



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ Ректор  
ФГБОУ ВО БГТУ

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00DF212636081B4F2FEC2C849AFF43F11D  
Владелец: Федонин Олег Николаевич  
Действителен: с 27.07.2023 до 19.10.2024

О.Н. Федонин

«28» мая 2024 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по учебной дисциплине  
**ОП.10 Процессы формообразования и инструментов**

Специальность:

**15.02.14 Оснащение средствами  
автоматизации технологических  
процессов и производств (по  
отраслям)**

Уровень образования выпускника:

среднее профессиональное образование  
(СПО)

Программа подготовки  
специалиста среднего звена  
(ППССЗ):

базовая

Присваиваемая квалификация:

Техник

Форма обучения:

очная

Срок получения СПО по ППССЗ:

3 года 10 месяцев

Уровень образования,  
необходимый для приема на  
обучение по ППССЗ:

основное общее образование

Год приема на обучение на 1-й  
курс:

2024

Брянск 2024

**Методические указания**  
по учебной дисциплине  
**ОП.10 Процессы формообразования и инструментов**  
(далее — МР)  
для специальности **15.02.14 Оснащение средствами**  
**автоматизации технологических процессов и производств**  
(по отраслям)

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

В.В. Антропова

МР рассмотрена и одобрена на заседании предметно-цикловой комиссии «Автоматизация технологических процессов и производств» ПК БГТУ (далее — ПЦК) от «28» мая 2024 г., протокол № 7

— —

Председатель ПЦК

Е.Г. Сергеева

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебной работе

Л.А. Лазарева

© *Василенко О.А.*  
© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет»

## Содержание

Практическая работа № 1 Расчет и конструирование токарных резцов

Практическая работа №2 Расчет режимов резания при точении

Практическая работа №3 Типовые узлы и механизмы станков

Практическая работа №5 Геометрия и конструкция сверл

Практическая работа №6 Расчет режимов резания при  
сверлении, зенкеровании и развертывании

Практическая работа №7-8 Расчет режимов резания при  
цилиндрическом и торцевом фрезеровании

Практическая работа №9 Расчет режимов резания при шлифовании

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №1

Тема: Расчет и конструирование токарных резцов.

Цель занятия: Приобретение умений и навыков расчета и конструирования резцов.

Материальное обеспечение :

1. Методические указания.
2. Справочник инструментальщика под ред. И.А. Ординарцева.- М.: Машиностроение. 1987г.

Порядок выполнения работы :

1. Анализ условия задачи - исходных данных.
2. Расчет и конструирование резца.
3. Выполнение эскиза.

### Введение

Каждый резец состоит из рабочей части (головки) и крепежной части (стержня или тела резца). Крепежная часть служит для закрепления резца на станке, а рабочая часть предназначена для обеспечения резания. На рис.1 показаны токарный проходной прямой правый резец и токарный отрезной резец. Рабочая часть резца – лезвие (головка) ограничена тремя поверхностями: передней, задней главной и задней вспомогательной. Главная режущая кромка образуется от пересечения передней и главной задней поверхностей, а вспомогательная режущая кромка – от пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей. Следует учесть, что резец отрезной имеет две задние вспомогательные поверхности, поэтому у таких резцов две вспомогательные режущие кромки. Место пересечения главной и вспомогательной режущих кромок называется вершиной резца.

Передней поверхностью называется та, по которой сходит стружка. На передней поверхности срезаемый слой деформируется и формируется в стружку: удельная сила деформации в среднем составляет около 150 кГ/мм<sup>2</sup>, что в пересчете составит 15 тонн на 1 см<sup>2</sup>. Такую большую нагрузку может выдержать только высокопрочный инструментальный материал, поэтому рабочая часть режущего инструмента выполняется из высокопрочной закаленной инструментальной стали или твердого сплава.

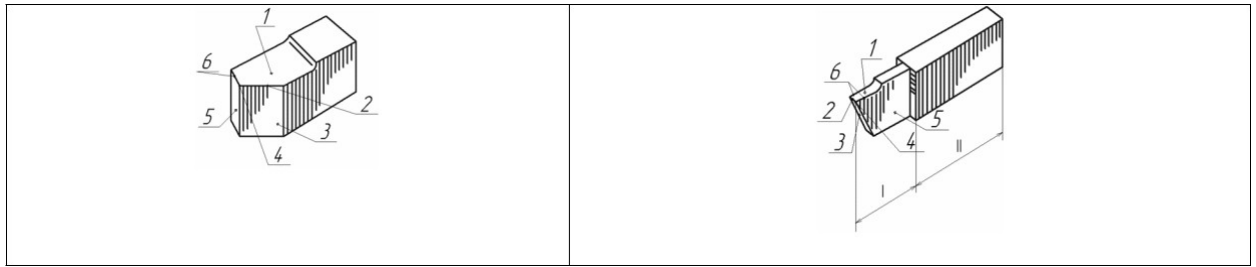


Рис. 1. Элементы рабочей части токарного проходного резца: 1 – передняя поверхность; 2 – главная режущая кромка; 3 – главная задняя поверхность; 4 – вершина резца; 5 – вспомогательная задняя поверхность; 6 – вспомогательная режущая кромка

**Классификация резцов.** Резцы классифицируют по направлению подачи, по форме и расположению головки.

По направлению подачи резцы разделяются на правые и левые. Метод определения резцов по подаче показан на рис. 2. На токарных станках правыми резцами работают справа налево (по направлению к передней бабке станка), а левыми – слева направо (по направлению к задней бабке станка).

По форме головки и ее расположению (рис. 3) резцы разделяются на прямые (рис.3а), отогнутые (рис.3б) и изогнутые (рис.3в). Кроме того, резцы подразделяются на резцы с оттянутыми (рис.3г) и обычными головками (рис.3е).

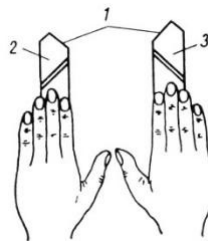


Рис. 2. Классификация резцов по направлению движения подачи:

1 – главные режущие кромки; 2 – левый резец; 3 – правый резец

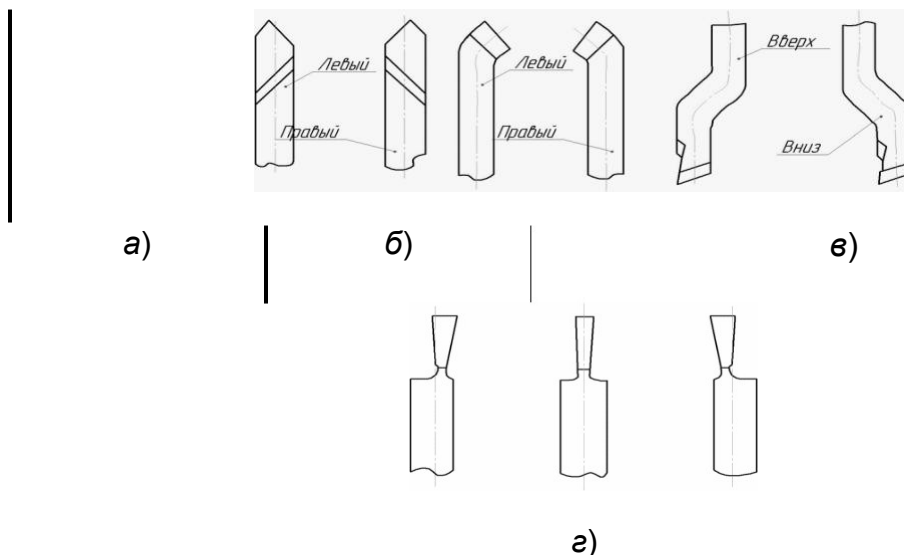


Рис.3. Классификация резцов по форме головки:

а - прямые, б - отогнутые, в - изогнутые, г - с оттянутой головкой

По способу изготовления есть цельные, составные и сборные резцы. Сборные конструкции режущих инструментов обеспечивают значительную экономию инструментальных материалов и снижение эксплуатационных расходов из-за возможности многократного использования корпуса и замены режущих элементов после их изнашивания.

Резцы, оснащенные многогранными твердосплавными пластинами с их механическим креплением к корпусу инструмента, широко распространены вследствие их преимуществ по сравнению с твердосплавными инструментами составной конструкции, у которых пластины с корпусом соединены пайкой.

