



---

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

---

Политехнический колледж (ПК БГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО  
"БГТУ"  
О.Н. Федонин  
«28» мая 2024 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
по учебной дисциплине  
**ОПЦ.09 Технологическое оборудование**

Специальность:	<b>15.02.16 Технология машиностроения</b>
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	Техник-технолог
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 выполнению лабораторных работ**  
по учебной дисциплине  
**ОПЦ.09 Технологическое оборудование** (далее — МУ)  
для специальности **15.02.16 Технология машиностроения**

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

П.П. Антропов

МР рассмотрены и одобрены на  
заседании предметно-цикловой комиссии  
«Технология машиностроения» ПК БГТУ  
(далее — ПЦК)

от «28» мая 2024 г., протокол № 7

Председатель ПЦК

Л.М. Курашова

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ  
по учебной работе

Л.А.Лазарева

## **Содержание**

1 Лабораторная работа №1 «Составление с натуры кинематической схемы узла универсального станка».....	4
2 Лабораторная работа №2 «Регулирование передачи винт – гайка качения. Расчет предварительного натяга».....	12

## **Лабораторная работа №1**

**Тема: «Составление с натуры кинематической схемы узла универсального станка».**

### **Цель работы:**

1. Ознакомиться с внутренним устройством коробки скоростей.
2. Научиться самостоятельно разбираться в назначении механизмов и определить их взаимосвязь при работе станка.
3. Получить практические навыки составления кинематической схемы коробки скоростей с учетом условных обозначений элементов цепей по ГОСТ 2.770-68.
4. Научиться выполнять необходимые замеры.
5. Произвести необходимые математические расчеты и научиться строить графики.

### **Материальное обеспечение:**

1. Узлы коробок скоростей универсальных станков.
2. Набор масштабных линеек, штангенциркуль, кронциркуль.
3. Универсальный угломер.

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с правилами по технике безопасности.
2. Ознакомиться с устройством коробки скоростей и определить назначение и принцип действия каждого механизма.
3. Проследить пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю коробки скоростей.
4. Определить механизмы, с помощью которых изменяются частоты вращения шпинделя; Изучить устройство этих механизмов и способы управления ими.
5. Внимательно осмотреть и определить тип, устройство и расположение опор всех валов.
6. Пользуясь условными обозначениями, последовательно (по пути передачи движения от электродвигателя к шпинделю) составить эскизную кинематическую схему коробки скоростей, выдерживая соотношение размеров деталей в приблизительном масштабе, т.е. сохраняя пропорцию деталей, соблюдая толщину линий элементов кинематических сетей.  
Указать характер посадок на валы шкивов, зубчатых колес, муфт, тормозов и других деталей. Взаимно расположить валы на схеме так, чтобы существующие на станке варианты зацепления зубчатых колес были изображены ясно и четко.
7. Изобразить на схеме опоры валов, показав соответствующим условным обозначением, какой тип подшипника поддерживает каждый конец вала.



8. Последовательно, начиная от источника движения, определить параметры звеньев каждой кинематической пары; диаметры шкивов, числа зубьев и диаметра зубчатых колес.

9. Определить модули зубчатых колес.

Модули зубчатых колес  $m$  можно определить по следующим формулам:

$$m = P/\pi; \quad m = h/2,25; \quad m = D_{\text{нар}}/(z+2);$$

где  $P$  – шаг зубчатого зацепления, мм;  $z$  – число зубьев зубчатого колеса,  $h$  – высота зуба зубчатого колеса, мм

Наружные диаметры зубчатых колес  $D_{\text{нар}}$  можно измерить штангенциркулем или кронциркулем.

Например,

$$\text{при } z=40 \quad D_{\text{нар}}=125,5 \text{ мм},$$

$$m=125,5/(40+2)=2,98 \text{ мм (по ГОСТ 9563-60* и СТ СЭВ 310-76),}$$

округляем до  $m=3$  мм;

$$\text{при } z=45 \quad D_{\text{нар}}=141,4 \text{ мм.}$$

$$m=141,4/(45+2)=3,009 \text{ мм.}$$

Округляем до стандартного,  $m=3$  мм.

Таким образом определяются модули всех остальных зубчатых колес в коробке скоростей.

Расчеты, связанные с определением модулей и подсчетами зубчатых колес, сводятся в Таблице 2.

10. Определить все частоты вращения шпинделя.

Частота вращения шпинделя определяется из уравнения кинематического баланса главного движения:

$$n_{\text{эл}} i_{\text{рем}} * 0,985 i_{\text{к.с}} = n_{\text{шп}},$$

Таблица 2

Обозначение	Количество зубьев	Наружный диаметр $D_{\text{нар}}$ , мм	Модуль зацепления $m$ , мм	Обозначение	Количество зубьев	Наружный диаметр $D_{\text{нар}}$ , мм	Модуль зацепления $m$ , мм
Вал I	47 42 37			Вал IV	29 29		
Вал II	37 58 42 47			Вал V	29 29		
Вал III	68 37 53 29			Вал VI	29 16		
				Вал VII	64		

Где  $n_{эл}$  – частота вращения электродвигателя, об/мин;  $i_{рем}$  – передаточное отношение ременной передачи; 0,985 – коэффициент, учитывающий скольжение ремней;  $i_{к.с}$  – общее передаточное отношение коробки скоростей;  $i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6$  – передаточные отношения зубчатых передач в коробке скоростей между валами I и II, II и III, III и IV, V и VI, VI и VII соответственно;  $n_{эл}i_{рем} \cdot 0,985 = c$  – частота вращения вала I коробки скоростей. Эта величина для каждого станка, имеющего ременную передачу, постоянна.

Для зубофрезерного станка, изображенного на рисунке 1,

$$c = (1440 \cdot 140) / 320 \cdot 0,985 = 620 \text{ об/мин},$$

$$n_{шп}(1) = c i_{к.с} = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 48,36 \text{ об/мин (50)}$$

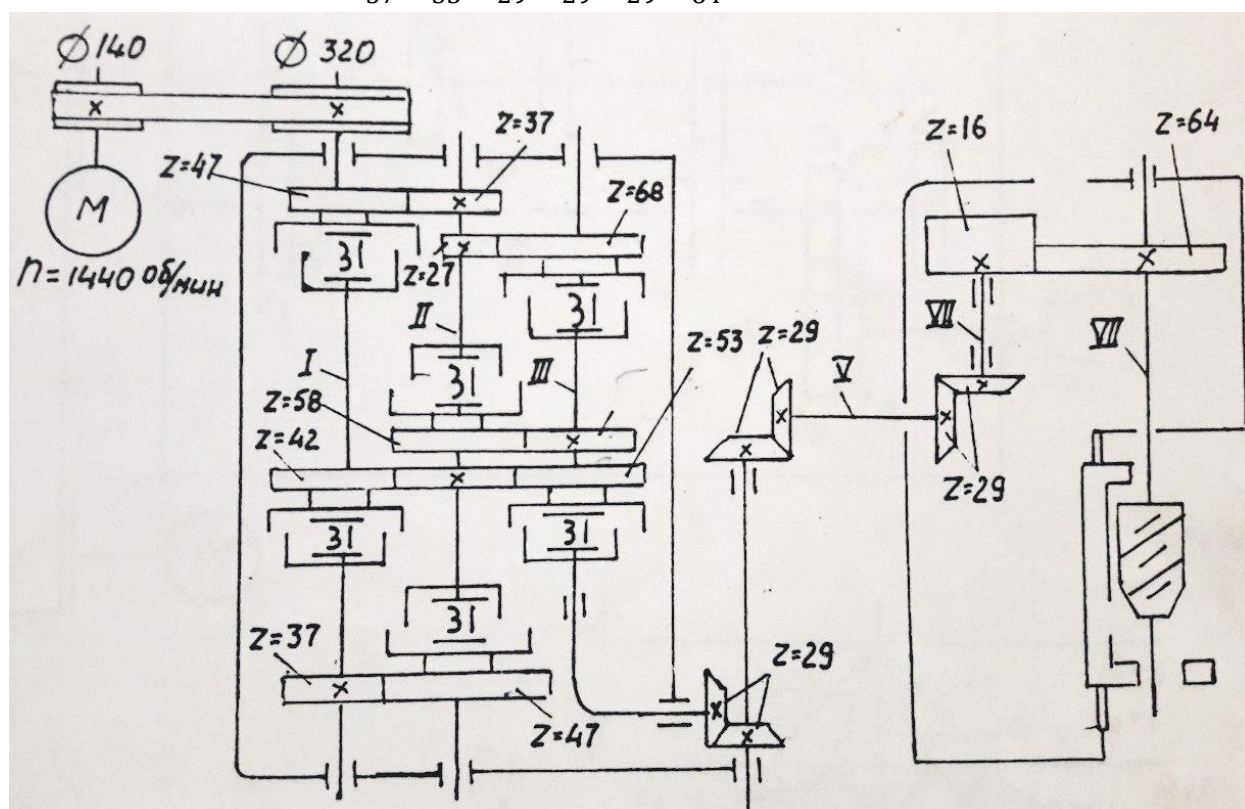
$$n_{шп}(2) = 620 \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{24} = 62 \text{ об/мин (63)}$$

$$n_{шп}(3) = 620 \cdot \frac{47}{37} \cdot \frac{27}{68} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 77,5 \text{ об/мин (80)}$$

$$n_{шп}(4) = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 96,1 \text{ об/мин (100)}$$

$$n_{шп}(5) = 620 \cdot \frac{42}{42} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 122,45 \text{ об/мин (125)}$$

$$n_{шп}(6) = 620 \cdot \frac{47}{37} \cdot \frac{42}{53} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 155 \text{ об/мин (160)}$$



**Рисунок 1** Кинематическая схема коробки скоростей зубофрезерного станка

$$n_{шп}(7) = 620 \cdot \frac{37}{47} \cdot \frac{58}{37} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{29}{29} \cdot \frac{16}{64} = 191,27 \text{ об/мин (200)}$$

$$n_{\text{шп}}(8) = 620 * \frac{42}{42} * \frac{58}{37} * \frac{29}{29} * \frac{29}{29} * \frac{29}{29} * \frac{16}{64} = 243,35 \text{ об/мин (250)}$$

$$n_{\text{шп}}(7) = 620 * \frac{47}{37} * \frac{58}{37} * \frac{29}{29} * \frac{29}{29} * \frac{29}{29} * \frac{16}{64} = 310 \text{ об/мин (315)}$$

Примечание: 1. В скобках указаны стандартные значения частоты вращения шпинделя.

2.  $n_{\text{шп}}(9)$  – частота вращения шпинделя от 1-й до 9-й ступени.

## Построение графика частот вращения шпинделя

Построение графика основывается на кинематическом расчете коробки скоростей. Для кинематического расчета коробки скоростей используют чаще всего графоаналитический метод, который позволяет находить быстро наилучшие варианты решения задач.

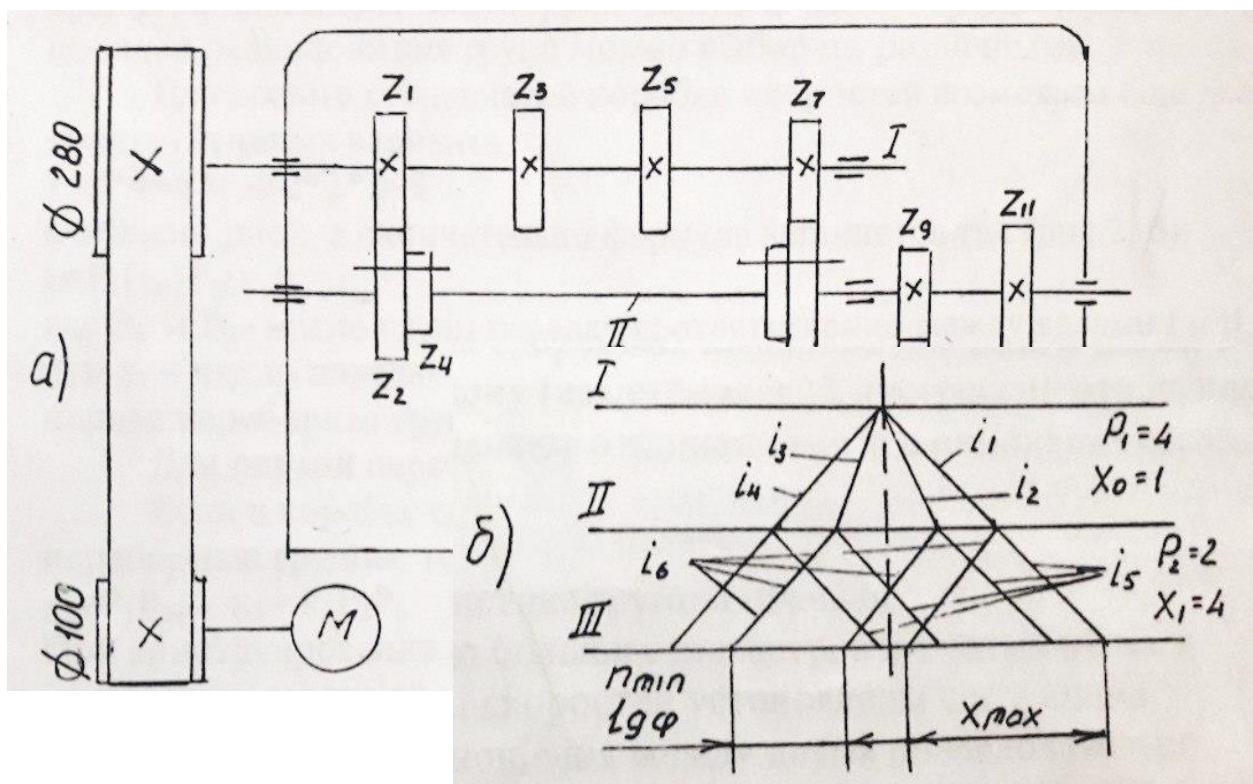
Графоаналитический метод кинематического расчета коробки скоростей состоит из двух этапов:

