарная длина протянутой поверхности) $T_1$ , м	

Сталь НВ < 229	55	70
Сталь НВ 229 - 300	35	55
Чугун	70	90

3.4 Определить основное (машинное) время  $T_o$ , мин

$$T_o = \frac{(L_{р.х} \cdot K)}{(1000 \cdot v)}$$

где  $L_{р.х}$  – длина рабочего хода протяжки, мм;

$K$  – коэффициент, учитывающий отношение скорости рабочего хода к скорости обратного хода.

Длина рабочего хода протяжки вычисляется по формуле

$$K = \frac{1 + v}{v_{о.х}}$$

где  $v_{о.х}$  – скорость обратного хода, м/мин.

### 3. Содержание отчета

4.1 Номер и название работы

4.2 Цель работы

4.3 Задание и данные к заданию согласно варианта

4.4 Эскиз обработки

4.5 Расчеты

4.6 Вывод о проделанной работе

### 5. Контрольные вопросы

5.1 Сущность процесса протягивания

5.2 Виды протягивания

5.3 Конструктивные и геометрические элементы протяжки

5.4 Схемы резания при протягивании

5.5 Элементы режимов резания

## **5. Литература**

5.1 Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. «Справочник технолога – машиностроителя» 2-ой т., М., Машиностроение, 1985г.;

5.2 Нефедов Н.А., Осипов К.А. «Сборник задач и примеров по резанию металлов и Режущему инструменту», М., Машиностроение, 1990г.;