Задача: Рассчитать и сконструировать составной токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава для чернового обтачивания вала из стали \_\_\_\_\_. Диаметр заготовки  $D = \text{_____}$  мм; глубина резания  $t = \text{_____}$  мм; вылет резца  $l = \text{_____}$  мм; подача резца на оборот заготовки  $S_0 = \text{_____}$  мм/об

Данные к задаче приведены в таблице 1

Таблица №1 – Исходные данные

| Вариант | Материал заготовки                | $D$ , мм | $t$ , мм | $S$ , мм | $l$ , мм |
|---------|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Т       | сталь                             |          |          |          |          |
| 1       | 40ХН $\sigma_B = 800 \text{ МПа}$ | 150      | 6        | 1,0      | 50       |
| 2       | 65Г $\sigma_B = 750 \text{ МПа}$  | 200      | 4        | 1,4      | 60       |
| 3       | ХГ $\sigma_B = 1000 \text{ МПа}$  | 75       | 2        | 0,25     | 45       |
| 4       | СТ 5 $\sigma_B = 450 \text{ МПа}$ | 100      | 3        | 0,35     | 65       |
| 5       | 45Х $\sigma_B = 900 \text{ МПа}$  | 120      | 4        | 0,5      | 40       |
| 6       | СТ 5 $\sigma_B = 600 \text{ МПа}$ | 125      | 5        | 0,8      | 55       |
| 7       | 40Г $\sigma_B = 890 \text{ МПа}$  | 220      | 2,5      | 0,3      | 70       |
| 8       | У7 $\sigma_B = 850 \text{ МПа}$   | 250      | 4,5      | 0,5      | 60       |
| 9       | СТ 3 $\sigma_B = 400 \text{ МПа}$ | 70       | 3,5      | 0,35     | 35       |
| 10      | 38ХА $\sigma_B = 900 \text{ МПа}$ | 90       | 2 5      | 0,2      | 40       |

### Методические указания

1. Материал для корпуса резца – углеродистая Сталь 50  
 $\sigma_b = 650 \text{ МПа}$  и допустимым напряжением на изгиб  $\sigma_{из} = 200 \text{ МПа}$

2. Главная составляющая силы резания

$$P_z = 9,81 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p \text{ (Н)}$$

$C_{p_x}, x, y, K_p$ ; - см. таблицу 2.

3. Ширину поперечного сечения корпуса «b» можно определить по формуле:

- для квадратного сечения  $b = h$

$$b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot P_z \cdot l}{\sigma_{из}}} \quad (\text{мм})$$

- для прямоугольного сечения  $h = 1,6 \cdot b$

$$1,6 \cdot b = h; b = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot P_z \cdot l}{2,56 \cdot \sigma_{\text{изг}}}} \quad (\text{мм})$$

Принимаем ближайшее сечение корпуса по таблице 3, где даны значения высоты  $h$ , соответствующие формуле  $h = 1,6 \cdot b$ .

4. Проверка прочности и жесткости корпуса резца:

– максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца,

$$P_{Z_{\text{доп}}} = \frac{b \cdot h^2 \cdot \sigma_{\text{изг}}}{6 \cdot l} \quad (\text{кГс})$$

- максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца,

$$P_{Z_{\text{жест}}} = \frac{3 \cdot f \cdot E \cdot I}{l^3} \quad (\text{кГс}),$$

$f = 0,1$  мм – стрела прогиба резца, допускаемая при черновом точении.

$E = 20000$  кгс/мм<sup>2</sup> – модуль упругости материала резца.

$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$  мм – момент инерции сечения корпуса резца.

12

Резец обладает достаточной прочностью и жесткостью, если соблюдается условие

$$P_{Z_{\text{доп}}} > P_z < P_{Z_{\text{жест}}}$$

5. Конструктивные размеры резца принимаем по СТ СЭВ 190 – 75, см. таблицу 4. Пластины твердого сплава принимаем по ГОСТ 2209 – 82. Материал пластины: - твердый сплав Т15К6, Т5К10, Т14К8.

6. Геометрические элементы лезвия выбираем по таблице 5.

7. Отделка передней поверхности и задней поверхности лезвия  $Ra=0,125$  мкм



8. выполняем эскиз резца с указанием габаритных размеров, формы и шероховатости поверхностей лезвия, основных углов лезвия.

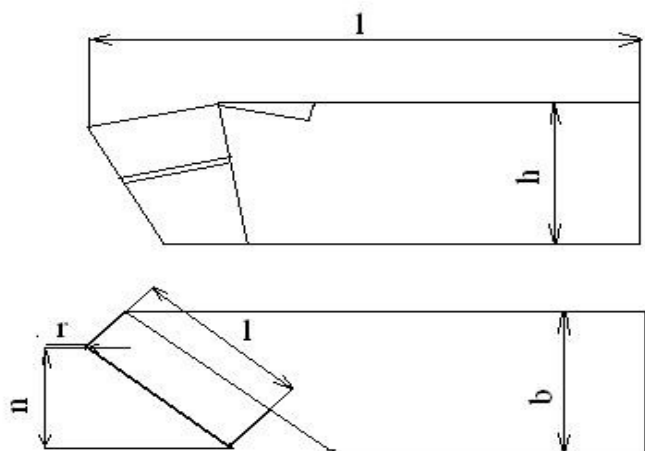


Таблица 2

| Материал рабочей части резца | Ср  | Х   | У    | Кр |
|------------------------------|-----|-----|------|----|
| Твердый сплав                | 300 | 1,0 | 0,75 | Км |
| Быстрорежущая сталь          | 200 | 1,0 | 0,75 | Км |

$$K_M = \left( \frac{\sigma_B}{750} \right)^n$$

где:

$n = 0,75$  – для твердого сплава заготовки  $\sigma_B \leq 600$  МПа

$n = 0,35$  – для быстрорежущей стали, заготовки  $\sigma_B \leq 600$  МПа

$n = 0,75$  – для твердосплавных и быстрорежущих резцов, заготовки  $\sigma_B > 600$  МПа

Таблица 3

| В (мм) | h (мм) | В (мм) | h (мм) |
|--------|--------|--------|--------|
| 10     | 16     |        |        |
| 12     | 20     |        |        |
| 16     | 25     | 32     | 50     |

|    |    |  |  |
|----|----|--|--|
|    |    |  |  |
| 20 | 32 |  |  |
| 25 | 40 |  |  |

Таблица 4

| в  | h  | L   | r   | l  | n | в  | h  | L   | r   | l  | n  |
|----|----|-----|-----|----|---|----|----|-----|-----|----|----|
| 10 | 16 | 100 | 0,5 | 8  | 5 | 25 | 40 | 200 | 2,0 | 20 | 14 |
| 12 | 20 | 120 | 1,0 | 10 | 6 | 20 | 32 | 170 | 1,5 | 16 | 12 |
| 16 | 25 | 140 | 1,0 | 12 | 8 | 32 | 50 | 200 | 2,0 | 20 | 14 |

Таблица 5

| Вид обработки                                   | Форма передней поверхности   | j  | j <sub>1</sub> | g     | a    |
|---|--|----|----------------|-------|------|
| Черновое точение резцами твёрдого сплава сталей | 1.Плоская с фаской $\lambda$<br>2. Радиусная с фаской $\lambda$ с радиусом R | 45 | 15 -10         | -5-10 | 6-12 |

Величина фаски  $\lambda$  для  $v=10-20\text{мм}$   $\lambda=0,4\text{мм}$

для  $v=25-32\text{мм}$   $\lambda=0,6\text{мм}$

для  $v=40-50\text{мм}$   $\lambda=0,9\text{мм}$

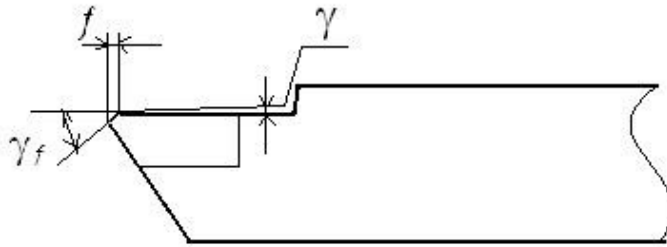
Угол фаски  $g_i = (-5)^\circ - (+10)^\circ$

Радиус лунки  $R = 4,0 \dots 6,0 \text{ мм}$

Глубина лунки  $0,1 \dots 0,15 \text{ мм}$

Ширина лунки  $B = 2,0 \dots 2,5 \text{ мм}$

## 1. Плоская с фаской



## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №2

Тема: Расчет режимов резания при точении.

Цель занятия: приобретение умений и навыков назначения режимов резания использования, справочной литературы.

**1. Материальное обеспечение:**

1) Методические указания к практической работе.

2) Справочная литература.

2.1) Справочник технолога-машиностроителя, том 2; под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение. 1985г.

2.2) Справочник инструментальщика под ред. И. А. Ординарцева, М.Машиностроение. 1987г.

Порядок выполнения работы:

1. Анализ исходных данных (условия задачи).

2. Выбор схемы резания.

3. Выбор режущего инструмента.

4. Назначение режима резания.

5. Определение основного технологического времени.