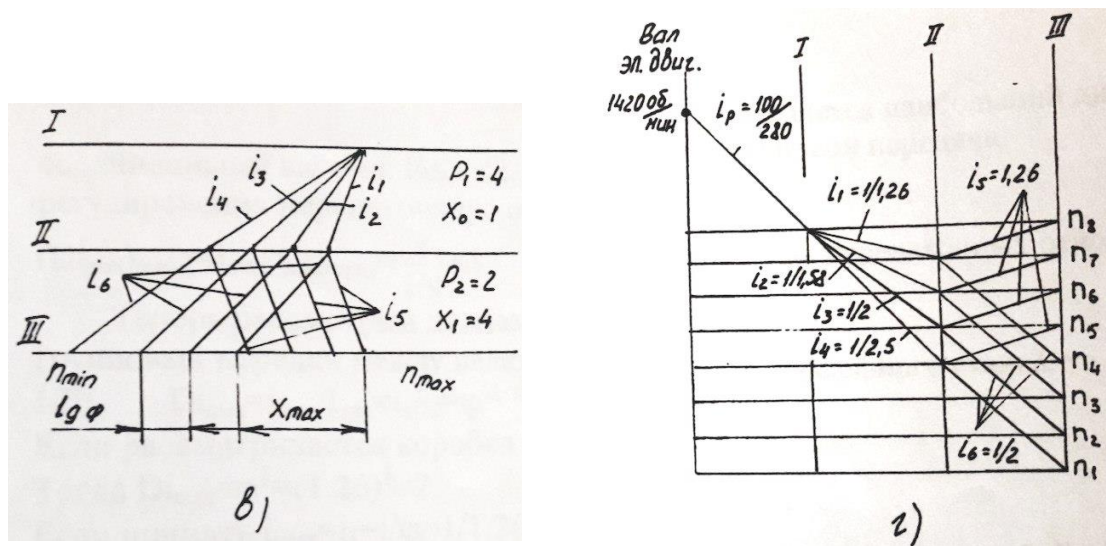
построение структурной сетки;

построение графика вращения.

## Построение структурной сетки.

Число ступеней  $z$  частоты вращения шпинделя при наладке последовательно включенными





**Рисунок 2** Кинематическая схема:

а – коробка скоростей; б, в – структурные сетки; г – график частоты вращения валов коробки скоростей.

групповыми передачами равно произведению числа групп передач:

$$z = P_1 P_2 P_3 \dots P_n$$

Применительно к коробке скоростей, изображенной на рисунке 2, а,  $z = 4 \cdot 2 = 8$ .

При заданном (или выбранном) числе ступеней  $z$  ряда частоты вращения шпинделя число групп передач, число передач в каждой группе и порядок расположения групп можно выбирать различными.

Для восьми ступенчатой коробки скоростей возможны еще два конструктивных варианта:

$$z = 2 \cdot 4 = 8 \text{ и } z = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8.$$

Согласно рис.2, а окончательно формула запишется так (рис.2, б):

$$z = P_1(x_0) P_2(x_1),$$

где  $P_1$  и  $P_2$  – число групп передач соответственно между валами I и II, II и III;  $x_0$  и  $x_1$  – число передач в каждой группе ( $x_0 = 1$  – основная группа передач,  $x_1$  – первая переборная группа передач).

Для первой переборной группы  $x_1 = P_1$ .

Если в коробке скоростей (в структурной сетке) и имеется две и больше переборные группы, то

$$x_2 = P_1 P_2; x_3 = P_1 P_2 P_3 \text{ и т.д.}$$

При конструировании коробок скоростей, имеющих два вала и более, с изменением ступеней  $n$  по закону геометрической прогрессии отношения передаточных отношений заменяют отношениями  $\varphi$  в различных степенях  $x$ , т.е.

$$i_1 : i_2 : i_3 : \dots : I_p = 1 : \varphi^x : \dots : \varphi^{(P-1)x},$$

где  $x$  – целое число, характеристика группы передач.

Во избежание чрезмерно больших диаметров зубчатых колес и габаритных размеров коробки скоростей установлены следующие предельные передаточные отношения между двумя последовательно соединенными валами:  $1/4 \leq i \leq 2$ . Отсюда определяется наибольший диапазон регулирования передаточного отношения групповой передачи:

$$(Di_{\max})_{\text{пред}} = (i_{\max}/i_{\min})_{\text{пред}} = \frac{2}{1/4} \leq 8.$$

Теперь рассмотрим диапазон регулирования передаточных отношений групповых передач между валами (рис. 2, б).

$$\text{I-II: } Di_{\max} = i_{\max}/i_{\min} = i_1/i_2 = \varphi^{(p-1)x} = \varphi^{(4-1)1} = \varphi^3.$$

Если рассматривается коробка скоростей универсального станка, то  $\varphi=1,26$ .

$$\text{Тогда } Di_{\max} = \varphi^3 = (1,26)^3 = 2.$$

Если принять  $i_{\max} = i_1 = i/\varphi = 1/1,26$ , то

$$i_{\min} = i_4 = I_{\max}/Di_{\max} = i_1/Di_{\max} = \frac{1/\varphi}{\varphi^3} = 1/\varphi^4 = 1/2,5.$$

Промежуточные значения передаточных отношений (см. рис. 2, б, в):

$$i_2 = 1/\varphi^2 = 1/1,58, i_3 = 1/\varphi^3 = 1/2.$$

$$\text{II-III: } Di_{\max} = I_{\max}/i_{\min} = i_5/i_6 = \varphi^{(p_1-1)x} = \varphi^{(2-1)4} = \varphi^4 = (1,26)^4 = 2,5.$$

Принимаем, например,  $i_{\max} = i_5 = \varphi = 1,26$ , тогда

$$I_{\min} = i_6 = I_{\max}/Di_{\max} = \varphi/\varphi^4 = 1/\varphi^3 = 1/2.$$

Значения показателей степени для  $\varphi$  зависят от заданной минимальной и максимальной частоты вращения шпинделя, частоты вращения электродвигателя, число ступеней частоты вращения шпинделя.

Имея значения передаточных отношений, структурная сетка коробки скоростей будет иметь вид, показанный на рис. 2, в.

Подробнее с кинематическим расчетом коробок скоростей можно ознакомиться в работе 8.

**Построение графика частоты вращения шпинделя.** На равном расстоянии друг от друга проводят вертикальные линии, число которых равно числу валов коробки скоростей плюс вал электродвигателя (если имеется раменная передача): на расстоянии, равном  $\lg \varphi$ , проводят горизонтальные линии (по количеству частот вращения), которым присваивают (снизу вверх) порядковые номера частот вращения с  $n_1$  по  $n_g$ . Лучи, проведенные между вертикальными линиями, обозначают передачу между двумя валами с соответствующим передаточным отношением, которое заранее определено.

По найденным передаточным отношениям определяют числа зубьев зубчатых колес.

В станкостроении межосевые расстояния, суммы чисел зубьев сопряженных колес, числа зубьев червячных колес и модули нормализованы.

При постоянном расстоянии между осями ведущего ведомого валов и одинакового модуля колес группы передач сумма чисел зубьев каждой пары зубчатых колес является постоянной величиной, т.е.

$$\Sigma Z = Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = Z_5 + Z_6 = Z_7 + Z_8 = Z_9 + Z_{10} = Z_{11} + Z_{12} = \text{const.}$$

Передаточные отношения пар зубчатых колес, которые могут находиться в зацеплении при переключении блоков зубчатых колес в коробке скоростей (см. рис.2, а), определяются:

$$\begin{aligned} i_1 &= z_1/z_2 = 1/1,26; & i_2 &= z_3/z_4 = 1/1,58; & i_3 &= z_5/z_6 = 1/2; \\ i_4 &= z_7/z_8 = 1/2,5; & i_5 &= z_9/z_{10} = 1,26; & i_6 &= z_{11}/z_{12} = 1/2; \end{aligned}$$

Если принять  $\Sigma z=72$ , то можно определить все числа зубьев зубчатых колес.

**Отчет**  
по лабораторной работе  
**Составление с натуры кинематической схемы узла**  
**универсального станка.**

1. Составить с натуры кинематическую схему узла универсального станка.
2. Рассчитать ряд частот вращения шпинделя.
3. Начертить график частот вращения шпинделя.

*Группа*

*Выполнил*

*Принял*



## Лабораторная работа №2

### Тема: «Регулирование передачи винт – гайка качения. Расчет предварительного натяга».

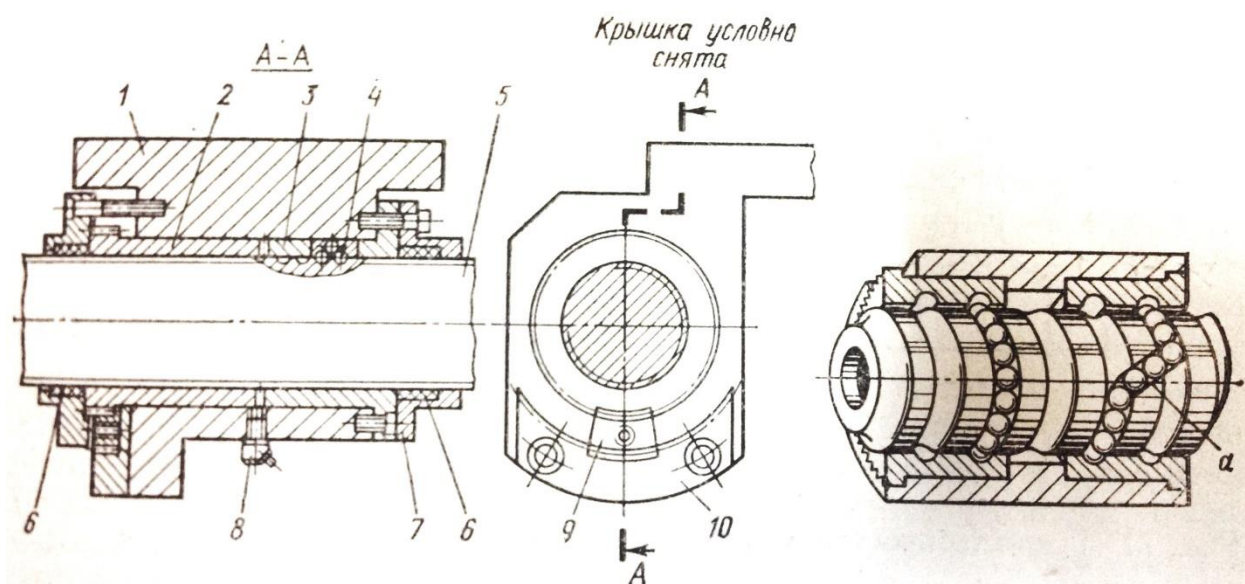
#### 1. Цель работы:

- 1.1. Изучить устройство передачи ВГК станков с ПУ.
- 1.2. Изучить эксплуатационные и регулировочные характеристики передачи ВГК, освоить порядок их проверки.
- 1.3. Изучить порядок расчета предварительного натяга передачи ВГК.
- 1.4. Получить практические навыки регулирования ВГК.

#### 2. Материальное обеспечение

- 2.1. Передача ВГК.
- 2.2. Стенд для регулировки ВГК, динамометрический ключ, микрокалькулятор.

#### 3. Эскиз регулируемой передачи ВГК.





#### 4. Типоразмер передачи ВГК.

Таблица 1 Технические параметры регулируемой передачи ВГК.

Условный диаметр винта d, мм	Шаг резьбы P, мм	Диаметр шарика d <sub>ш</sub> , мм	Количество шариков в передаче, шт	Допускаемая статическая жёсткость Q, кН	Длина винта L, мм
25	5	3	26×6	5,3	710

Таблица 2 Технические характеристики регулируемой ВГК.

	Число делений по индикатору динамометрического ключа	Осевые нагрузки Q, кН	Осевой зазор Δ <sub>0</sub> , мкМ	Осевая жёсткость j, кН/мкМ (Не менее)	Момент холостого хода М <sub>0</sub> ·М <sub>кр</sub> , Н·м (Не более)
По ТУ				0,45	0,26
Измерения	20	5,3	15	0,35	0,1

#### 5. Расчет жёсткости.

$$j_{\phi} = Q/\Delta_0 = 5,3/15 = 0,35 \text{ кН/мкМ}$$

Вывод: данная передача ВГК по моменту холостого хода соответствует ТУ (0,1<0,26), ТУ(0,35<0,45). Требуется увеличивать осевую жёсткость за счет создания натяга.