Задача: На токарно-винторезном станке модели 16К20 производится черновое наружное точение поверхности заготовки на проход, с охлаждением. Система С.П.И.Д. - жёсткая (средней жесткости). Размеры заготовки до обработки: Диаметр  $D = \dots$  мм; После обработки:  $d = \dots$  мм. Длина обрабатываемой поверхности  $l = \dots$  мм; материал заготовки... Состояние поверхности заготовки..., заготовка крепится в центрах и патроне поводковом. Резец примите с твердосплавной пластиной.

1. Начертить схему обработки.

2. Выбрать режущий инструмент.

3. Назначить режим резания.

4. Определить основное технологическое время.

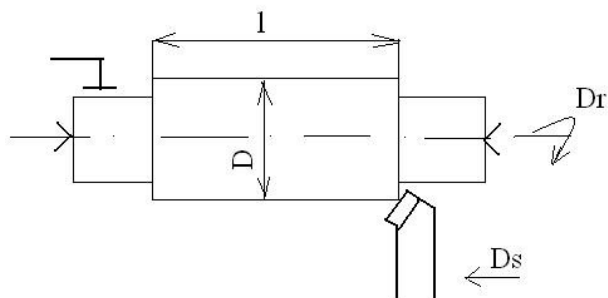
Данные к задаче приведены в таблице №1

Таблица №1 – исходные данные

| № варианта | Материал                        | Состояние поверхности заготовки | $D$ , мм | $d$ , мм | $l$ , мм | Сечение резца $B \times H$ , мм |
|------------|---------------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|---------------------------------|
| 1          | 2                               | 3                               | 4        | 5        | 6        | 7                               |
| 1          | Сталь 5<br>$\sigma_s=450$ МПа   | Отливка с коркой.               | 65       | 59h14    | 100      | 25x25                           |
| 2          | Сталь 15Г<br>$\sigma_s=600$ МПа | Прокат без корки.               | 40       | 39h12    | 200      | 25x25                           |
| 3          | Сталь 40Х<br>$\sigma_s=600$ МПа | Отливка без корки.              | 80       | 76h14    | 250      | 25x25                           |
| 4          | Сталь 40Л<br>200НВ              | Отливка с коркой                | 102      | 98h14    | 150      | 25x25                           |
| 5          | Сталь 20<br>$\sigma_s=500$ МПа  | Штамповка без корки             | 28       | 261h12   | 120      | 20x20                           |
| 6          | Сталь 40Х<br>$\sigma_s=620$ МПа | Поковка без корки               | 64       | 62h12    | 220      | 20x20                           |
| 7          | Сталь 20Л<br>$\sigma_s=500$ МПа | Отливка с коркой                | 86       | 80h14    | 210      | 25x25                           |
| 8          | Сталь 3<br>$\sigma_s=580$ МПа   | Отливка без корки               | 90       | 89h12    | ПО       | 25x25                           |
| 9          | Сталь 45<br>$\sigma_s=600$ МПа  | Прокат без корки.               | 103      | 100h14   | 180      | 25x25                           |
| 10         | Сталь 25Л<br>$\sigma_s=600$ МПа | Отливка с коркой.               | 90       | 84h14    | 160      | 25x25                           |

Методические указания:

## 2. Выбор схемы резания



**3. Выбор инструмента с напайной твердосплавной пластиной.**

Тип резца - 2.2, стр. 266. ...305,

Форма заточки  $A_g$  - 2.2, стр. 295...298.

Геометрия лезвия: - 2.2, стр. 304. ( $l, g, j$ );

$j_1$  - 2.2, стр. 305.  $l=0$ .

Материал лезвия - 2.1,  
стр. 116.

#### **4. Режим резания. Аналитический расчет**

##### **4.1 Глубина резания в мм**

$$t = \frac{h}{i} \quad \text{мм}$$

где  $i$  число проходов в зависимости от условий обработки  $i = 1$

$$h = \frac{D - d}{2} \quad \text{мм}$$

##### **4.2 Подача резца**

$$S_0 = S_T * K_s \quad \text{мм/об}$$

где  $S_T$  - табличное значение подачи

$S_T$  - 2.1, стр. 266, в зависимости от диаметра заготовки

$D$  сечения державки  $B \times H$  (по условию), глубины резания  $t$ .

$K_s$  - поправочный коэффициент, равен произведению коэффициентов, приведённых в примечании на стр. 266, справочник 2.1.

$K_s = 1$

Подача  $S_0$  корректируется по паспорту станка, приведенному в конце данной методики, принимаем ближайшее, меньшее значение.

##### **4.3 Период стойкости резца $T$ :**

при одноинструментальной обработке  $T = 45 \dots 60$  мин.

##### **4.4 Скорость главного движения резания $V$ :**

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S_0^y} * K_v$$

где  $C_v, m, x, y$ , - 2.1, стр 269. ,,270.  $K_v$  поправочный коэффициент на

условия обработки, равен произведению коэффициентов,

учитывающих материал заготовки  $K_{Mv}$  углы  $K_{jv}, K_{j'v}$

$$K_v = K_{Mv} * K_{Uv} * K_{nv} * K_{jv} * K_{jlv};$$

$$K_{Mv} = K_1 * \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^n$$

-2.1, стр. 261, 262,

где  $K_r$  - 2.1, стр. 262 (группа стали);  $n$  - 2.1, стр. 262 (степень);  $K_{Uv}$  и  $K_{nv}$  – 2/1 стр. 263;  $K_{jv}$  и  $K_{jlv}$  – 2.1, стр. 271.

4.5 Частота вращения шпинделя  $n$ :

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \text{ мин}$$

$n$  - корректируется по паспорту станка, принимаем ближайшее меньшее значение действительной частоты вращения  $n_\partial$

4.6 Действительная скорость резания  $V_\partial$ :

$$V_\partial = \frac{\pi * D * n_\partial}{1000}, \text{ м/мин}$$

4.7 Скорость подачи резца  $V_s$ :  $V_s = n_\partial * S_0$ , мм / мин

4.8 проверка выбранного режима резания ( $t$ ,  $S_0$ ,  $V_\partial$ ,  $V_s$ ) по мощности станка

$$N_p \leq N_{\text{шп}}$$

$$P_z * V_\partial$$

где  $N_p = \frac{P_z * V_\partial}{60 * 10^2}$ , кВт – мощность, затрачиваемая на резание

$$60 * 10^2$$

$N_{\text{шп}}$  – мощность шпинделя станка,  $N_{\text{шп}} = N_m * \eta$ , кВт где  $N_m$  - мощность электродвигателя по паспорту станка.

$\eta$  - К. П.Д. станка по паспорту

Если неравенство не соблюдается и  $N_p > N_{\text{шп}}$  то необходимо снизить режимы резания, т.к. мощности станка недостаточно для работы на рассчитанных режимах.

$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * V^n * K_p$ , кГс – главная составляющая силы резания где  $C_p$ ,  $x$ ,  $y$ ,  $n$  – 2.1 стр. 273 – 274.

$K_p = K_{mp} * K_{jp} * K_{gp} * K_{lp}$  - коэффициенты, учитывающие условия обработки.

$$K_{mp} = \left( \frac{\sigma_B}{75} \right)^n \quad - \text{учитывает материал заготовки и его } \sigma_B$$

$n$  - степень, на стр. 264, справочник 2.1;

$K_{jp}$ ,  $K_{gp}$ ,  $K_{lp}$  - учитывает углы лезвия резца – 2.1, стр 275

Итак  $t = \dots\dots\dots$  мм;  $i = \dots\dots\dots$ ;  $V_d = \dots\dots\dots$ ;  $V_s = \dots\dots\dots$ ;  $n_d \dots\dots\dots$ ;  $N_p \dots\dots\dots$ .

5. Основное технологическое время  $T_0$

$$T_o = \left( \frac{L}{V_s} \right)^{*1}, \text{ мин}$$

$L = l + y + \Delta$  мм – длина рабочего хода резца.

$y + \Delta$  - врезание и перебег резца.

$$y = t * ctgj, \text{ мм}$$

$$\Delta = 1..4, \text{ мм}$$

### Паспортные данные станка 16K20.

1. Величина подачи  $8, \text{ мм/об} : 0.05; 0.06; 0.075; 0.09; 0.1; 0.125; 0.15; 0.175; 0.2; 0.25; 0.3; 0.35; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 1; 1.2; 1.4; 1.6; 2; 2.4; 2.8.$
  2. Величина частоты вращения шпинделя  $n: 12.5; 16; 20; 25; 31.5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1250; 1600.$
- Мощность двигателя  $N_m = 10 \text{ кВт}$   
 К.П.Д.  $\eta = 0,75$

### 3. Режим резания. Табличный метод.

3.1

$$t = h / i, \text{ мм}$$

3.2  $S_o = S_T * K_s$  мм/об - корректируется по паспорту станка.