6. Расчет силы предварительного натяга.

$$F_H = 3,5 \cdot d_{ш} \cdot K, \text{ Н}$$

Где  $d_{ш}$  – диаметр шарика;

$K$  – количество шариков в одном витке.

$$F_H = 3,5 \cdot 3 \cdot 26 = 270 \text{ Н}$$

7. Расчет величины сближения полу гаек для создания предварительного натяга.

$$\Delta_H = 1,3 \sqrt[3]{F_H / d_{ш}}, \text{ мкМ}$$

Где  $F_H$  – величина предварительного натяга;

$d_{ш}$  – диаметр шариков.

$$\Delta_H = 1,3 \sqrt[3]{270 / 3} = 35 \text{ мкМ}$$

8. Расчет суммарной величины сближения полу гаек.

$$\Delta_{\text{сум}} = \Delta_0 + \Delta_H, \text{ мкМ}$$

Где  $\Delta_0$  – зазор в сопряжении;

$\Delta_H$  – величина сближения полу гаек.

$$\Delta_{\text{сум}} = 15 + 35 = 50 \text{ мкМ}$$

9. Расчет числа зубьев необходимых для поворота полу гаек в одну сторону.

$$Z = 10^{-3} (\Delta_{\text{сум}} / P) \cdot Z_1 (Z_1 + 1)$$

Где  $\Delta_{\text{сум}}$  – суммарная величина сближения полу гаек;

$P$  – шаг ходового винта;

$Z_1$  – число зубьев ходового винта.

$$Z = 10^{-3} \cdot (50 / 5) \cdot 46 \cdot 47 = 21 \text{ зубьев}$$

Вывод: данная передача по осевой жёсткости не соответствует требованиям Т.У., для восстановления её работоспособности требуется поворот двух полу гаек на 21 зуб в одну сторону.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ.....	4
2 Лабораторная работа №3 «Ознакомление с устройством и работой основных узлов токарно-винторезного станка. Наладка станка на обработку заданной детали.....	5
3 Лабораторная работа №4 «Ознакомление с устройством и работой основных механизмов токарного станка с ЧПУ. Наладка станка на обработку заданной стали.....	8
4 Лабораторная работа №5 «Ознакомление с устройством и работой основных узлов вертикально-сверлильного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной.....	21
5 Лабораторная работа №6 «Наладка горизонтально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях. Обработать деталь».....	27
6 Лабораторная работа №7 «Ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали».....	30
7 Лабораторная работа №8 «Настройка и наладка зубодолбежного станка для нарезания цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом».....	45
8 Лабораторная работа №9 «Настройка и наладка зубофрезерного станка для нарезания цилиндрического зубчатого колеса с винтовым зубом».....	53

## **Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ**

1. На рабочем месте должно находиться только то, что необходимо для выполнения работы.
2. Перед включением станка необходимо опробовать работу механизмов станка вручную. При наличии обнаруженных дефектов станок не включать.
3. Обрабатываемая заготовка и режущий инструмент должны быть надежно закреплены.
4. Обязательно проверить: не оставлен ли ключ в патроне.
5. Во время работы трогать руками вращающиеся механизмы станка или заготовку **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**.
6. Измерения производить только после полной остановки станка.
7. Удалять стружку только крючком.
8. **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ** пуск станка без разрешения преподавателя.

### **Лабораторная работа №3**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов токарно-винторезного станка. Наладка станка на обработку заданной детали».**

**1. Цель работы:** 1.1. Ознакомление с общим видом токарно-винторезного станка.

1.2. Изучить назначение кнопок и рукояток управления, действие всех механизмов станка.

1.3. Научиться налаживать в станок на нарезание метрической резьбы и обработку конических поверхностей деталей различными способами.

#### **2. Материальное обеспечение**

2.1. Универсальный токарно-винторезный станок.

2.2. Набор резцов.

2.3. Заготовки, подлежащие обработке.

2.4. Материальный инструмент – штангенциркуль.

#### **3. Материал, который должен быть проработан по учебнику**

3.1. Назначение, основные узлы, механизмы и движения в станке.

3.2. Кинематика станка.

3.3. Наладка токарно-винторезных станков для производства различных работ (Л.1, с.40-49) (Л.2, с.20-35).

#### **4. Порядок выполнения работы**

4.1. Изучить устройство токарно-винторезного станка.

4.2. Настроить станок на нарезание однозаходной метрической резьбы с нормальным шагом.

4.3. Настроить станок на обработку конической поверхности одним из способов.

## **ОТЧЕТ**

### **по лабораторной работе №3**

1. Тема и цели работы.
2. Материальное обеспечение.
3. Перечислить основные узлы и механизмы станка.
4. Дать краткую техническую характеристику станка:
  - наименьший и наибольший диаметры обрабатываемой заготовки;
  - наибольшее расстояние между центрами;
  - наибольший и наименьший шаг нарезаемой метрической резьбы;
  - наименьшая и наибольшая частота вращения шпинделя.
5. Изобразить профиль нарезаемой резьбы и указать на эскизе шаг резьбы и угол профиля резьбы (в масштабе).
6. Изобразить эскиз наладки станка на нарезание резьбы (метрической) с кратким описанием последовательности работы. Записать уравнение кинематического баланса для движения подачи при нарезании метрической резьбы.
7. Составить эскиз наладки станка на обработку конуса одним из способов и дать описание обработки конусов 2...3 способами.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Локтева С.Е. Станки с программным управлением и промышленные работы. – М.: Машиностроение, 1986.
2. Голофтьев С.А. Лабораторный практикум по курсу «Металлорежущие станки». – М.: Высшая школа, 1991.

ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

№ варианта	Длина L, мм	Длина l, мм	Диаметр D, мм	Диаметр d, мм	Шаг нарезаемой резьбы, Р, мм
1,16	200	100	50	30	2,5
2,17	250	150	55	35	3
3,18	300	120	60	40	3,5
4,19	350	130	65	45	4
5,20	300	140	70	50	4,5
6,21	250	150	75	55	5,0
7,22	200	100	80	60	5,0
8,23	400	100	85	65	4,5
9,24	350	150	85	65	4,0
10,25	300	200	80	60	3,5
11,26	250	100	75	55	3,0
12,27	200	120	70	50	2,5
13,28	300	200	65	45	2,0
14,29	350	200	60	40	3,0
15,30	200	50	55	35	2,5

## **Лабораторная работа №4**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных механизмов токарного станка с ЧПУ. Наладка станка на обработку заданной детали»**

**Цель работы:** практическое ознакомление с устройством и основными механизмами токарного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.

### **1 Оборудование, оснастка**

- 1.1 Станок модели 16K20Ф3 с УЧПУ NC-201M.
- 1.2 Приспособление для закрепления заготовки (патрон трехкулачковый).
- 1.3 Режущий инструмент (резцы) согласно РТК.
- 1.4 Измерительный инструмент: штангенциркуль, микрометр согласно РТК.
- 1.5 Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертеж детали, расчётно-технологическая карта, управляющая программа.
- 1.6. Заготовки для детали.
- 1.7. Инструкция по технике безопасности.

### **2 Порядок выполнения работы**

- 2.1 Сообщение темы, плана, постановка цели урока.
- 2.2 Инструктаж по технике безопасности.
- 2.3 Включить станок, проверить на холостом ходу.
- 2.4 Ознакомиться с назначением программы.
- 2.5 Ознакомление с панелью управления станком /рисунок 3.1/
- 2.6 Ознакомление с панелью пульта оператора NC-201M / рисунок 2.2/
- 2.7 Ознакомление с методикой наладки токарного станка с УЧПУ NC-201M.

### **3. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММ**

- 3.1 В состав базового ПрО УЧПУ входят программы:
  - 1) **CNC.RTB (CNC.EXE);**
  - 2) **DEBUG.EXE.**
- 3.1.1. В базовое ПрО УЧПУ до версии **3.60.P** входит программа **CNC.EXE**, которая имеет 16 разрядную систему, совместимую с операционной системой (ОС) **MS DOS**.
- 3.1.2. В базовом ПрО УЧПУ, начиная с версии **3.60.P**, программа **CNC.EXE** заменена на **CNC.RTB**, которая имеет 32 разрядную ОС реального времени **RTOS-32**. **RTOS-32** позволила расширить возможности ПрО, например, применять визуальное программирование для создания и



редактирования УП. Информация об этом приведена в документе «Руководство оператора. Часть 2. Визуальное программирование».

Кроме этого, ОС **RTOS-32** позволила, начиная с версии ПрО **3.77.Р**, применить трёхмерную графику при выводе изображений на экран дисплея.

**Примечание** – Кодирование версий ПрО приведено в документе «Руководство по характеристике».

3.2 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** предназначена для управления металлообрабатывающим оборудованием.

3.2.1 Программа реализует алгоритмы:

- 1) ввода/вывода УП и служебной информации;
- 2) расшифровки УП;
- 3) формирования перемещений;
- 4) управления приводом;
- 5) управления автоматикой;
- 6) индикации;
- 7) диагностики.

3.2.2 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** осуществляет управление оборудованием с помощью аппаратных модулей, среди которых можно выделить:

- 1) модуль **CPU**;
- 2) модуль **ESDA I/O**, управляющий фотоэлектрическими датчиками, выходами ЦАП, электронным штурвалом и дискретными каналами вх./вых.;
- 3) модуль **ESDP I/O**, управляющий фотоэлектрическими датчиками, выходами ЦИП и ЦАП, электронным штурвалом и дискретными каналами вх./вых.

3.3 Программа **CNC.RTB (CNC.EXE)** обеспечивает два режима работы УЧПУ:

- 1) режим «**КОМАНДА**»;
- 2) режим «**УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ**».

3.3.1 Режим «**КОМАНДА**» используется для ввода и редактирования УП и для работы с файлами программ.

3.3.2 Режим «**УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ**» предназначен для управления работой станка и контролем над состоянием текущего процесса. Руководство оператора NC-201, NC-201M, NC-202 7 Диалог оператора с системой в режиме «**УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ**» осуществляется через видеостраницы: **#1-#5, #6, #7**. Вывод алфавитно-цифровой информации осуществляется на видеостраницы **#1-#5 и #7**. Вывод графической информации - на видеостраницу **#6**.

В режиме «**УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ**» переключателем с ПО можно задать 8 режимов работы со станком:

- 1) «**MDI**» – режим «**РУЧНОЙ ВВОД КАДРА**»;
- 2) «**AUTO**» – режим «**АВТОМАТИЧЕСКИЙ**»;
- 3) «**STOP**» – режим «**КАДР**»;

4) «MANU» – режим «БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»;

5) «MANJ» – режим «ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»;

6) «PROF» – режим «АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ»;

7) «HOMЕ» – режим «ВЫХОД В НОЛЬ»;

8) «RESET» – режим «СБРОС».

3.4 Программа **DEBUG.EXE** оказывает помощь при обнаружении причин нарушения работы УЧПУ со станком или при неисправности вышеуказанных модулей.

3.5 Фирма-изготовитель поставляет УЧПУ, полностью готовое для первого включения. Порядок установки УЧПУ и его подготовка к работе выполняется в соответствии с документом «Руководство по эксплуатации» (раздел «Порядок установки, подготовка к работе, порядок работы УЧПУ»).

3.5.1 Выбор режима для работы **CNC32/DEBUG** производится после включения и успешного завершения самодиагностики УЧПУ, когда произойдёт загрузка операционной системы (**DOSvX.XX**), и на экране появятся опции меню:

-**DEBUG**;

- **CNC32**;

- **NET**.

Далее в течение двух-трёх секунд из меню необходимо выбрать нужную опцию режима работы **DEBUG** или **CNC32**. По умолчанию УЧПУ автоматически загружается в режиме **CNC32**.

3.5.2 При выборе режима **DEBUG** загружается программа **DEBUG.EXE**. Работа в режиме **DEBUG** описана в приложении А. При выходе из режима **DEBUG** по клавише «Е» («Exit») УЧПУ переходит в режим ожидания команды: **DOS (C:\)**.

Работа в режиме **DOS** и его команды достаточно подробно описаны в других массовых изданиях, поэтому этот режим не является предметом рассмотрения в эксплуатационной документации на УЧПУ.

3.5.3 При выборе опции **CNC32** загружается программа **CNC.RTB**, которая, используя файлы характеристики фирмы изготовителя УЧПУ, выйдет в режим работы УЧПУ «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» на видеостраницу #1.

Далее данные файлы характеристики можно использовать как заготовки для создания собственных файлов или для управления конкретным оборудованием.

## 4 . ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА

### 4.1. Панель пульта оператора

2.1.1 Пульт оператора обеспечивает выполнение всех функций управления и контроля в системе «ОПЕРАТОР-УЧПУ-СТАНОК». ПО включает модуль дисплея и модуль клавиатуры, состав которых указан в документе «Руководство по эксплуатации». Конструктивно ПО встроен в

моноблок УЧПУ, таким образом, что панель ПО представляет собой лицевую панель УЧПУ. В качестве элементов управления используются кнопки, клавиши и переключатели, в качестве элементов контроля – дисплей и светодиоды.

4.1.2 Панель ПО УЧПУ NC-201 и NC-202 в основном корпусе представлена на рисунке 2.1.

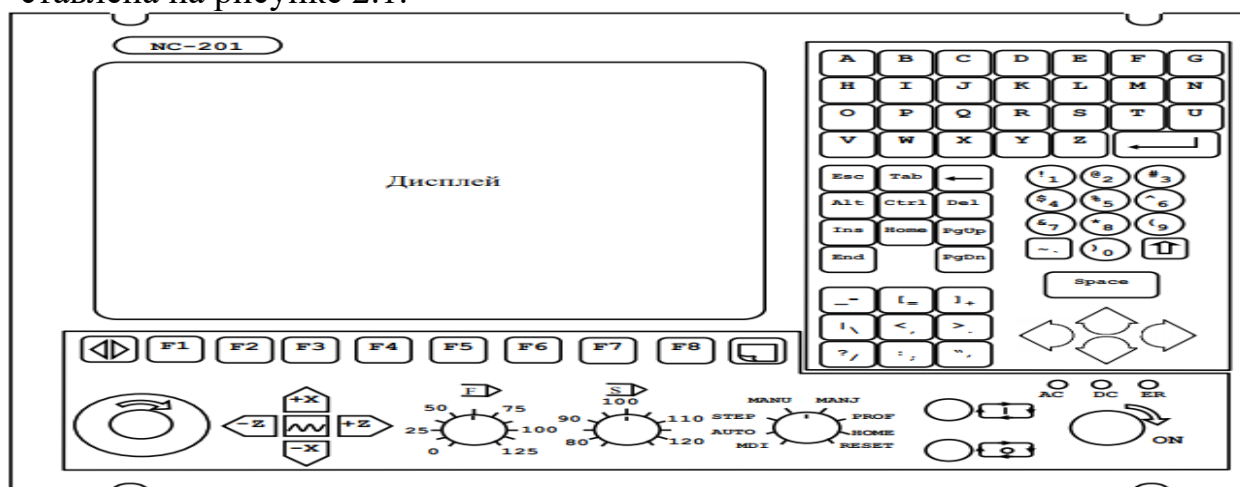





Рисунок 2.1 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201 и NC-202

Панель ПО NC-201 и NC-202 состоит из трёх секций:

- секции дисплея;
- секции алфавитно-цифровой клавиатуры;
- секции функциональной клавиатуры и станочной консоли.

В секции дисплея расположен жидкокристаллический дисплей TFT 10.4". Справа от дисплея расположена вертикальная секция алфавитно-цифрового наборного поля: 36 алфавитно-цифровых, 28 специальных клавиш. Внизу под дисплеем расположена горизонтальная секция, в которой размещены:

- функциональная клавиатура: восемь клавиш «F1»-«F8» и пять клавиш «токарного креста» - «+X», «-X», «+Z», «-Z»,  ;
- две специальные клавиши:  («ПРОКРУТКА») и  («ПЕРЕХОД»);
- станочная консоль с элементами управления и индикации:
  - ♣ светодиоды «AC», «DC», «ER»;
  - ♣ сетевой выключатель УЧПУ (замок с ключом);
  - ♣ кнопка аварийного останова;
  - ♣ кнопка «1» («ПУСК»);
  - ♣ кнопка «0» («СТОП»);
  - ♣ переключатель - корректор подачи «F»;
  - ♣ переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»;
  - ♣ переключатель режимов работы со станком «MDI»...«RESET».


4.1.3 Панель ПО УЧПУ NC-201M в корпусе А представлена на рисунке 2.2. Панель ПО имеет пластмассовую накладку, которая делит её на три секции:



- секцию дисплея;
- секцию алфавитно-цифровой клавиатуры;
- секцию функциональной клавиатуры и станочной консоли.

В секции дисплея расположен жидкокристаллический дисплей TFT 10.4”.

Справа от дисплея вертикально расположена секция алфавитно-цифровой клавиатуры: 36 алфавитно-цифровых, 28 специальных клавиш.

Внизу под дисплеем расположена горизонтальная секция функциональной клавиатуры и станочной консоли, в которой размещены:

- функциональная клавиатура: восемь клавиш «F1»-«F8» и семь клавиш «+X», «-X», «+Y», «-Y», «+Z», «-Z», ;

- две специальные клавиши:  («ПРОКРУТКА») и  («ПЕРЕХОД»);

- станочная консоль с элементами управления:

- ♣ кнопка «1» («ПУСК»);
- ♣ кнопка «0» («СТОП»);
- ♣ переключатель - корректор подачи «JOG»;
- ♣ переключатель - корректор ручных подач «F»;
- ♣ переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»;
- ♣ переключатель режимов работы со станком «MDI»...«RESET».

В нижнем правом углу панели ПО в пластмассовой накладке сделана ниша для вывода разъёмов **USB1** и **USB2**. Разъём **USB1** работает в режиме УЧПУ, разъём **USB2** работает в режиме **MS DOS**. Ниша закрывается гибкой крышкой. Над нишей расположены отверстия с маркировкой «DC» и «ER» для вывода светодиодных индикаторов.

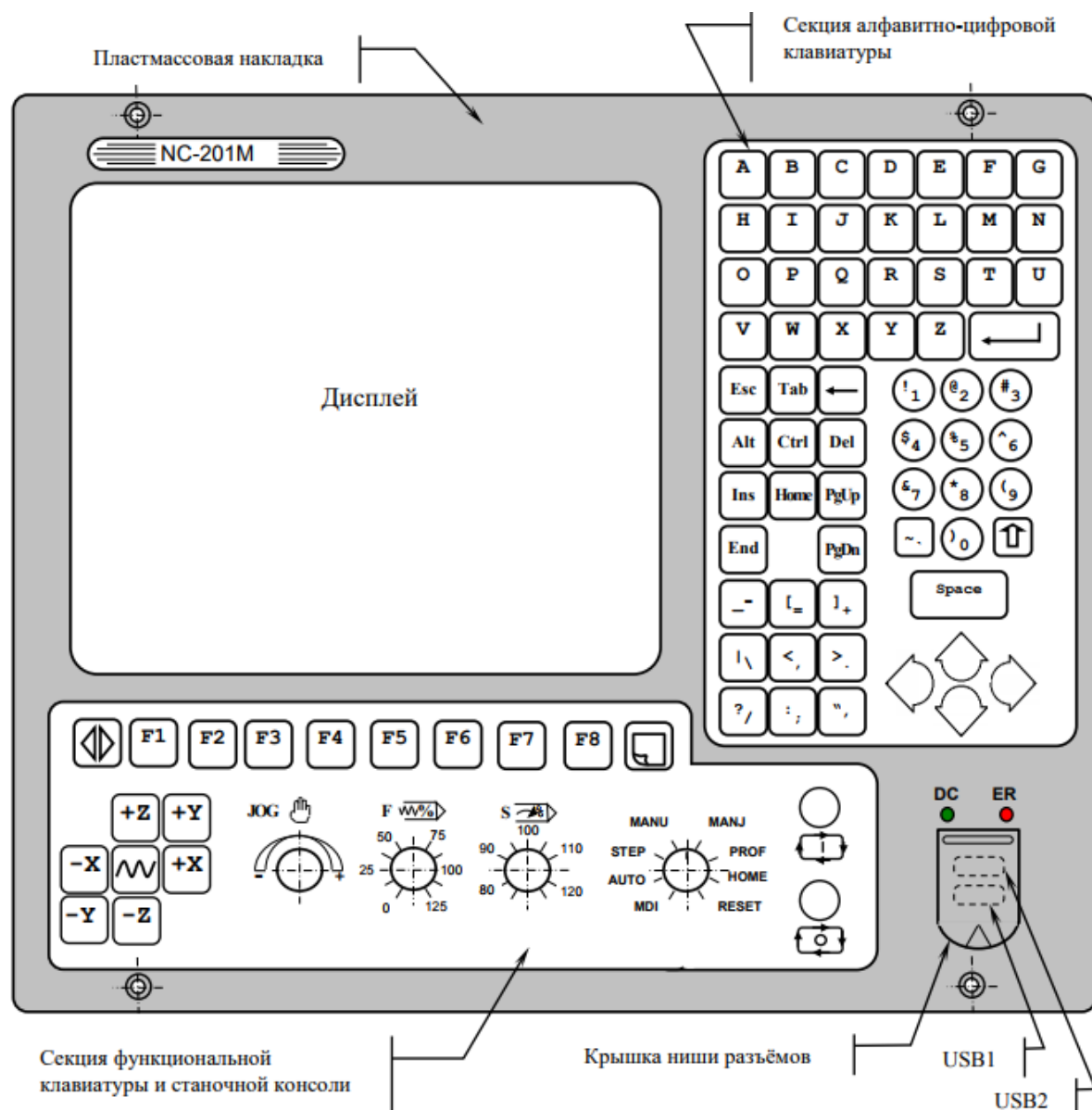


Рисунок 2.2 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201M

## 4.2. Элементы пульта оператора

### 4.2.1. Индикаторы

**АС** – индикатор подачи сетевого питания в УЧПУ **NC-201** и **NC-202** (зелёного цвета):

- индикатор горит – сетевое питание подано на УЧПУ;
- индикатор не горит - сетевое питание отсутствует или сетевое питание неисправно.

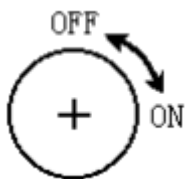
**ДС** – индикатор включения питания УЧПУ (зелёного цвета):

- индикатор горит – питание УЧПУ включено;
- индикатор не горит - питание УЧПУ выключено или неисправно.

**ЕР** – индикатор ошибки в работе УЧПУ (красного цвета);

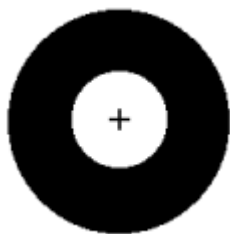
индикатор загорается, если в работе УЧПУ системой «**WATCH DOG**» выявлена ошибка, при этом снимается сигнал готовности УЧПУ.

#### 4.2.2. Выключатели и кнопки



**Сетевой выключатель** (замок с ключом в УЧПУ NC-201 и NC- 202)

Используется для включения/выключения (ON/OFF) питания УЧПУ поворотом ключа в замке.



**Кнопка АВАРИЙНОГО ОСТАНОВА** (кнопка- грибок красного цвета в УЧПУ NC-201 и NC- 202)

Кнопка должна отключать управляющее напряжение со станка. Для подготовки повторного включения станка после аварийного отключения необходимо повернуть кнопку до щелчка в направлении, указанном стрелками на кнопке. Действия, выполняемые по данной кнопке на станке, и их порядок обеспечивает разработчик системы.

**ВНИМАНИЕ!** УЧПУ NC-201М НЕ ИМЕЕТ КНОПКИ АВАРИЙНОГО ОСТАНОВА НА ПУЛЬТЕ ОПЕРАТОРА. АВАРИЙНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ВХОДИТ В КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ УЧПУ КАК САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗДЕЛИЕ. РАЗРАБОТЧИКУ СИСТЕМЫ НЕОБХОДИМО САМОСТОЯТЕЛЬНО ПРЕДУСМОТРЕТЬ ЕГО УСТАНОВКУ В ЦЕПИ АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ.

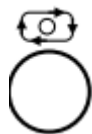


**ПУСК** (кнопка зелёного цвета с индикацией)

В режиме **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»:**

- управляет выполнением программы и движением осей в режимах **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА», «БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ», «ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ», «АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ», «ВЫХОД В НОЛЬ»;**
- выполняет движения в режимах **«БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ», «ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ»** и **«АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ»** при нажатой кнопке **«СТОП».**

Выполняет общий сброс системы, если в УЧПУ установлен режим «СБРОС» («RESET») (выбор режимов работы выполняется со станочной панели).



**СТОП** (кнопка красного цвета с индикацией)

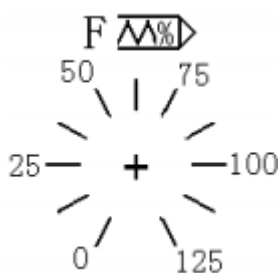
Останавливает движение с управляемым замедлением и устанавливает режим «HOLD». Для выхода из режима «HOLD» необходимо снова нажать кнопку «СТОП» и «ПУСК». Не действует при нарезании резьбы.

### 4.2.3. Переключатели

#### Переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»

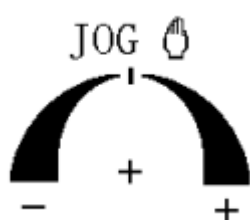


В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» позволяет изменять скорость вращения шпинделя. Шаг изменения скорости вращения шпинделя может быть установлен при характеристизации.



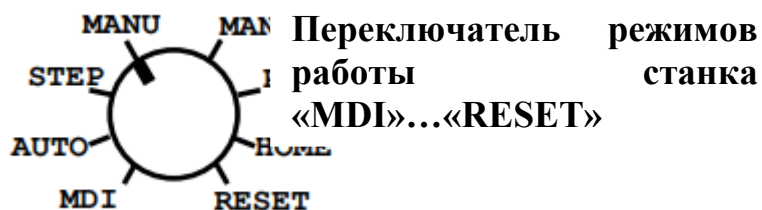
#### Переключатель - корректор подачи «F»

В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» позволяет изменять величину рабочей подачи. Шаг изменения подачи может быть установлен при характеристизации. Не действует при нарезании резьбы.



**Переключатель – корректор по- дач «JOG»**  
(только для УЧПУ NC- 201M)

Определяет скорость и направление ручных перемещений. Переключатель в положениях от 0% до +100% в сочетании с командой **URL=1** управляет скоростью перемещений на быстром ходу (при **G00**). Шаг изменения подачи может быть установлен при характеристизации.



В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» переключатель позволяет с ПО УЧПУ задать режим работы станка. Активизация переключателя задаётся инструкцией **CWP** при характеристизации системы.

Переключателем можно задать следующие режимы работы станка:

- «**MDI**» – режим «**РУЧНОЙ ВВОД КАДРА**»:

при нажатии кнопки «**ПУСК**» выполняется отработка кадра, набранного в строке ввода/редактирования.

- «**AUTO**» – режим «**АВТОМАТИЧЕСКИЙ**»:

при нажатии кнопки «**ПУСК**» выполняется отработка всей УП кадр за кадром.

- «**STEP**» – режим «**КАДР**»:

при нажатии кнопки «**ПУСК**» выполняется отработка одного кадра УП.

- «**MANU**» – режим «**БЕЗРАЗМЕРНЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**»:

с нажатием кнопки «**ПУСК**» ось, выбранная с клавиатуры нажатием клавиши «**СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД**» или «**СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД**», начинает двигаться со скоростью и в направлении, выбираемыми переключателем корректора подач «**JOG**». При отпускании кнопки «**ПУСК**» ось останавливается.

- «**MANJ**» – режим «**ФИКСИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**»:

с нажатием кнопки «**ПУСК**» выбранная ось смещается на величину перемещения, введенную с клавиатуры при помощи кода **JOG** (например, **JOG=50**). Скорость и направление выбираются переключателем корректора подач «**JOG**».

- «**PROF**» – режим «**АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВОЗВРАТ НА ПРОФИЛЬ**»:

при нажатии кнопки «**ПУСК**» выполняется возврат в отправную точку на профиле после ручного перемещения от профиля. Возврат осуществляется с выбором оси при использовании кода **RAP=0** или автоматически ось за осью в обратном порядке, выполненным при их отводе, с использованием кода **RAP=1**. Скорость и направление выбираются переключателем корректора подач «**JOG**». Движение начинается с нажатием клавиши «**ПУСК**».

- «**HOME**» – режим «**ВЫХОД В НОЛЬ**»:


при нажатии кнопки «**ПУСК**» осуществляется выход в исходную позицию оси (в позицию микровыключателя абсолютного нуля оси), выбранной с клавиатуры клавишами «**СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД**» или «**СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД**»



- **«RESET»** – режим **«СБРОС»**:

при нажатии кнопки **«ПУСК»** обнуляется информация, находящаяся в динамическом буфере. Осуществляется выбор нулевой начальной точки для всех осей, и выбранная УП устанавливается на первый кадр. Сбрасываются текущие **M, S, T** функции. Корректора инструментов и начальных точек, занесённые в соответствующие файлы, не стираются.