3.3  $T = 30$  мин

$$3.4 V = V_m * K_v \text{ мм/мин}$$

$$3.5 \quad 1000 * V$$

$$n = \frac{\text{-----}}{\pi * D}, \text{ мин}$$

$$3.6 \quad \pi * D * n_o$$

$$V_o = \frac{\text{-----}}{1000}, \text{ м/мин}$$

$$3.7 V_s = n_o * S_o, \text{ мм / мин}$$

$$3.8 N_p = N_m * K_N, \text{ кВт}$$

где  $N_m$  - табличное значение мощности резания в зависимости от материала заготовки и резца, глубины резания, диаметра заготовки, подачи, скорости резания  $V_o$ .



$$N_p \leq N_{\text{шт}}$$

Итак  $t = \dots$ ;  $S_0 = \dots$ ;  $V_0 = \dots$ ;  $V_s = \dots$ ;  $n_0$   
 $\dots$

4. Основное технологическое время  $T_0$

$$T_0 = \left( \frac{L}{V_s} \right)^* i, \text{ мин}$$

Сравнительная таблица 2 режимов резания и  
 основного времени, определённых аналитическим и табличным  
 методами:

Таблица 2.

| Элементы               | $S_0$ , мм/об | $V_0$ , м/мин | $n_0$ мин <sup>-1</sup> | $V_s$ , мм/мин | $T_0$ , мин |
|------------------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------|-------------|
| Аналитический<br>метод |               |               |                         |                |             |
| Табличный метод        |               |               |                         |                |             |

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №5

Тема: «Геометрия и конструкция сверл»

Цель: Приобрести умения и навыки по определению и измерению геометрических параметров сверла

Оборудование:

- сверло спиральное, цельное
- штангенциркуль
- линейка
- Универсальный угломер
- кронциркуль
- транспортир

Порядок выполнения работы:

- определение типа, назначения сверла
- анализ составных частей сверла
- определение материала режущей и крепежной частей сверла
- измерение углов сверла
- выполнение эскиза

### Теоретическая часть

Сверление - основной метод получения отверстий в сплошном материале. Сверлением получают отверстия 11...12 качества с шероховатостью обработанных поверхностей  $R_z = 20...80$  мкм.

Процесс резания осуществляется за счет двух совместных движений: вращения сверла или детали вокруг оси отверстия (главное движение

резания  $Dr$ ) и поступательного движения сверла вдоль оси (движение подачи  $Ds$ ). На сверлильных станках сверло совершает оба движения, на токарных станках вращается заготовка, сверлу придается движение подачи.

Сверло спиральное состоит из рабочей части, включающей режущую и направляющую части, шейки и хвостовика. Конические хвостовики сверл имеют лапку, цилиндрические выполняются с поводком или без поводка.

Поверхности лезвий сверла и его режущие кромки показаны на рисунке 1,2:

1 - передняя поверхность лезвия - часть поверхности винтовой стружечной канавки;

2 - главная задняя поверхность лезвия может быть конической поверхностью, винтовой или плоскостью;

3 - вспомогательная задняя поверхность лезвия (ленточка) – часть конической поверхности с очень малой конусностью, ось которой совпадает с осью сверла;

4 - главная режущая кромка, образуемая пересечением передней и главной задней поверхностей;

5 - вспомогательная режущая кромка, образуемая пересечением передней и вспомогательной задней поверхностей;

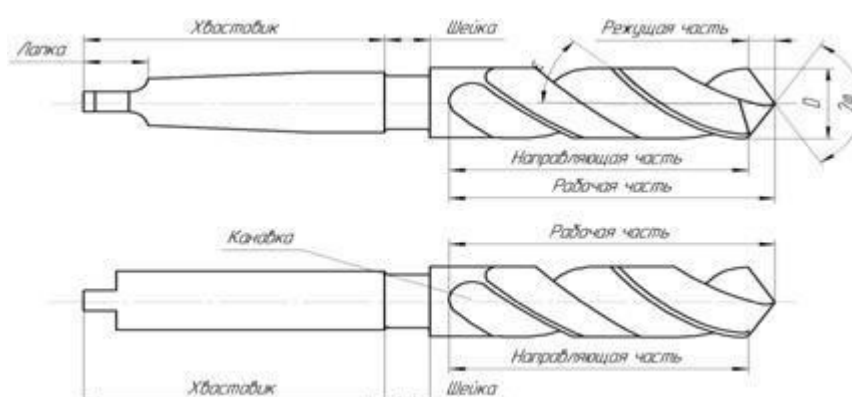


Рис. 1. Конструктивные элементы сверла

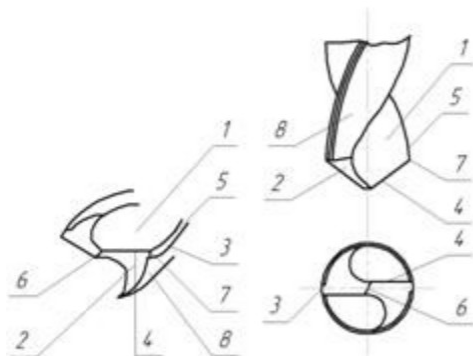


Рис. 2. Поверхности лезвий сверла и его режущие кромки

6 - поперечная кромка (перемычка) образуется при пересечении двух главных задних поверхностей сверла;

7 - вершина лезвия – точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок;

8 - спинка сверла – заниженная относительно ленточки поверхность, предназначенная для уменьшения трения между сверлом и обработанной поверхностью отверстия.

Геометрические параметры сверла изображены на рис. 3. Передний угол сверла  $\gamma$  измеряется в плоскости  $N-N$ , проходящей через точку режущей кромки, нормально к ней. Задний угол  $\alpha$  измеряется в плоскости  $O-O$ , проходящей через эту же точку, касательно к образующему цилиндру, на котором лежит рассматриваемая точка (параллельно оси сверла).

Передний угол  $\gamma$  - угол между касательной к передней поверхности и нормалью в этой же точке к поверхности, которую описывает режущая кромка при вращении ее вокруг оси сверла (усеченный конус). Значение переднего угла является величиной переменной вдоль режущей кромки и зависит от диаметра, на котором лежит рассматриваемая точка. Максимальное значение  $\gamma$  – на периферии сверла (в плоскости  $N1-N1$ ) и минимальное – в районе перемычки.

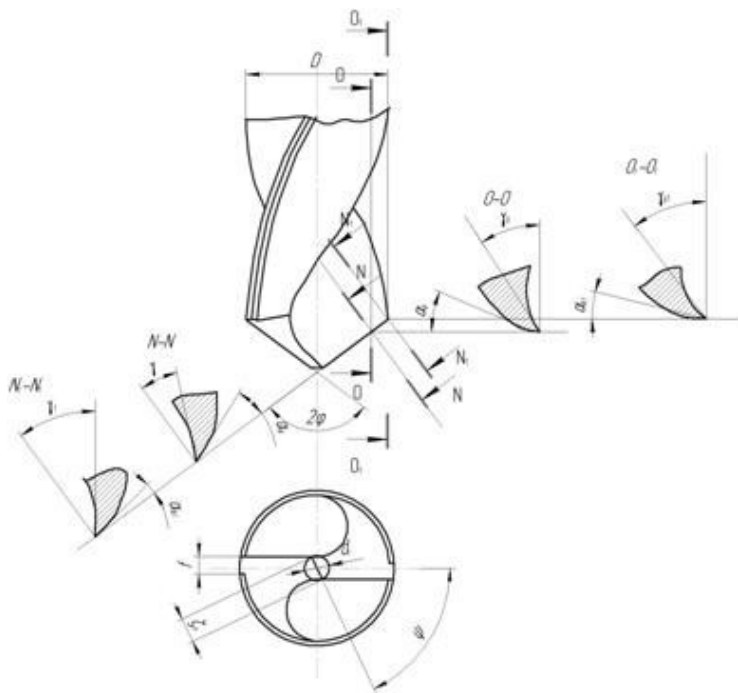


Рис. 3. Статические углы сверла

Задний угол  $\alpha$  - угол между касательной к окружности, которую описывает точка режущей кромки при вращении ее вокруг оси сверла и касательной в той же точке к задней поверхности сверла. Значение заднего угла является также величиной переменной, максимальное значение – в районе перемычки, а минимальное значение – на периферии сверла (в плоскости  $O_1-O_1$ ).

Угол при вершине  $2\phi$  измеряется между проекцией двух режущих кромок (рис. 6.3), образуется заточкой сверла. Величина угла  $2\phi$  зависит от твердости и прочности материала. Значения угла  $2\phi$  лежат в пределах от  $70^\circ$  до  $140^\circ$ .

Угол  $\phi_1$  образуется за счет обратной конусности направляющей части сверла и предназначен для исключения возможности защемления сверла в отверстии. Значения угла  $\phi_1$  не превышают  $0,5^\circ-1,5^\circ$ .