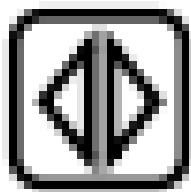
#### 4.2.4. Функциональная клавиатура

4.2.4.1 Назначение функциональных клавиш **«F1»–«F8»** и **«клавиш токарного креста»**: **«+X»**, **«-X»**, **«+Y»**, **«-Y»**, **«+Z»**, **«-Z»** и  рассмотрено при описании их применения в режиме отображения информации на видеостранице #7 дисплея УЧПУ.

#### 2.2.5. Алфавитно-цифровая и специальная клавиатура

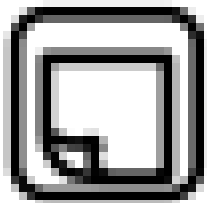
4.2.5.1 Основные алфавитно-цифровые клавиши наборного поля соответствуют по своему назначению клавишам компьютерной клавиатуры.

2.2.5.2 Кроме основных алфавитно-цифровых клавиш, в УЧПУ имеется несколько специальных клавиш, назначение которых приведено ниже.



#### ПРЕХОДЫ

Обеспечивает переход из режима **«КОМАНДА»** в режим **«УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»** и обратно. Может быть использована при работе в программах ПК как клавиша **«F1»**.



#### ПРОКРУТКА

Выполняет переход между видеостраницами **#1** и **#7** и переход из видеостраницы **#6** в видеостраницу **#7**. Обеспечивает переход на вторую страницу и обратно в меню **«Среда»** при компиляции программы PLC.

Обеспечивает прокрутку меню в редакторе УЧПУ. Может быть использована при работе в программах ПК как клавиша **«F10»**.



#### ВОЗВРАТ НА ШАГ

Перемещает курсор влево от текущего положения.



## СДВИГ ВПЕРЕД

Перемещает курсор вправо от текущего положения.



## СДВИГ НА СТРОКУ НАЗАД

### 1. В режиме «КОМАНДА»:

- вызывает из буфера памяти любую из последних введенных восьми команд для повторного ввода клавишей «ENTER»;
- при редактировании УП используется для возврата курсора к предыдущему кадру.

### 2. В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»:

- используется для поиска кадра, с которого может быть начата отработка УП в режимах работы «КАДР» («STEP») или «Автоматический» («AUTO»);
- используется при выборе оси для движения в режимах «MANU», «MANJ», «PROF», «HOME»;
- в сочетании с клавишей «ALT» прокручивает из буфера команд для повторного выполнения:
  - любую из последних 16 введенных команд посредством клавиши «ENTER» во всех режимах работы, кроме режима «РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»);
  - любой из последних 16 введенных кадров посредством клавиши «ПУСК» в режиме «РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»).

## СДВИГ НА СТРОКУ ВПЕРЕД



### 1. В режиме «КОМАНДА»:

- вызывает из буфера памяти любую из последних введенных восьми команд для повторного ввода клавишей «ENTER»;
- при редактировании УП используется для перемещения курсора к следующему кадру.

### 2. В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ»:

- используется для поиска кадра, с которого может быть начата отработка УП в режимах работы «КАДР» («STEP») или «АВТОМАТИЧЕСКИЙ» («AUTO»);
- используется при выборе оси для движения в режимах «MANU», «MANJ», «PROF», «HOME»;

- в сочетании с клавишей **«ALT»** прокручивает из буфера команд для повторного выполнения:

- любую из последних 16 введенных команд посредством клавиши **«ENTER»** во всех режимах работы, кроме режима **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»);**

- любой из последних 16 введенных кадров посредством клавиши **«ПУСК»** в режиме **«РУЧНОЙ ВВОД КАДРА» («MDI»).**

## 5. Наладка станка

Наладка станка на обработку заданной детали состоит из следующих элементов и закрепление режущего инструмента, закрепление заготовки, установка осей на ноль, определение размеров режущего инструмента (коррекция на инструмент), ввод управляющей программы.

5.1. Установка и закрепление заготовки.

5.1.1. Заготовка крепится в патроне установленном на шпинделе станка.

5.2. Установка и закрепление режущего инструмента.

5.2.1. Резцы необходимые для обработки заготовки согласно РТК устанавливают в определенные позиции автоматической револьверной головки.

5.3. Включение станка (панель управления).

5.3.1. Включить рукоятку водного автомата 1

5.3.2. Включить кнопку "Подача напряжения" 3


5.3.3. Нажать клавиши , F1 (панель пульт оператора).

5.4. Установка осей на ноль (панель пульт оператора)

5.4.1. Установить режим работы станка **«HOMЕ» («Выход в ноль»)**

5.4.2. Нажать последовательно клавиши осей X, Z – суппорт автоматически выйдет на ноль

5.5. Определение размеров инструмента на станке.

5.5.1. Перейти в режим работы станка **«MANU» («Безразмерные ручные перемещения»)** и нажатием клавиши Z, X,  отвести суппорт к правому торцу заготовки.

5.5.2. Перейти в режим работы станка **«MDI» («Ручной ввод кадра»)**

5.5.3. Задать частоту вращения шпинделя: S500 M3, включить кнопку **«Пуск»** (зеленого цвета) заготовка начнет вращаться.

5.5.4. Перейти в режим работы станка **«MANU».**

5.5.5. Подвести резец, подрезать торец, отвести резец по оси X.




5.5.6. Нажать клавиши  «прокрутка», F3 (F4) «ввод корректора».

5.5.7. Набрать с клавиатуры  1.  Z 0  (ENTER).


5.5.8. Подвести резец и проточить по оси X (по диаметру) и отвести резец по оси Z.

5.5.9. Перейти в режим работы станка «MDI» задать останов шпинделя набрав M5 и «Пуск» (зеленого цвета) – шпиндель остановится.

5.5.10. Измеряем диаметр обработанной поверхности

5.5.11. Нажать клавиши F3 (F4)  1.  x50,5  тем самым определив размер инструмента на станке (коррекцию на инструмент).

5.6. Ввод управляющей программы

5.6.1. Перейти из режима «управление станком» в режим «команда» нажатием клавиши .

5.6.2. Вести УП.

5.7. Обработка детали в автоматическом режиме по программе.

5.7.1. Перейти в режим «управление станком» нажав клавишу .

5.7.2. Перейти в режим работы станка «АУТО» («Автоматический»), закрыть ограждение, нажать кнопку «Пуск» (зеленого цвета) начнется обработка заготовки.

5.7.3. После окончания обработки, открыть ограждение, снять деталь, произвести контроль.

## **Лабораторная работа №5**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов вертикально-сверлильного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали».**

**1. Цель работы:** Практическое ознакомление с методикой наладки вертикально-сверлильного станка мод. 2P135Ф2 с устройством ЧПУ 2П32-3 и его работой, ознакомление с символами и обозначениями на пультах станка и устройства ЧПУ.

**2. Исходные данные:**  
**оборудование, оснастка, принадлежности, документация**

2.1. Станок 2P135Ф2 с устройством ЧПУ 2П32-3.

2.2. Приспособления для закрепления заготовки (тиски, сборка, УСП, патрон и т.д.) согласно РТК.

2.3. Сменные втулки для закрепления сверл.

2.4. Режущие инструменты (сверла, зенкера, метчики, развертки и т.д.) согласно РТК.

2.5. Измерительные инструменты (штангенциркуль, стойка с индикатором, калибры) согласно РТК.

2.6. Технологическая документация по разработке управляющей программы (чертеж детали, расчетно-технологическая карта (РТК), лента – программноноситель, распечатка управляющей программы).

2.7. Заготовка детали (2-3 штуки).

2.8. Руководство по эксплуатации станка.

2.9. Инструкция по технике безопасности.

### **3. Общие сведения о станке**

**3.1. Назначение:**

станок вертикально-сверлильный с револьверной головкой, крестовым столом и числовым программным управлением мод. 2P135Ф2 предназначен для выполнения операций: сверление, зенкерование, рассверливание, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы, легкого прямолинейного фрезерования в условиях мелкосерийного и серийного производства.

Наличие на станке шестишпиндельной револьверной головки для автоматической смены инструмента, крестового стола с программным управлением позволяет осуществить координатную обработку фланцев, крышек, панелей и т.д. Без предварительной разметки и без применения кондукторов.

3.2. Техническая характеристика станка 2Р135Ф2  
по ГОСТ 8-88 класс точности Н

Размеры рабочей поверхности стола:	мм
ширина	400
длина	710
Наибольшее перемещение стола по осям:	мм
по оси «Х»	630
по оси «У»	360
Наибольшее перемещение суппорта:	
по оси «Z»	мм
не менее	569
Наибольший диаметр нарезаемой резьбы в стали 45 ГОСТ 1050-74	24мм
Конец шпинделя для сверления по СТ СЭВ 147-75	
Конус Морзе	4
Наибольший диаметр фрезы	100мм
Параметр фрезерования	мм
ширина	60
глубина	2
Число шпинделей револьверной головки	6
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны	450мм
Наибольшее расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола не менее	600мм
Скорость быстрого перемещения суппорта	4 м/мин
Количество подач суппорта	18
Пределы подач суппорта	10...500мм/мин

Количество скоростей шпинделя	12
Пределы частоты вращения шпинделя	35,5...1600 об/мин
Скорость быстрого перемещения стола и салазок	7м/мин
Точность позиционного стола и салазок на длине хода	0,5мм
Дискретность задания перемещений	0,01мм
Время смены инструмента, с	
полный оборот	8,55
на одну позицию	3,75
Наибольшая масса обрабатываемых деталей	300 кг

### 3.3. Основные узлы станка

#### Колонна и основание

Колонна представляет отливку коробчатой формы с плоскостями для крепления стальных направляющих. Основание стола – чугунная отливка, на плоскости которой закреплены стальные направляющие, по которым движутся салазки.

#### Коробка скоростей

Шестиступенчатая коробка скоростей расположена в колонне станка. Она служит для передачи шпинделю различных частот вращения.

#### Суппорт с револьверной головкой

предназначен для осуществления быстрых перемещений и рабочих подач револьверной головки.

#### Редуктор стола

предназначен для осуществления быстрых, средних и мелких перемещений стола и салазок отдельно.

#### Стол крестовый

Стол крестовый служит для установки обрабатываемых деталей. Стол имеет три Т-образных паза. Стол перемещается в двух взаимоперпендикулярных направлениях (по оси «Х» и «Y») по заданной программе.

#### Охлаждение

Работа системы охлаждения осуществляется от центробежного насоса. Для охлаждения инструмента в зоне резания предусмотрен индивидуальный привод, позволяющий направлять струю охлаждающей жидкости в нужное место.

#### **4. Порядок выполнения работы**

4.1. Ознакомление с пультом управления, предназначенным для управления станком в наладочном режиме. Пульт расположен на станке и имеет следующие органы управления (рис.1).

##### **4.2. Наладка станка**

Наладка станка на обработку заданной детали состоит из следующих элементов: установка и закрепление заготовки, установка необходимого режущего инструмента, нахождение нулевой точки программы ( $X=0$ ,  $Y=0$ ), нахождение величин коррекции заданных программе ( $L1...Ln$ ).

##### **4.2.1. Установка и крепление заготовки**

Заготовка крепится в специальном приспособлении, установленном на столе станка.

##### **4.2.2. Установка и крепление инструмента**

Сверла нужного диаметра вставляются в определенный шпиндель револьверной головки согласно расчетно-технологической карте (РТК) смотри рис.2.

##### **4.2.3. Нахождение нулевой точки программы**

Найти нулевую точку программы – это значит выставить стол станка с установленной на нем заготовкой таким образом, чтобы нулевая точка заготовки (см. рис.2) совпала с осью инструмента, находящегося в рабочем положении револьверной головки.

Для этого нужно:

1. Переключатель, расположенный на пульте управления устройства с ЧПУ 2П32-3 перевести в положение «нуль»
2. Переключатель 7 (рис.1), расположенный на пульте станка, перевести в положение «ручное управление».
3. Тумблером 22 (рис.1), расположенном на пульте управления станка, набрать нужную ось перемещения ( $x$  или  $y$ ) и при помощи тумблеров 19 и 21 переместить стол станка с установленной на нем заготовкой на столько, чтобы нулевая точка заготовки совпала с осью инструмента, находящегося в рабочем положении револьверной головки.



4. Показание величин  $x$  и  $y$ , обозначаемых на цифровом табло пульта управления с ЧПУ, набрать на блоке корректоров 21-26. Значение величины  $Z$  – всегда нули.

#### 4.2.4. Нахождение значений корректоров

Тумблер 22 (рис.1) поставить в положение «Z» и тумблером 19 поднять револьверную головку в верхнее исходное положение. Переключателем 4 установить первую позицию револьверной головки и кнопкой 2 отвернуть револьверную головку в эту позицию. Нужно отметить, что поворот револьверной головки производится только в верхнем исходном положении.

Затем при помощи тумблеров 19 и 21 (рис.1) медленно опускаем револьверную головку вниз до тех пор, пока зазор между плоскостью заготовки и инструментом будет равен 5мм.

Показания величины «R», обозначаемые на цифровом табло пульта управления с ЧПУ набрать на блоке корректоров «1-9» под цифрой 1.

На эту величину «R», при работе по программе будет осуществляться быстрый подвод револьверной головки к заготовке в первой позиции.

Далее тумблером 19 выводим револьверную головку в верхнее исходное положение, переключателем 4 устанавливаем следующую позицию и находим значение «Rz»... «Rn».

#### 4.2.5. Проверка правильности установки «нулевой точки» и величин коррекции согласно программе.

1. Включить станок.
2. Выдвинуть блок коррекции.
3. Установить соответствующие значения «плавающих нулей» «X» «Y» «Z».