Угол  $w$  - угол наклона винтовой канавки. Измеряется между касательной к винтовой канавке и осью сверла (рис. 6.1). Значение угла  $w$  является величиной переменной, уменьшается от периферии к центру сверла, зависит от свойств обрабатываемого материала и находится в пределах  $15^\circ-45^\circ$ .

Угол наклона перемычки  $\varphi$  находится между проекцией главной режущей кромки и перемычки на плоскость, перпендикулярную к оси сверла.

Так же, как и при точении, при сверлении имеют место [кинематические](#) (рабочие) углы, которые измеряются относительно линии резания.

### Методические указания по [выполнению работы](#)

#### *1. Измерение конструктивных и геометрических элементов сверла*

Конструктивные элементы сверла измеряются универсальными инструментами - штангенциркулем, микрометром, универсальным угломером и другими средствами, имеющимися в распоряжении лаборатории резания. Приемы измерений представлены на рис.



---

Рис. 4. Измерение диаметра сверла штангенциркулем

---

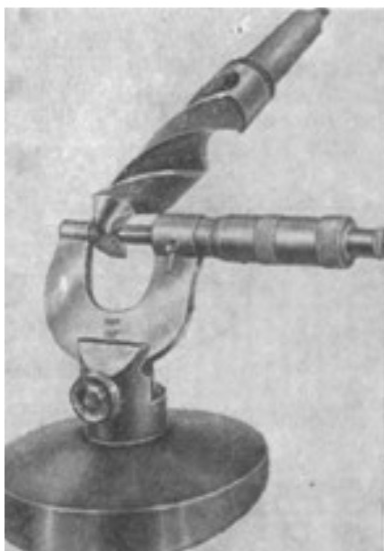


Рис. 5. Измерение толщины сердцевины сверла

Угол наклона винтовой стружечной канавки  $\omega$  определяют либо непосредственным измерением настольным угломером, либо определяют по отпечатку, получаемому путем прокатывания сверла по бумаге и измеряемому универсальным угломером (рис. 9).

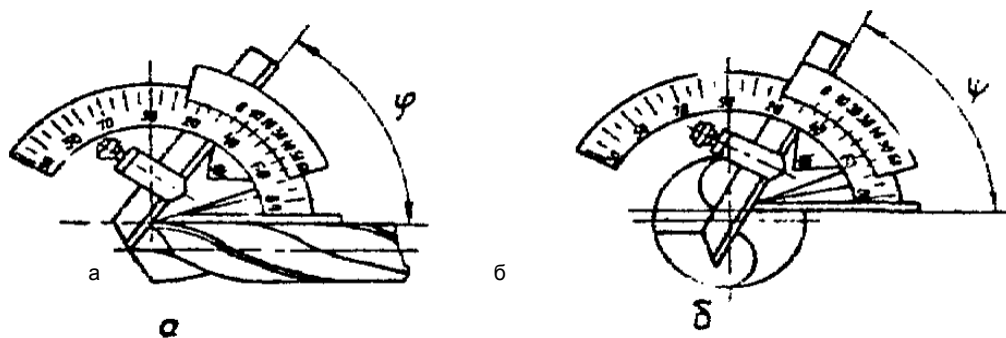


Рис. 6 Контроль геометрических спиральных сверл с помощью угломера

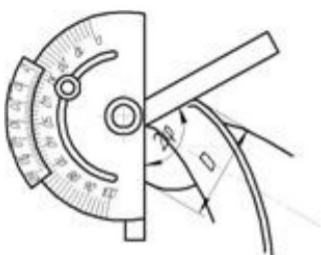


Рис. 7 Измерение угла при вершине универсальным угломером



Рис. 8 Измерение угла наклона поперечной кромки универсальным угломером

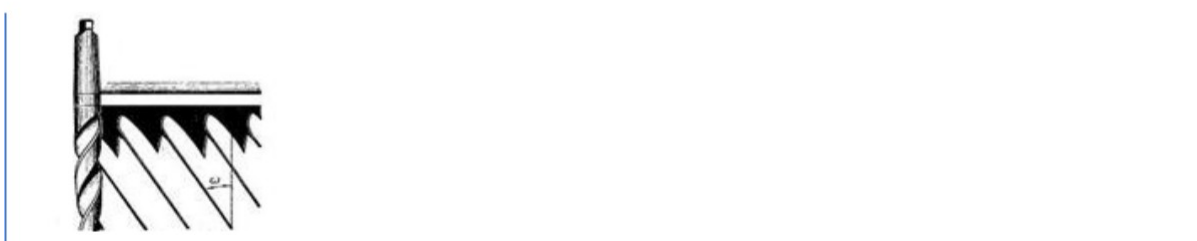


Рис. 9. Измерение угла наклона винтовой канавки w

### Устройство гладкого микрометра типа МК-25

Основные элементы конструкции гладкого микрометра:

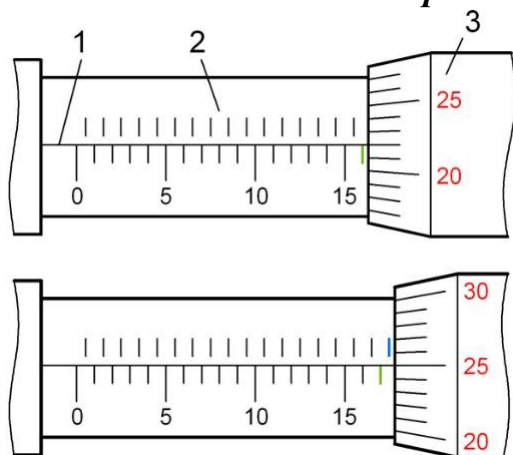


1. Скоба должна быть жесткой, её деформация приводит к ошибке измерения.
2. Пятка может быть запрессована в корпус, а может быть сменной.
3. Микрометрический винт, который перемещается при вращении трещотки 7.
4. Стопорное устройство выполнено в виде винтового зажима.  
Используется для фиксации микрометрического винта при настройке прибора или снятии показаний.



5. Стебель. На него нанесены две шкалы: пронумерованная (основная) показывает количество целых миллиметров, дополнительная – количество половин миллиметров.
6. Барабан, по которому отсчитывают десятые и сотые доли миллиметра. Торец барабана также является указателем для шкалы стебля 5.
7. Трещотка для вращения микрометрического винта 3 и регулировки усилия.
8. Эталон для проверки и настройки инструмента.

### *Измерение диаметров микрометром*



Указателем при отсчете по шкале стебля 2 служит торец барабана 3, а продольный штрих 1 является указателем для круговой шкалы барабана 3. Пронумерованная шкала стебля 2 (нижняя) показывает количество миллиметров, а его дополнительная шкала (верхняя) служит для подсчета половин миллиметров.

Последний полностью открытый барабаном штрих пронумерованной миллиметровой шкалы (нижней) стебля составляет целое число миллиметров. Если правее этого штриха имеется открытый штрих дополнительной шкалы (верхней), нужно прибавить 0,5 мм к полученному значению.

При отсчете показаний круговой шкалы 3 в расчет берут то её значение, которое совпадает с продольным штрихом 1. Таким образом, на верхнем изображении показания прибора составляют:

$$16 + 0,22 = 16,22 \text{ мм.}$$

$$17 + 0,5 + 0,25 = 17,75 \text{ мм.}$$

### **Порядок проведения измерений микрометром**

Рабочие поверхности микрометра разводят на величину чуть большую, чем размер измеряемой детали. Торцевые поверхности пятки и микрометрического винта имеют высокую твердость для устойчивости к истиранию.

Пятку слегка прижимают к детали и вращают микрометрический винт с помощью трещотки до соприкосновения его с измеряемой поверхностью. Трещотка служит для регулирования усилия натяга – делается обычно 3 – 5 щелчков. Положение микрометрического винта фиксируют с помощью стопорного устройства для того, чтобы не сбить показания при считывании значений со шкалы.

В процессе работы с микрометром его следует держать за скобу таким образом, чтобы была видна шкала стебля, и показания можно было снять на месте.

При измерении диаметра вала, измерительные поверхности нужно выставлять в диаметрально противоположных точках. При этом пятка прижимается к валу, а микрометрический винт, который медленно вращают трещоткой, последовательно выравнивается в двух направлениях: осевом и радиальном. После работы необходимо проверить точность инструмента с помощью эталона.

#### **4. Охрана труда и [техника безопасности](#)**

При проведении работы в лаборатории должны выполняться требования действующей инструкции по технике безопасности. В данной работе следует особое внимание обращать на опасность травматизма при обращении с остро заточенными лезвиями металлорежущих инструментов. Необходимо предотвращать падение инструментов и случайное резкое воздействие их лезвий на кожный покров человека.

#### **5. Порядок выполнения [лабораторной работы](#)**

1. Ознакомиться с содержанием и методикой проведения работы.
2. Изучить конструкцию сверла, принцип действия измерительных приборов.
3. Измерить конструктивные параметры сверла и углы. Результаты измерений занести в таблицу.
4. Зарисовать эскиз сверла с простановкой всех линейных и угловых размеров.

#### **6. Содержание отчета**

1. Тема работы.
2. Цель работы.
3. Задание на измерение и расчет основных конструктивных и геометрических параметров.
4. Заполнение Таблицы 1 - Результаты измерений.
5. Эскиз сверла с указанием его основных конструктивных и геометрических элементов и их значений.

#### **7. Контрольные вопросы**

1. Назовите основные части и поверхности сверла.
2. Дайте определение углов резания сверла.

3. Как изменяются значения передних и задних углов сверла по длине режущей кромки?
4. Поясните схемы измерения углов сверла.

ТАБЛИЦА 1 - РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

|                                     |  |    |  |
|-------------------------------------|--|----|--|
| 1.Наименование сверла               |  | 1  |  |
| 2.Материал режущей части сверла     |  | 2  |  |
| 3.Номинальный диаметр сверла D в мм |  | 3  |  |
| 4.Общая длина сверла в мм           |  | 4  |  |
| 5.Длина рабочей части сверла в мм   |  | 5  |  |
| 6.Форма заточки сверла              |  | 6  |  |
| к<br>о<br>н<br>у                    | 7.Диаметр режущей части сверла по ленточкам D в мм<br>(у главных режущих кромок) | 7  |  |
|                                     | 8.Диаметр рабочей части сверла у шейки D1 в мм                                   | 8  |  |
|                                     | 9.Расстояние между измеряемыми позициями L1 в мм                                 | 9  |  |
|                                     | 10.Перепад диаметров (обратная конусность)                                       | 10 |  |

|   |   |    |  |
|---|---|----|--|
|   | $[(D-D1)/L1] \cdot 100 \%$  |    |  |
| 11.Угол наклона винтовой канавки $\omega$ |   | 11 |  |
| 12.Угол заточки сверла $2\phi$            |   | 12 |  |
| 13.Угол наклона поперечной кромки $\psi$  |   | 13 |  |
| Угол наклона                              | 14.Размер сердцевины сверла у хвостовика - B1 в мм                      | 14 |  |
|   | 15. Размер сердцевины сверла у вершины (у поперечной кромки) - B2 в мм  | 15 |  |
|   | 16. Расстояние между измеряемыми позициями L2 в мм                      | 16 |  |
|   | 17. Перепад размеров (утолщение стержня)<br>$[(B1-B2)/L2] \cdot 100 \%$ | 17 |  |
| 18.Размер конуса Морзе хвостовика         |   | 18 |  |

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №6

Тема: Расчет режимов резания при сверлении, зенкеровании и развертывании.

Цель занятия: Приобретение умений и навыков назначения режимов резания.

Материальное обеспечение:

- 1) Инструкция к практической работе.
- 2) Справочник технолога-машиностроителя Том 2 / под ред. А. Г. Косиловой Р.К. Мещеренкова М: Машиностроение 1985г.

Порядок выполнения работы:

- 1) Анализ исходных данных (условия задачи)
- 2) Выбор схемы резания
- 3) Выбор режущего инструмента
- 4) Назначение режимов резания
- 5) Определение основного технологического времени

1. Задача. На станке модели 2Р135 сверлят отверстие диаметром  $D = \dots$  мм; длиной  $l = \dots$  мм; материал заготовки - ...  $\sigma_b = \dots$  МПа;

Таблица 1 - Исходные данные

| N варианта | Материал заготовки              | D мм   | l мм |
|------------|---------------------------------|--------|------|
| 1          | Сталь 45 $\sigma_b = 750$ МПа   | 15 H12 | 60   |
| 2          | Сталь 45ХН $\sigma_b = 780$ МПа | 16 H14 | 40   |
| 3          | Сталь Ст36 $\sigma_b = 460$ МПа | 18 H12 | 20   |
| 4          | Сталь 45Х $\sigma_b = 750$ МПа  | 20 H12 | 30   |
| 5          | Сталь 20 $\sigma_b = 500$ МПа   | 10 H12 | 50   |
| 6          | Сталь 50 $\sigma_b = 750$ МПа   | 14 H12 | 70   |
| 7          | Сталь 40 $\sigma_b = 800$ МПа   | 22 H12 | 45   |
| 8          | Сталь 65Г $\sigma_b = 850$ МПа  | 17H12  | 55   |

|    |                                 |        |    |
|----|---------------------------------|--------|----|
| 9  | Сталь Ст5 $\sigma_b = 600$ МПа  | 19 Н12 | 65 |
| 10 | Сталь 20ХН $\sigma_b = 650$ МПа | 12 Н12 | 25 |

2. Схема резания: (выполнить схему резания)

3. Режущий инструмент: Сверло; материал режущей части

- 2, с.

115, 117.

Геометрия лезвия:  $2\phi = 120$ ,  $\psi = 55$ ,  $\omega = 30$ ,  $\alpha - 2$ , с. 151, 152.

Размеры сверла: D-равен диаметру отверстия, L и l по ГОСТ 10903-77 - 2, с. 146... 149.

4) Режим резания. Аналитический расчет режима резания.

4.1 Глубина резания  $t = D/2$  мм.

4.2 Подача сверла  $S_o = S_m \cdot K_s$  мм/об,

где  $S_m$  - табличное значение - 2, с. 277,  $K_s$  - поправочный коэффициент; приведён в приложении к таблице 25 - 2, с. 277.  $S_o$  корректируют по паспорту станка; приведён в конце инструкции, принимается ближайшее меньшее  $S_o$

4.3 Период стойкости сверла  $T$ , мин., 2 с. 279... 280.

4.4 Скорость главного движения резания  $V$ .

$$V = (C_v \cdot D^q) / (T^m \cdot S_o^y) \cdot K_v, \text{ м/мин}$$

где  $C_v$ ,  $q$ ,  $m$ ,  $y$  - 2, с. 278.

$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv}$  - поправочные коэффициенты ;на

заготовку -  $K_{mv}$ ; инструмент -  $K_{uv}$ ; глубину отверстия  $K_{lv}$

$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^n$  - 2, с. 261, 262. « $K_r$ » и « $n$ » - 2, с. 262, таблица 2.

$K_{uv}$  - 2, с. 263, таблица 6.  $K_{lv}$  - 2, с. 280, таблица 31.

4.5 Частота вращения сверла

$$n = (1000 \cdot V) / (\pi \cdot D) \text{ мин}^{-1}.$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая действительная  $n_d$ .

4.6 Действительная скорость резания  $V_d$ :

$$V_d = (\pi \cdot D \cdot n_d) / 1000, \text{ м/мин.}$$

4.7 Скорость подачи  $V_s$ :

$$V_s = n_d \cdot S_0, \text{ мм/мин.}$$

4.8 Проверка режима резания по мощности шпинделя  $N_{шп}$ , и силе подачи станка  $P_{x \text{ тах}}$ ;  $N_p < N_{um}$ ;  $P_x < P_{x \text{ тах}}$   
где мощность, затрачиваемая на резание

$$N_p = M_{кр} \cdot n_d / 975, \text{ кВт.}$$

$$M_{кр} = C_m \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot K_P, \text{ кг*м - крутящий момент,}$$

$C_m, q, y$  - 2, с. 281, таблица 32.

$$K_P = K_{тр} = (\sigma_v / 750)^n - 2, \text{ с. 264, таблица 9.}$$

$$N_{um} = N_M \cdot \eta, \text{ кВт - мощность шпинделя по паспорту станка}$$

.

$P_x$  - осевая составляющая силы резания.

$$P_x = C_p \cdot D^q \cdot S_0^y \cdot K_P, \text{ кг с,}$$

$C_p, q, y$  - 2, с. 281 таблица 32.

Если неравенство не соблюдается, то необходимо снизить режимы резания.

## 5. Основное технологическое

время  $T_0$ :  $T_0 = L/V_s$ , мин

.где  $L = l + y + \Delta$ , мм - длина рабочего хода сверла в движении подачи  $D_s$

$y$  - врезание,  $y = (D/2) \cdot \text{ctg} \varphi$ , мм; для обычных свёрл  $\varphi = 120^\circ$ ,  $y = 0.3D$ ; для двойной заточки свёрл  $y = 0.4D$ ,  $\Delta$  - перебег.  $\Delta = 2$  мм.

## 4. Табличный метод. Режим резания

4.1  $t = D/2$ , мм

4.2  $S_o = S_T \cdot K_s$ , мм/об - корректируют по паспорту станка.

4.3  $T$ , мин - 2, с. 279, 280.

4.4  $V = V_T \cdot K_v$ , м/мин

4.5  $n = (1000 \cdot V) / (\pi \cdot D)$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ,  $n_d = \dots$ , мин - по паспорту станка.