Для этого:

А) установить переключатель индикации в положение «нуль», при этом на левом верхнем табло цифровой индикации должно высвечиваться значение плавающего нуля по оси X, а на нижнем табло по оси Y;

Б) нажать на пульте устройства переключатель Z, после этого на нижнем табло цифровой индикации будет высвечиваться значение плавающего нуля по оси Z (должны быть всегда нули).

#### 4.2.6. Установить величины коррекции согласно программе для обработки данной установленной детали

Для этого:

А) установить переключатель индикации в положение «Коррекция» и нажать переключатель «начальная установка»

Б) нажать переключатель «Ручной ввод

В) нажать переключатель «Ввод»

Г) нажать переключатель «L», затем 0,1, затем переключатель «LF»

На нижнем табло цифровой индикации должно высвечиваться число, соответствующее числу, установленному на программных переключателях коррекции 01

Д) оперируя переключатели 0,...9 и LF по выше изложенной методике можно посмотреть на табло цифровой индикации все величины коррекции, установленные на программных переключателях (02,...09)

## **Лабораторная работа №6**

**Тема: «Наладка горизонтально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях. Обработать деталь».**

### **Цель работы:**

1. Научиться приемам исполнения одной из фрезерных работ – фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях.
2. Изучить устройство механизмов отсчета делительной головки, методику их наладки, способы установки и крепления на головке лимба.
3. Освоить методы деления, которые могут быть использованы при работе с универсальной делительной головкой.
4. Освоить способы установки и крепления головки на столе станка.
5. Освоить способы установки и крепления оправки в шпинделе станка и инструмента на оправке, способ проверки их биения.

### **1. Оборудование, приспособления, инструмент, наглядные пособия**

- 1.1 Горизонтально-фрезерный станок.
- 1.2 Универсальная делительная головка, задняя бабка.
- 1.3 Дисковые фрезы.
- 1.4 Заготовки.
- 1.5 Оправки для крепления инструмента.
- 1.6 Заготовки.
- 1.7 Чертеж обрабатываемой заготовки.
- 1.8 Набор гаечных ключей.
- 1.9 Измерительный инструмент: штангенциркуль, магнитная стойка с индикатором часового типа.

### **2. Порядок выполнения работы**

- 2.1 Сообщение темы, плана, постановки цели урока.
- 2.2 Инструктаж по технике безопасности.
- 2.3 Изучить чертеж детали, подлежащей обработке.
- 2.4 Включить станок, проверить его работу на холостом ходу.
- 2.5 Произвести наладку станка.
  - 2.5.1 Отвести стол в удобное для наладки положение.
  - 2.5.2 Установить на стол и закрепить делительную головку и заднюю бабку.
  - 2.5.3 В коническое отверстие шпинделя установить центр с поводком.
  - 2.5.4 Установить оправку в центрах делительной головки и задней бабки, закрепить хвостовик хомутика в пазу поводковой планки на шпинделе

делительной головки, закрепить пиноль задней бабки, проверить биение цилиндрической поверхности заготовки.

2.5.5 Установить в шпиндель станка оправку и закрепить, проверить биение оправки, установить на оправку фрезу и закрепить ее, установить на хобот станка кронштейн и закрепить его.

2.5.6 Установить обрабатываемую деталь по отношению к фрезе в такое положение, чтобы геометрическая ось вращения фрезы располагалась над серединой цилиндрической части детали, где предстоит фрезеровать канавки.

2.5.7 Установить глубину резания. Для этого необходимо подвести осторожно деталь под вращающуюся фрезу до соприкосновения. Отвести стол в сторону от фрезы и, ведя отсчет перемещения по лимбу, поднять консоль закрепить.

2.5.8 Наладить требуемую частоту вращения шпинделя и подачу.

2.5.9 Произвести фрезерование первого паза, отвести стол, рукояткой делительной головки повернуть шпиндель на требуемый угол, фрезеровать следующую канавку.

2.6.10 Снять обработанную деталь со станка, имеющимися средствами измерения проверить соответствие обработанной детали требованиям чертежа.

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №6**

**«Наладка горизонтально-фрезерного станка и делительной головки на фрезерование канавок на цилиндрических и торцевых поверхностях. Обработать деталь».**

- 1 Дать краткую техническую характеристику станка.
- 2 Перечислить применяемый режущий инструмент (наименование, материал).
- 3 Перечислить измерительный инструмент.
- 4 Перечислить вспомогательный инструмент: оправки, державки, хомутики и др.
- 5 Составить необходимые эскизы.

## **Лабораторная работа №7**

**Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали».**

**1.ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** Практическое ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.

**2.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:** Оборудование, оснастка, приспособления, принадлежности, документации.

2.1. Станок типа 6Р11МФЗ-1 с УЧПУ 2Р32.

2.2. Режущие инструменты (фреза, сверло)

2.3. Приспособление для закрепления заготовки-прихвата, упоры

2.4. Измерительные инструменты: штангенциркуль, линейка

2.5. Технологическая документация по разработке управляющей программы, чертеж детали, расчетно-технологическая карта, рукопись программы.

2.6. Заготовка детали

2.7. Руководство по эксплуатации станком

2.8. Инструкция по технике безопасности

### **3.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКЕ 6Р11МФЗ-1**

3.1. Назначение и область применения

Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ и инструментальным магазином, неповоротным вертикальным шпинделем и неповоротным столом 6Р11МФЗ-1, предназначен для многопозиционной обработки изделий сложного профиля из стали, чугуна, цветных металлов. На станке могут выполняться различные виды обработки: фрезерование, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и др. за один установ детали. Данный станок оснащен системой программного управления 2Р32, имеет автоматическую смену инструмента и умеет работать одновременно по трем управляемым осям.

3.2. Техническая характеристика станка:

3.2.1 Размеры рабочей поверхности стола, мм: 1000х 250

3.2.2 Наибольшее перемещение стола, мм:

в продольном направлении -630; в поперечном направлении -300;

в вертикальном направлении -350

3.2.3 Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, мм:

наименьшее -50; наибольшее -400



- 3.2.4 Расстояние от шпинделя до вертикальных направляющих стола, мм -345
- 3.2.5 Пределы частот вращения, об/мин -63-2500
- 3.2.6 Количество частот вращения при прямом обратном вращении –Z=17
- 3.2.7 Пределы подач стола, мм/мин -6-4800
- 3.2.8 Наибольшее усилие подачи каждой оси, кН-8


- 3.2.9. Количество гнезд инструментального магазина - 8  
 3.2.10. Наибольший допустимый диаметр фрезы, - 125 мм  
 3.3. Основные технические данные УЧПУ  
 3.3.1. Тип устройства ЧПУ - 2P32.  
 3.3.2. Вид интерполяции - линейно - круговая  
 3.3.3. Число управляемых осей - 3  
 3.3.4. Число одновременно работающих осей  
     при линейной интерполяции - 3  
     при круговой интерполяции - 2  
 3.3.5. Программноситель - 8 дорожечная перфолента  
 3.3.6. Считывающее устройство - фотоэлектрическое  
 3.3.7. Скорость считывания, строк/сек - 500

#### 4 РАБОТА В РЕЖИМАХ

##### 4.1. Режим ввод




а) ввод информации с перфоленты с помощью ФСУ

начать клавиши  § 1 ÷ 6 ;  ; наблюдайте индицирование текста: "Ввод зона I". Вставьте перфоленту в ФСУ и включите его

Произведите запуск ФСУ, для чего нажмите . По окончании ввода наблюдайте индицирование текста:


Ввод зона I  
 ФСУ  
 исполнено


б) ввод информации с помощью клавиатуры с ПО

начать клавиши  ; 1 ÷ 6,  ;  на экране будет индицироваться Ввод Зона I с ПО



##### 4.2. Режим ввода:

нажмите клавишу  , будет индицироваться Вывод Зона


произведите выбор зоны, например, I для чего нажмите клавишу ИР, I  на ПО, будет индицироваться: Вывод Зона I

Исполнение данного режима производится по нажатию клавиши   
 Вывод информации производится из 1, 2, 3 зон ЗУ на перфоратор

##### 4.3. Решим «Поиск кадра»

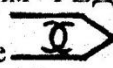
Нажмите  , будет индицироваться "Поиск кадра". Произведите поиск начала программы; ИР, % ; I ;  , будет индицироваться в нижней



строке "Найти", нажмите . При этом на верхней строке будет индицироваться: поиск кадра % I, на нижней строке - исполнено.

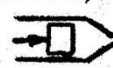
Набирая по данной методике номер кадра вместо начала программы, найдите нужный №.

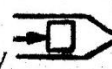
#### 4.4. Режим "РЕДАКТИРОВАНИЕ"

Нажмите , будет индицироваться  
Редактор                      Зона ;


Задайте № зоны, нажав НР, §; I; , будет индицироваться  
Редактор                      Зона I




Наберите номер программы, например, НР, % ; 2. На последней строке высветится % 2;


Нажмите . Если программы в памяти нет, то на последней строке высветится "информации нет", а если есть, то на экране высветится  
Редактор                      Зона I  
% 2                      % 2

Нажимая клавишу , можно последовательно кадр за кадром выводить на индикацию программу и производить её отработку.

#### 4.5. Режим "РУЧНОЙ ВВОД"



Нажмите , будет индицироваться "РУЧНОЙ ВВОД". Наберите с ПО информацию кадра, который необходимо отработать, например,  
С СО X+10000 Y+10000. для этого нажмите:


ВР; С; НР; О; О;   
ВР; X; НР; +; 10000;   
ВР; Y; НР; +; 10000; 

Для обработки кадра нажмите .


При работе в режиме "РУЧНОЙ ВВОД" возможны те же режимы, что и в режиме "АВТОМАТИЧЕСКИЙ".

#### 4.6. Режим "АВТОМАТИЧЕСКИЙ"


Предварительно установите решим , для чего нажмите  
НР; §; I; , будет индицироваться "Найти". Нажмите, на верхней строке высветится "Поиск кадра", а на нижней - "исполнено".

В режиме  возможны подрежимы.


4.6.2. Для покадровой отработки программы нажать клавишу  
На экране индицируется: КДР.



4.6.4. Блокировка движения ~~W~~ - отработка программы без выдачи информации на привод. При нажатии клавиши ~~W~~ индицируется: БЛР.

4.6.6. Остановка по желанию оператора 

4.6.7. Для циклической отработки программы нажать клавишу На экране индицируется: ЦКД.

Нажать клавишу , при этом на экране будет индицироваться

Сброс	Зона 1
-------	--------

4.8. Переход к режимам, задаваемым ПС, производится переводом переключателя режимов работы на ПС из положения программа в положение, соответствующее режимам ручного управления.

Программное обеспечение обеспечивает выполнение режимов "Наладка", "Исходное".

## 5. Порядок выполнения работы

5.1. Ознакомление с ПО (пультом оператора) и ПС (пультом станка) рис.1.2 табл. 1-2.

### 5.2. Наладка станка

Наладка станка на обработку детали состоит из следующих элементов:

- установка режущего инструмента,
- установка и закрепление заготовки,
- "привязка" осей координат детали к осям координат станка,
- "привязка" инструмента к системе отсчёта


#### 5.2.1. Установка и закрепление заготовки.

Заготовка устанавливается на стол и крепится с помощью прихватов и упоров.



#### 5.2.2. Установка и крепление режущего инструмента.


Необходимый режущий инструмент для обработки детали, устанавливается в определённые позиции инструментального магазина согласно управляющей программы следующим образом:


Переключатель из автоматического режима перевести в режим «НАЛАДКА»,

включив: тумблер  вверх, перейти в режим "исходное". Перемещение стола по трём координатам в исходное осуществить поочередным включением тумблеров  $\leftarrow X; Y \uparrow; Z \downarrow$ .

Выход стола в исходное положение сигнализируется зажиганием лампочки соответствующих координат. Должна произойти ориентация шпинделя с инструментом. Движение магазина вперёд осуществить, доставив суфлер в

верхнее положение . На ПС включением тумблера вниз  разжать

инструмент. На стойке ЧПУ тумблер  включить вниз, опустив

инструментальный магазин, включив тумблер вниз  осуществляем поворот магазина, отыскивая нужную нам позицию. Установив инструмент в нужные позиции, подъем и отвод магазина осуществляется в обратном порядке, переводя тумблера в верхнее положение.

#### 5.2.3. Привязка осей координат детали к осям координат станка.

В шпиндель фрезерного станка закрепите индикаторный центроискатель рис.1 или оптический центроискатель рис. 2, в центральное отверстие стола установите штырь (центр).

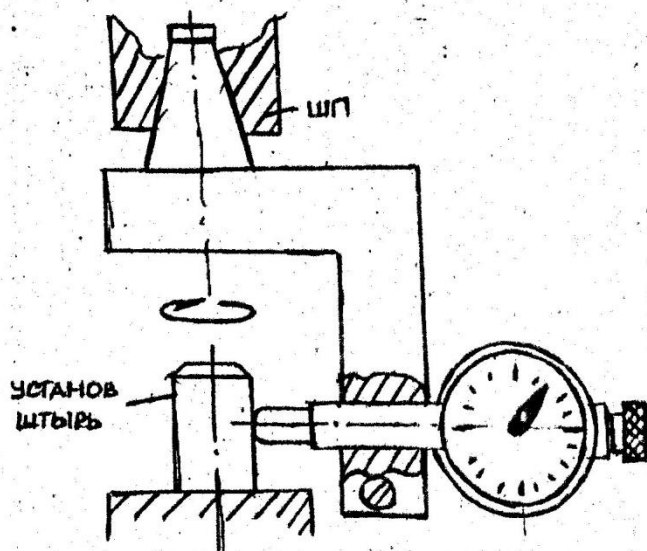


Рис.1

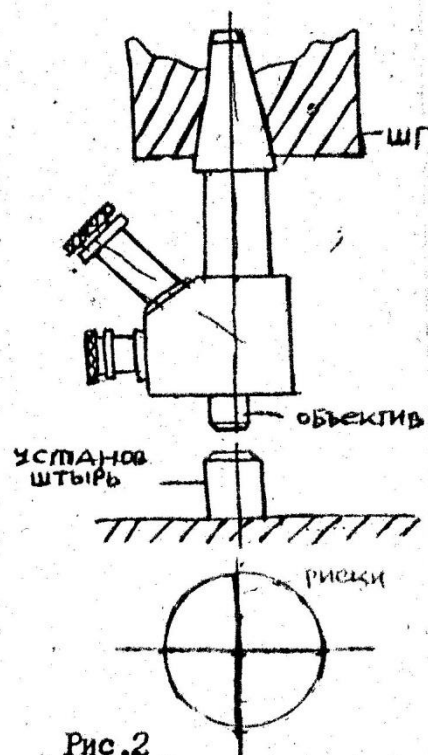





Рис.2

Произведите выход стола в исходное положение по пункту 5.2.2.,


включив тумблер  вниз перейти в режим "наладка".