4.6  $V = (\pi \cdot D \cdot n_d) / 1000$ , мм/мин

4.7  $V_s = S_o \cdot n_d$ , мм/мин

4.8  $N_p < N_{шт}$

$N = N_T \cdot K_N$ , кВт

## 5. Основное технологическое время

$T_0$ :  $T_0 = L/V_s$ , мин.



| Величина      | $S_o$ ,мм/об | $V_d$ ,м/мин | $N_d$ ,мин <sup>-1</sup> | $V_s$ , мм/мин | $T_o$ ,мин |
|---------------|--------------|--------------|--------------------------|----------------|------------|
| Аналитическая |              |              |                          |                |            |
| Табличная     |              |              |                          |                |            |

**Таблица №2:** Сравнение режимов резания

Паспортные данные станка:

Подачи  $S_o$ : 0.1; 0.14; 0.2; 0.28; 0.4; 0.56; 0.8; 1.12; 1.6.

Частота вращения п: 31.5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400.

Мощность двигателя  $N_M=4.5$ , кВт.

К.П.Д.  $\eta=0,8$

Сила подачи допустимая  $P_{x\text{тах}}=1500$  кг с.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №7-8

Тема: «Расчет режимов резания при цилиндрическом и торцевом фрезеровании».

Цель занятия: приобрести умения и навыки назначения режимов резания, использования справочной литературы.

Материальное обеспечение:

**1. Методические указания.**

**2. Справочная литература.**

2.1.Справочник технолога-машиностроителя, том 2 / под ред.

А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова - М.: Машиностроение, 1986 г.

2.2.Общемашиностроительные нормативы режимов резания, том 1, 1991г.

3. Калькулятор

Порядок выполнения работы:

1. Анализ исходных данных.

2. Выбор схем резания.

3. Выбор режущего инструмента.

4. Назначение режимов резания аналитическим и табличным **методами** и проверка их по мощности станка.

5. Определение основного технологического времени.

Исходные данные: СПИД - жёсткая.

Задача №1. Рассчитать аналитически режим резания при цилиндрическом фрезеровании плоскости заготовки на горизонтально-фрезерном станке модели 6Т82Г. Данные приведены в таблице I.

Задача №2. Выбрать табличным методом режим резания для чернового торцевого фрезерования плоскости на вертикально-фрезерном станке модели 6Т13. Данные приведены в таблице 2.

Методические указания по выполнению работы

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ №1

### Аналитический метод:

#### 1. Условие задачи №1

#### 2. Выбор схемы резания.

При выборе схем резания учитывается конструкция оборудования, метод крепления заготовки, тип и конструкция инструмента, формообразующие движения. Схема резания – условное изображение, определяющее взаимное расположение инструмента и заготовки, их закрепление, формообразующие движения.

#### 3. Выбор режущего инструмента:

Тип инструмента задан условием задачи, материал режущих зубьев выбирается по л. - 2.1, стр. Л 4-118 в зависимости от вида и характера обработки и материала обрабатываемой заготовки. Размеры фрезы выбирают в зависимости от ширины обрабатываемой поверхности В и припуска на обработку.

Для торцевых фрез:  $D = (1,1 \dots 1,7) \cdot B$  (мм) – диаметр фрезы зависит от ширины фрезерования. Количество зубьев  $Z = (1,6 \dots 2)^*$  – для чистовых мелкозубых фрез;  $Z = 1,2^*$  – для черновых крупнозубых фрез.

Для цилиндрических фрез: диаметр фрезы зависит от глубины резания. Для глубины резания  $t$  до 5 мм  $D = 60 - 90$  мм; для  $t$  до 8 мм  $D = 90 - 100$  мм; для  $t$  до 12 мм  $D = 110 - 150$  мм; ширина фрезы должна быть на 5 – 15 мм больше ширины обрабатываемой поверхности; число зубьев  $Z = m$  где  $m$  – коэффициент.

Для крупнозубых черновых фрез  $m = 0,8 \dots 1,05$ ,

Для мелкозубых чистовых фрез  $m = 0,9 \dots 2$ , где меньшее значение для сборных фрез, большие – для цельных фрез.

#### 4. Назначение режима резания.

##### 4.1. Аналитический метод расчёта режима резания (Задача 1).

##### 4.1.1. Глубина резания $t$ :

$$t = h/i \text{ мм},$$

где:  $h$  – припуск на обработку в мм;

$i$  – количество проходов (Для чистового фрезерования  $t \leq 1,5$  мм)

##### 4.1.2. Подача на зуб фрезы $S_z$ :

- для чернового фрезерования

$$S_Z = S_{ZT} * K_{SZ} \text{ мм/зуб}$$

где :  $S_{ZT}$  – табличное значение подачи, выбирается по л – 2.1, стр 283, 284, в примечаниях к таблицам 33,34,35.

$K_{SZ}$  – поправочный коэффициент, выбирается по л – 2.1, стр. 283, 284, в примечаниях к таблицам 33,34,35.

- для чистового фрезерования определяется подача на оборот фрезы  $S_0$  мм/об л – 2.1, стр. 285, таблица 37. И рассчитывается подача на зуб фрезы:

$$S_Z = S_0 / Z \text{ мм/зуб.}$$

4.1.3. Период стойкости фрезы T: выбирается по л – 2.1, стр. 290, таблица 40

4.1.4. Скорость резания

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * t^x * S_z^y * B^u * Z^p} * K_{MV} * K_{NV} * K_{UV}, \text{ мм/мин}$$

где: x,y,m,u,p – определяют по Л – 2.1, стр. 286 – 290, таблица 39.

$K_{NV}$ ,  $K_{UV}$  – Л – 2.1, стр 263, таблицы 5,6

$$K_{MV} = K_r * \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

$K_r$ ,  $n_v$  – Л – 2.1, стр 262, таблица 2.

4.1.5. Частота вращения шпинделя n:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}, \text{ МИН}^{-1}$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшее значение, действительное  $n_d$

4.1.6. Скорость подачи (минутная подача):

$$V_s = S_M = S_Z * Z * n_d, \text{ мм/мин}$$

Корректируется по паспорту, принимается ближайшая действительная  $V_{сд}$ .

4.1.7. Пересчет действительных скорости резания и подачи на зуб фрезы:

$$V_d = \frac{\pi * D * n_d}{1000}, \text{ м / мин}$$

$$S_{зд} = \frac{V_{сд}}{Z * n_d}, \text{ мм/зуб}$$

4.1.8. Мощность на резание

$$N_p = \frac{P_z * V_d}{60 * 10^2}, \text{ кВт}$$

$P_z$  – главная составляющая силы резания

$$P_z = \frac{C_p * t^x * S_z^y * B^u * Z}{* n_w} * K_{мп}, \text{ кгс } D_q$$

где :  $C_p, x, y, u, q, w$  - Л – 2.1, стр. 291       $K_{мп}$  – стр.264

4.1.9. Проверка режима по достаточности мощности шпинделя станка (шп.).

$$N_{шп} \geq N_{рез}$$

$$N_{шп} = N * h, \text{ кВт.}$$

5. Основное технологическое время.

$$T_0 = \frac{L}{V_{s0}}, \text{ мин.}$$

$$V_{s0}$$

$L = l + y + \Delta$  мм – длина рабочего хода стола.

$l$  – длина обрабатываемой поверхности .

$$y - \text{врезание, } y = \sqrt{t * (D - t)} \sqrt{t * (D - t)},$$

$\Delta$  – пробег,  $\Delta = 1 - 5$  мм.

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ № 2

### Табличный метод определения режима резания (Задача 2)

1. Условие задачи №2

2. Схема резания

3. Выбор инструмента

4. Режим резания

4.1. Глубина резания

$$t = \frac{h}{i} \text{ мм,}$$

4.2. Подача на зуб фрезы.

$$S_z = S_{zT} * K_{S1} * K_{S2} * K_{S3} * K_{S4} * K_{S5} * K_{S6}, \text{ мм/зуб.}$$

где  $S_z$  и  $K_s$  принимаются по Л – 2.2, стр. 213,214.

4.3 Скорость резания

$$V = V_T * K_{V1} * K_{V2} * K_{V3} * K_{V4} * K_{V5} * K_{V6} * K_{V7}, \text{ м/мин}$$

где  $V_T$  и  $K_V$  принимаются по Л – 2.2, стр. 217,218.

4.4. Частота вращения фрезы

$$n = \frac{1000 * V}{\dots}, \text{ мин}^{-1}$$

$$\pi * D$$

Корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая  $n_d$ .

#### 4.5. Скорость подачи

$V_s = S_z * Z * n_d$  мм/мин - корректируется по паспорту станка, принимается ближайшая меньшая  $V_{sd}$  (мм/мин).

#### 4.6. Действительная подача на зуб фрезы.

$$S_{zd} = \frac{V_{sd}}{Z * n_d}, \quad \text{мм/зуб}$$

#### 4.7. Мощность на резание .

$$N_p = N_T * K_N, \text{ кВт}$$

где  $N_T$  - табличное значение Л – 2.2, стр. 217,218.

$K_N$  – поправочный коэффициент Л – 2.2, стр. 217,218

#### 5. Проверка достаточности мощности

$$\text{станка } N_p \leq N_{\text{шт}}$$

#### 6. Основное технологическое время

$$T_0 = \frac{L}{V_{sd}} * i = \frac{l + y + \Delta}{V_{sd}} * i, \text{ мин}$$

$$y = \sqrt{t * (D - t)} \sqrt{t * (D - t)}, \text{ мм}$$

$$\Delta = l - 5 \text{ мм}$$

Тема: Расчет режимов резания при шлифовании.

Цель занятия: приобретение умений и навыков назначения режимов резания, использования справочной литературы.

Материальное обеспечение:

- Методические указания к практической работе.

- Справочная литература:

1. Справочник технолога-машиностроителя, том 2; под ред. А.Г.

Косиловой, Р.К. Мещерякова – М.: Машиностроение. 1985г.

2. Справочник

Условия задач: (Исходные данные приведены в таблице)

Задача №1.

Шлифовать шейку вала  $D=...h7$  мм, длиной .... мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок круглошлифовальный 3М131, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм.

Задача №2.

Шлифовать сквозное отверстие  $D=... H7$  мм, длиной .... мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок внутришлифовальный 3К228, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм.

Задача №3.

Шлифовать плоскость шириной ... мм, длиной ...мм, припуск ... мм, СПИД – жесткая, станок плоскошлифовальный 3П722, заготовка из углеродистой закаленной стали.  $Ra = 1,63$  мм. (Плоское шлифование периферией круга).

Таблица – Исходные данные

| №<br>варианта | Задача №1 |     |      | Задача №2 |    |     |
|---------------|-----------|-----|------|-----------|----|-----|
|               | Dз        | l   | h    | Dз        | l  | h   |
| 1             | 70        | 200 | 0,35 | 80        | 70 | 0,4 |



|    |     |     |      |     |    |      |
|----|-----|-----|------|-----|----|------|
| 2  | 80  | 300 | 0,36 | 85  | 80 | 0,3  |
| 3  | 90  | 350 | 0,34 | 70  | 90 | 0,5  |
| 4  | 100 | 370 | 0,43 | 75  | 65 | 0,2  |
| 5  | 110 | 200 | 0,25 | 60  | 95 | 0,4  |
| 6  | 120 | 210 | 0,44 | 65  | 75 | 0,25 |
| 7  | 130 | 220 | 0,35 | 100 | 85 | 0,35 |
| 8  | 140 | 230 | 0,50 | 90  | 90 | 0,45 |
| 9  | 150 | 250 | 0,40 | 95  | 95 | 0,5  |
| 10 | 160 | 270 | 0,30 | 105 | 75 | 0,4  |

---

-  
-  
-

Порядок выполнения работы:

- Анализ исходных данных (условия задачи).
- Выбор схемы резания.
- Выбор режущего инструмента.
- Назначение режима резания.

- *Определение основного технологического времени.*

### **Методика решения задачи №1**

1) Схема резания

2) Круг шлифовальный:  $D_k = 600\text{ мм}$ ,  $B_k = 63\text{ мм}$ , ПП 24А 40Н СМ1 7 К5 А

3) Режим резания

3.1 Главное движение резания – вращение круга  $D_r$

-скорость резания

определим по таблице  $V - 1$ , стр. 301

$$V = \pi * D_k * n / (1000 * 60) \text{ м/с}$$

-частота вращения

$$n = 1000 * V * 60 / (\pi * D_k) \text{ об/мин}$$

корректируем по паспорту станка, принимаем действительную

$$n_d = \dots$$

-действительная скорость резания

$$V = \pi * D_k * n_d / (1000 * 60) \text{ м/с}$$

3.2 Окружная подача – вращение заготовки  $D_{сокр}$

- скорость подачи

определим по таблице  $V_{сокр} - 1$ , стр.

$$301 \quad V_{сокр} = \pi * D_з * n_з / 1000 \text{ м/мин}$$

-частота вращения заготовки

$$n_з = 1000 * V_{сокр} / (\pi * D_з) \text{ об/мин}$$

3.3 Продольная подача заготовки  $D_{спр}$

$$S_{спр} = p * B_k \text{ мм/мин} \quad p - 1, \text{ стр. 301}$$

-скорость продольной подачи

$$V_{спр} = S_{пр} * n_3 \text{ мм/мин}$$

3.4 Поперечная подача заготовки  $D_{st}$

$$S_t = t \text{ мм} \quad - 1, \text{ стр. 301}$$

4) Мощность резания

$$N = C * V_{сокp} * S_t * S_{пр} * D_3$$

где  $r, x, y, q$  - 1, стр. 303

5) Основное технологическое время

$$T_o = L * h * K / (V_{спр} * S_t)$$

### Методика решения задачи №2

1) Схема резания

2) Круг шлифовальный:  $D_k = (0,75 \dots 0,95) * D_3 \text{ мм}$ ,  $B_k = 63$

мм, ПП 24А 40Н СМ1 7 К5 А

3) Режим резания

### 3.1 Главное движение резания – вращение круга Dr

-скорость резания

определим по таблице **V - 1**, стр. 301

$$V = \pi * D_k * n / (1000 * 60) \text{ м/с}$$

-частота вращения

$$n = 1000 * V * 60 / (\pi * D_k) \text{ об/мин}$$

корректируем по паспорту станка, принимаем действительную

$$n_d = \dots$$

-действительная скорость резания

$$V = \pi * D_k * n_d / (1000 * 60) \text{ м/с}$$

### 3.2 Окружная подача – вращение заготовки

$D_{сокp}$  - скорость подачи

определим по таблице **V - 1**, стр.

$$301 \quad V_{сокp} = \pi * D_z * n_z / 1000 \text{ м/мин}$$

-частота вращения заготовки

$$n_z = 1000 * V_{сокp} / (\pi * D_z) \text{ об/мин}$$

### 3.3 Продольная подача заготовки $D_{спp}$

$$S_{\text{пр}} = p * B_k \text{ мм/мин} \quad p - 1, \text{ стр. 301}$$

-скорость продольной подачи

$$V_{\text{спр}} = S_{\text{пр}} * n_3 \text{ мм/мин}$$

3.4 Поперечная подача заготовки  $D_{\text{ст}}$

$$S_t = t \text{ мм} \quad - 1, \text{ стр. 301}$$

4) Мощность резания

$$N = C * \overset{r}{V_{\text{сокр}}} * \overset{x}{S_t^*} * \overset{y}{S_{\text{пр}}} * \overset{q}{D_3}$$

$r, x, y, q$  - 1, стр. 303

5) Основное технологическое время

$$T_o = 2 * L * h * K / (V_{\text{спр}} * S_t^*)$$

### Методика решения задачи №3

1.1. Схема резания:

1.2. Определение поперечной подачи стола  $S_{\text{поп}}$ ,  $\frac{\text{мм}}{\text{ход}}$ . [1, с.302].

1.3. Определение скорости вращения изделия  $V_d$ ,  $\frac{\text{м}}{\text{мин}}$ . [1, с.302].

1.4. Определение подачи на глубину на рабочий ход Сверт,  $\frac{\text{мм}}{\text{ход}}$ . [1, с.302].

1.4.1. Определение поправочных коэффициентов для подачи на глубину. [1,с.302].

1.4.2. Определение приведенной ширины шлифования  $B_{np}$ , мм:

$$B_{np} = \sum B_D + B_{кр} + 5$$

$\sum B_D$  - суммарная ширина шлифуемых деталей, включая просветы между деталями.

$B_{кр}$  - ширина круга.

1.4.3. Определение степени заполнения стола:

$$\frac{\sum F_D}{B_{np} \cdot L}$$

$\sum F_D$  -суммарная площадь шлифуемых поверхностей изделий; L-длина шлифованных изделий, мм

$$L = L_{шл} + (20 \dots 30)$$

$L_{шл}$  — длина шлифования, включая просветы между изделиями, установленными на столе.

1.4.4. Определение рабочей подачи на глубину на рабочий ход Сверт.р.,  $\frac{\text{мм}}{\text{ход}}$ :

$$S_{сверт.р.} = S_{сверт.} \cdot K_1 \cdot K_2$$

1.5. Расчет основного времени:

$$T_o = \frac{L \cdot B_{np} \cdot Z}{1000 \cdot V_d \cdot S_{нон} \cdot S_{сверт.р.} \cdot q}, \text{ мин}$$

$Z=h$  — припуск на обработку.