Центр установочного штыря устанавливается точно под осью шпинделя. Ось шпинделя точно совпадает с центром штыря тогда, когда положение стрелки индикатора при его вращении останется неизменным или когда контрольные риски окуляра совпадают с рисками на штыре. После совмещения центра штыря с осью шпинделя выведите на экран поочередно оси X и Y нажатием клавиш:

**BP; X;**  ; - и данные запишите в рабочую тетрадь, например, XOC +310165,

**BP; Y;**  - и данные Y OC -147255.

Координату по оси Z примем : Z OC - 92000




На ПС переключатель перевести в режим программа'  ...На ПО нажать

клавишу  ; **HP; \$; 6;**  ;  , на экране будет индицироваться:

Ввод  
с ПО

Зона 6



Ввод производите следующим образом:

0; +; 3; I; 0; I; 6; 5;   
I; -; I; 4; 7; 2; 5; 5:   
HP; 2; -; 9; 2; 0; 0; 0: 








В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода.

НР; §; 6;  

Если при вводе вы допустили ошибку, например, 1; -149255, то вам эту строку необходимо ввести заново:

; НР; §5; 6; ;  -будет индицироваться


Ввод. Зона-6  
с ПО

Нажмите клавиши НР; I; -; 1;4; 7; 2;5; 5 и проверьте правильность в режиме "Редактирование". В память УЧПУ вводятся расстояния от нуля станка до оси шпинделя.


5.2.4 "Привязка" инструмента к системе отсчёта.


Для "Привязка" инструмента к системе отсчёта необходимо ввести вылеты режущего инструмента.

Произведите выход стола по осям в исходное положение по пункту 5.2.2.

Согласно управляющей программы подведите первый инструмент Т1 и закрепите его в шпинделе. Выключив тумблер  вниз перейти в режим

"наладка", нажатием клавиш выведите на экран ось

**Z -BP; Z;** 

Включив тумблер  Z вверх подводим заготовку до резкого касания со сверлом Т1.

Значение, например: ZOC -183500 записываем в рабочую тетрадь. Такое же действие производим с инструментом - Т2 /фреза/ и значение, например: ZOC -196890 записываем в рабочую тетрадь.

Для определения коррекции на длину режущего инструмента произведите необходимые вычисления.




По программе в обработке детали применяется фреза - на неё необходимо ввести коррекцию на радиус.

$T2-D12=6000$

Эти данные введём в зону 4 - зону корректоров.

На ПО переключатель перевести в режим программа.


На ПО нажать клавиши  
высветится Ввод  
с ПО


; НР; §; 4; ; 


Зона 4

на экране

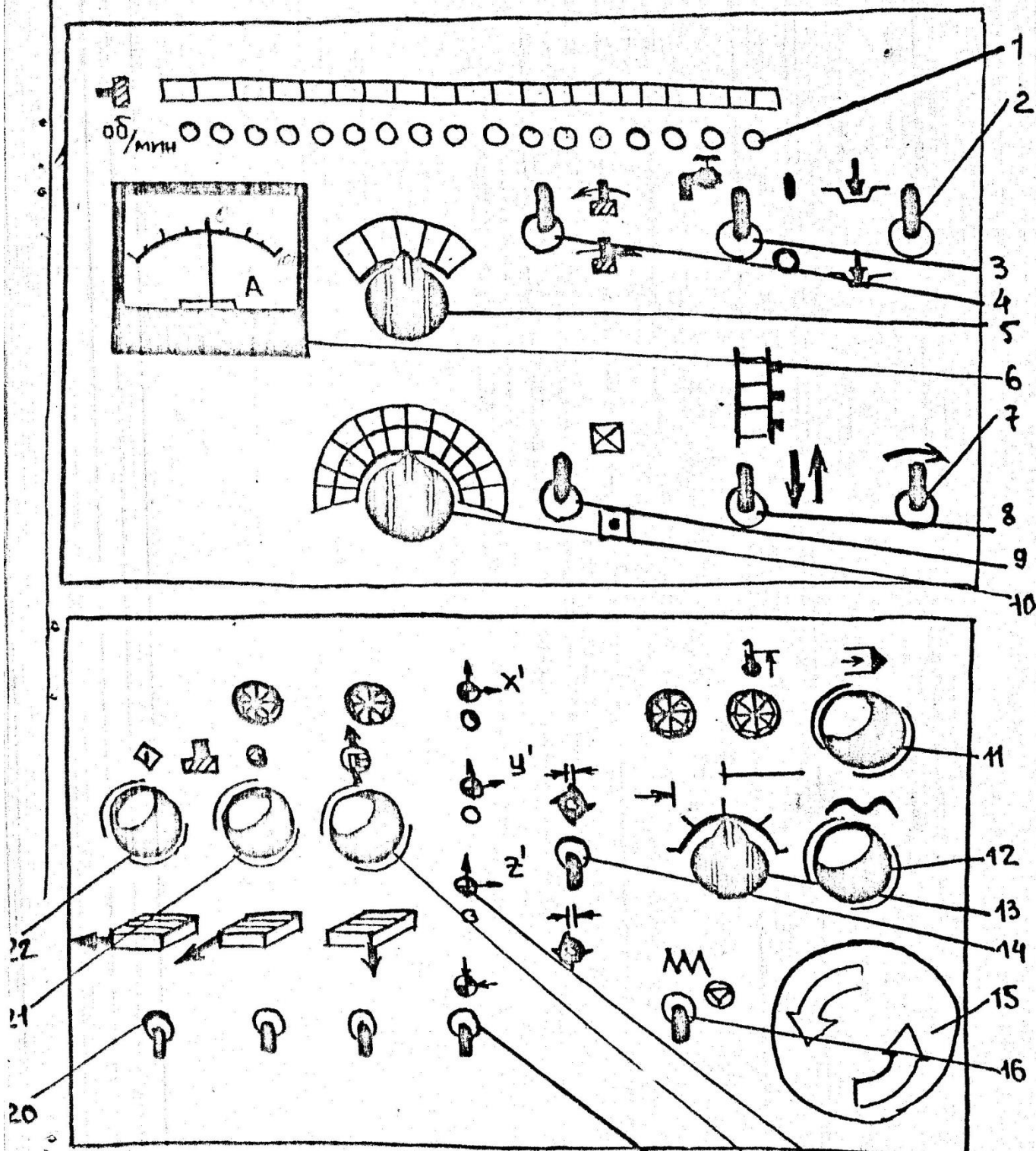
Ввод произведите следующим образом:

НР; I0; -91500 

I2; +6000 

I3; -104890 





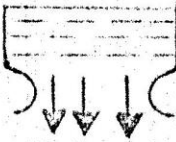
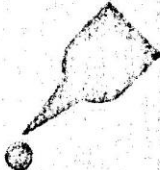


В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода. Если допустили ошибку, то нужную строку введите снова в режиме "Ввод" с ПО в 4.зону.



Пульт управления станка БР И МФЗ  
и ЧПУ 2Р32  
Рис 3

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ  
УКАЗАННЫХ НА ТАБЛИЧКАХ

ТАБЛИЦА № I

СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	НАСОС СМАЗКИ
	ГЛАЗОК КОНТРОЛЯ РАБОТЫ НАСОСА СМАЗКИ
	ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ ЖИДКОСТИ
	ЗАПОЛНЕНИЕ
	СЛИВ
	СМАЗКА
	ОТ ОПЕРАТОРА
	К ОПЕРАТОРУ



Продолжение таблицы




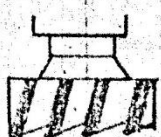

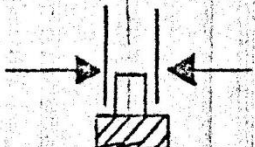
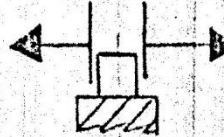
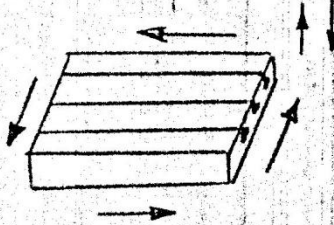


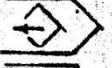
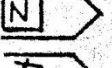


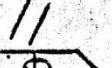
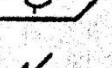
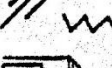



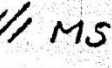


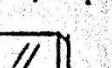


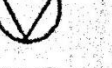
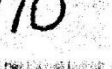




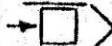








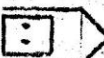
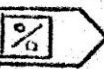
СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	О П А С Н О ! ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
	ВКЛЮЧЕНИЕ. ПУСК.
	ОТКЛЮЧЕНИЕ СТОП
	ФРЕЗЕРНЫЙ ШПИНДЕЛЬ
	ВКЛЮЧЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ
	ЗАЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	РАЗЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СТОЛА ВПРАВО - ВЛЕВО ВПЕРЕД - НАЗАД ВВЕРХ - ВНИЗ
	ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ





Таблица 2.

Мнемоническое обозначение	Наименование клавиши	Месторасположение клавиши	Примечание
1	2	3	4
	Ввод	ПО, поле № 3	
	Вывод	То же	
	Поиск кадра	"	
	Редактирование	"	
	Ручной ввод	"	
	Автоматический	"	
	Сброс набора	"	
	Ввод с ЭВМ	ПО, поле № 4	
	Блокировка движения	То же	
	Кадр	"	
	Ускоренная отработка	"	
	Цикл	"	
	Ввод с ПО	"	
	Блокировка технологии	"	
	Стоп с подтверждением	"	
	Пропуск отмеченного кадра	"	
	Тест		Не используется
	Сброс привода	"	
	Пуск	ПО, поле № 7	
	Стоп	То же	
ПО	Пульт оператора	"	

1	2	3	4
	Пульт инженерный	ПО, поле № 7	
	Стирание экрана	То же	Используется в ПИ
	Останов	"	То же
	Найти	ПО, поле № 6	
	Установка маркера	То же	
	Заменить	"	
	Вставить	"	
	Исключить	"	
	Сброс (очистка)	"	
	Считывание (вывод данных из памяти)	"	
	Ввод данных в память	"	
	Выход в точку	"	Не используется
	Поиск главного кадра	"	Не используется
	Поиск начала программы	"	Не используется

## УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

табл. 3

L81

N900G1Z-R3

N901G0Z+R3M17

L94

N1000L8101

N1001R10@04RHE+1004@01R10

N1002X+R1Y+R2

N1003E-1000@02R10

N1004M17

N1005M30

%2

N1G28Z

N2G28XY

N3T1

N4G90G1X0Y0F1000

N5M3S26

N6M7

N7G1G43D20Z+2000F1000

N8G91G9X-5000Y0

N9F60L9401R1+15000R2+0P3+

+14000R10+2R11-1

N10M9

N11M5

N12G90G28Z

N13G28XY

N14T2

N15G1X-5000Y0F1000

N16M3S26

N17M7

N18G43D21Z+2000F1000

N19G1F80Z-8000

N20G17G41D22Y+20000X-5000I-  
-20000J0

N21G3X-5000Y-20000I0J-20000

N22G1X+5000

N23G3X+5000Y+20000I0J+20000

N24G1X-5000

N25G40Y0

N26M9

N27M5

N28G00Z70000

N29M2

N30M30

## **Лабораторная работа № 8**

**Тема: «Настройка и наладка зубодолбежного станка для нарезания цилиндрического зубчатого колеса с прямым зубом».**

### **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

- 1.1. Ознакомиться с устройством станка.
- 1.2. Ознакомиться с приемами работы на станке.
- 1.3. Научиться практическим приемам наладки: требуемой частоты движения долбяка; круговой подачи; гитары обката и деления; врезание долбяка в заготовку.

### **2. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ:**

- 2.1. Зубодолбежный станок.
- 2.2. Комплект сменных зубчатых колес.
- 2.3. Долбяк.
- 2.4. Оправка для заготовки.
- 2.5. Заготовка детали.
- 2.6. Набор слесарного инструмента.
- 2.7. Мерительный инструмент: индикатор; штангенциркуль 0-150; штангензубомер; зубомерный микрометр или индикаторная скоба.

### **3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ:**

- 3.1. Ознакомиться с устройством станка.
- 3.2. Ознакомиться с чертежом детали подлежащей обработки.
- 3.3. По данным выполняемых расчетов на практическом занятии:
  - настроить коробку скоростей;
  - настроить коробку круговых подач;
  - настроить цепь деления и обкатки;
  - установить расчетную длину хода долбяка;
  - установить глубину врезания долбяка и радиальную подачу;
  - установить долбяк;
  - установить заготовку.
- 3.4. Нарезать зубчатое колесо.
- 3.5. Произвести необходимые измерения.
- 3.6. Составить отчет о проделанной работе.



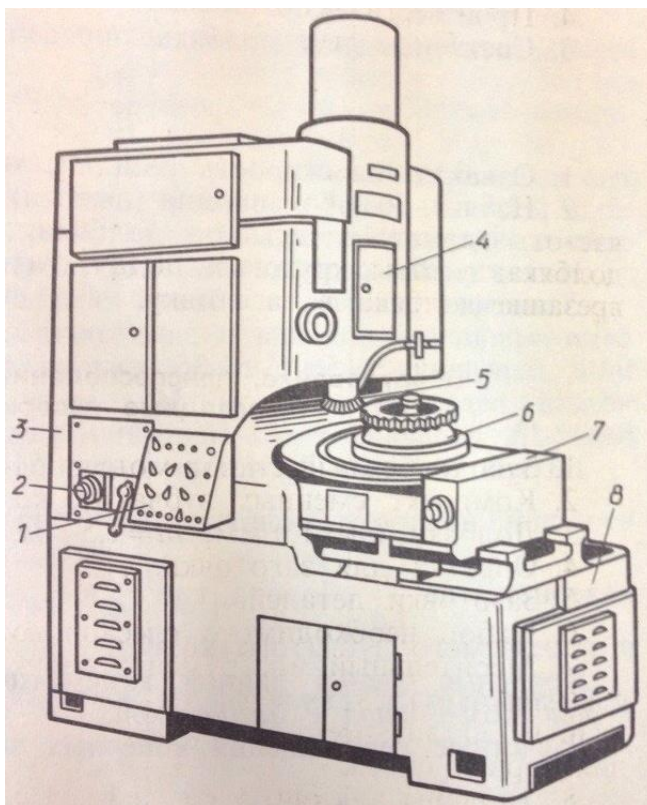
## 1. Ознакомиться с устройством станка.

### Техническая характеристика станка модели 5140:

Наибольший диаметр обрабатываемого колеса, мм	500
Наибольший разрезаемый модуль, мм	8
Пределы расстояния между шпинделем стола и штосселем, мм	75...225

## 2. Основные части станка

1. Панель управления.
2. Дроссель для регулировки скорости врезания.
3. Стойка.
4. Суппорт.
5. Долбяк.
6. Заготовка.
7. Стол.
8. Станина.

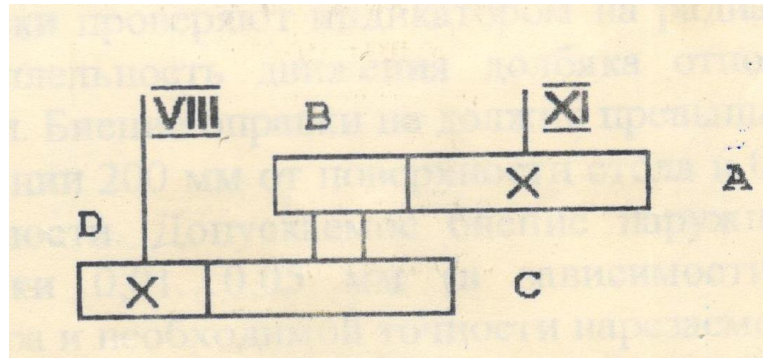


**Рисунок 1.** Зубодолбежный полуавтомат модели 5140

- 3.2.1. Настройка станка на требуемую для работы частоту двойных ходов в минуту производится с помощью коробки скоростей. Блоки коробки скоростей устанавливаются в нужные положения при помощи рукояток.
- 3.2.2. Настройка станка на требуемую круговую подачу производится с помощью коробки круговых подач. Блоки коробки подач устанавливаются в нужные положения при помощи рукояток. Вращение долбяка настраивается из условия, что за один двойной ход долбяк должен повернуться на определенную часть длины дуги длительной

окружности долбяка. Длина этой части дуги называется величиной круговой подачи.

- 3.2.3. Настройка вращения заготовки осуществляется установкой смежных зубчатых колес а, b, с, d в гитару деления и обкатки по схеме:



- 3.2.4. Установку расчетной длины хода долбяка L осуществляют с помощью винта XV по специальной шкале на кривошипном диске. Длина должна превышать длину нарезаемого зуба на 5...20 мм в зависимости от ширины венца. Эта установка должна быть особенно точной при обработке колес с заплечиком или блочных колес, что бы избежать удара долбяка о торец заготовки.

- 3.2.5. Настройка станка на требуемую радиальную подачу производится с помощью дросселя 2.

Радиальное врезание происходит до тех пор, пока упор не нажмет на путевой выключатель конца врезания и не поступит команда на переключение двойных ходов, переключение подачи и включение счетчика. Работа списка зависит от того, какой выбран цикл работы – одно-, двух-, или трехпроходный. При однопроходном цикле счетчик срабатывает после полного оборота детали и дает команду на отключение станка. Для работы при 2-х или 3-х проходном цикле необходимо установить 2 или соответственно 3 упора глубины врезания на специальном барабане управления: циклов будет столько, сколько установлено упоров.

- 3.2.6. Установка долбяка.

Долбяк плотно насаживается на шпиндель станка режущими кромками вниз и затягивается гайкой. Правильность установки долбяка проверяют индикатором биения. Биение долбяка не должно превышать 0,01 – 0,02мм. Установку долбяка можно осуществлять по одному из вариантов, указанному на рисунке.

- 3.2.7. Установку и крепление заготовки осуществить по одному из вариантов, указанному на рисунке. Правильность установки проверяют индикатором на радиальное биение и параллельность движения долбяка относительно



оси оправки. Биение оправки не должно превышать 0,01 мм на расстоянии 200 мм от поверхности стола и 0,008 мм у его поверхности. Допускаемое биение наружного диаметра заготовки 0,01...0,05 мм (в зависимости от модуля, диаметра и необходимой точности нарезаемого колеса).

3.2.8. Взаимную установку долбяка и заготовки осуществить по схеме указанной на рисунке.

3.3. Включить станок и обработать деталь.

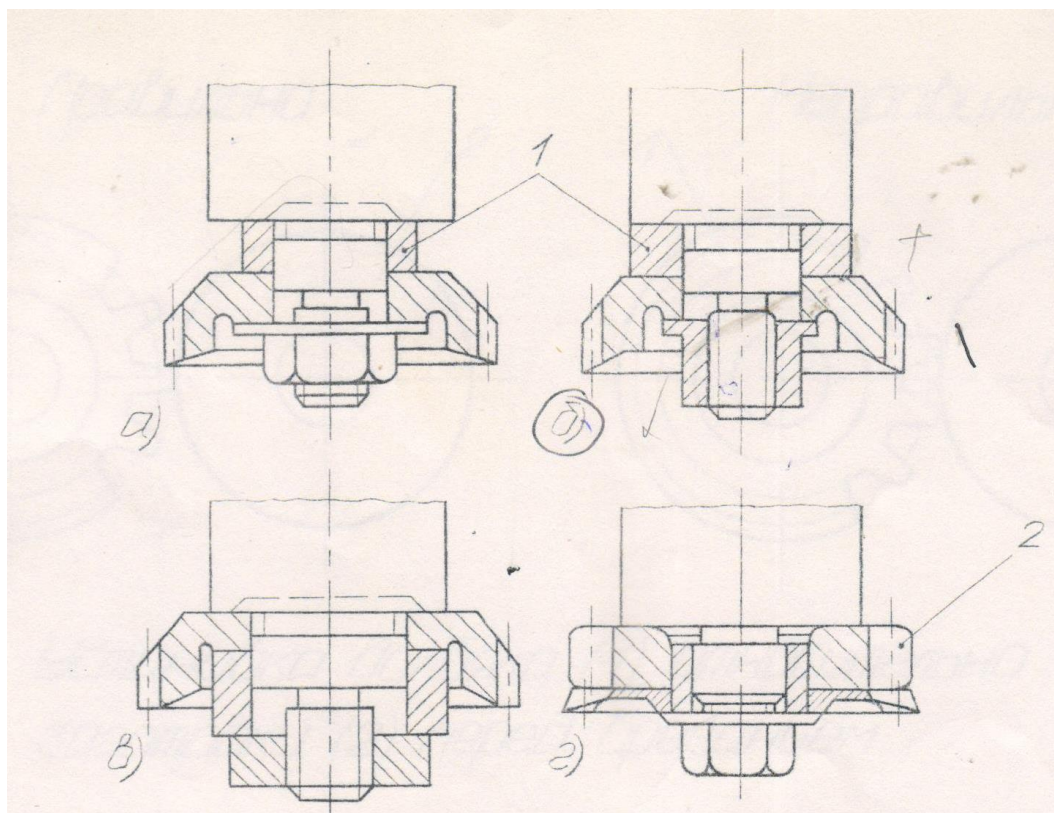
3.4. Произвести контроль (если необходимо) нарезанного зубчатого колеса.

3.5. Составить отчет о проделанной работе.

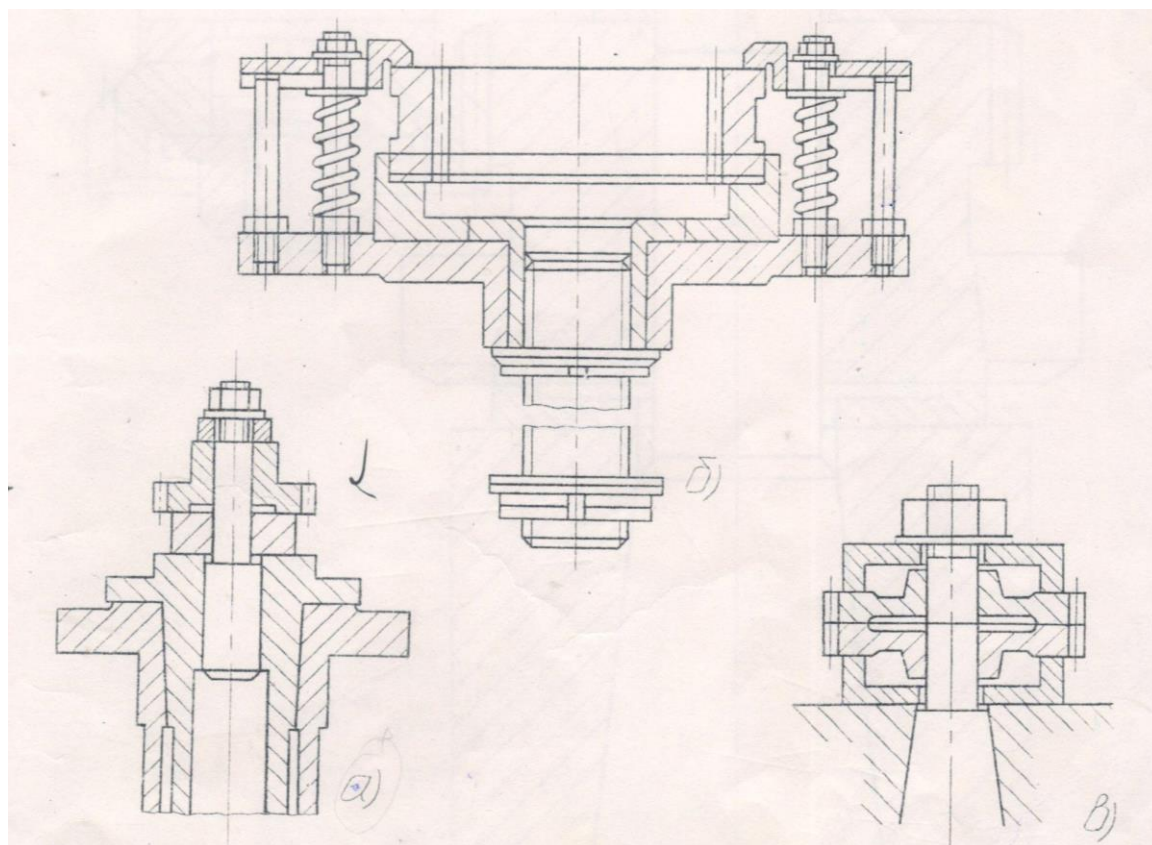
Отчет по проделанной работе должен содержать:

- Описание станка,
- Описание некоторых механизмов,
- Эскизы.

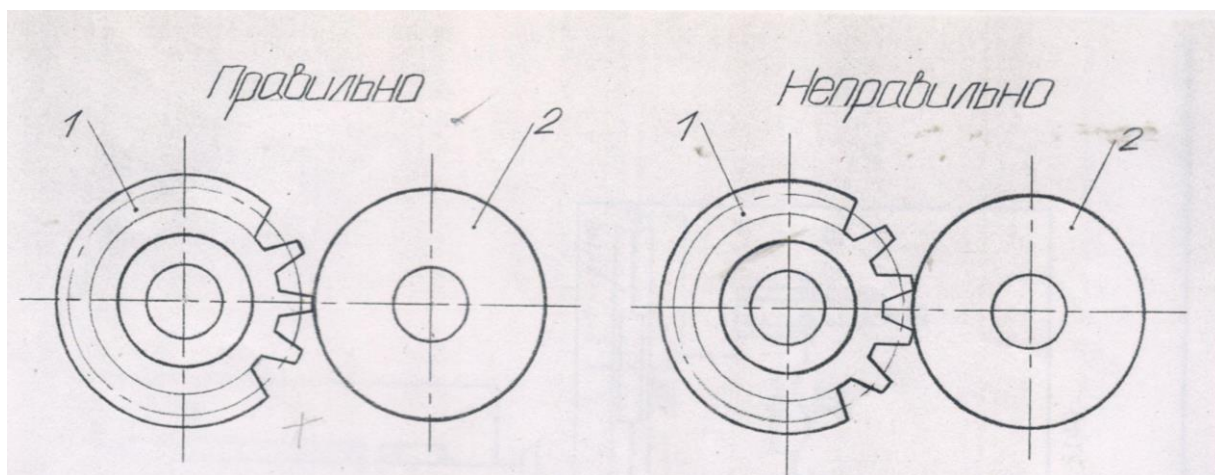
В отчете должно быть кратко указано все относящиеся к непосредственной наладке.



**Рисунок 3.** Схемы установки и крепления долбяка: а – неправильно (малая площадь опорного колца 1); б и в – правильно; г – с зубчатой опорной шайбой 2.

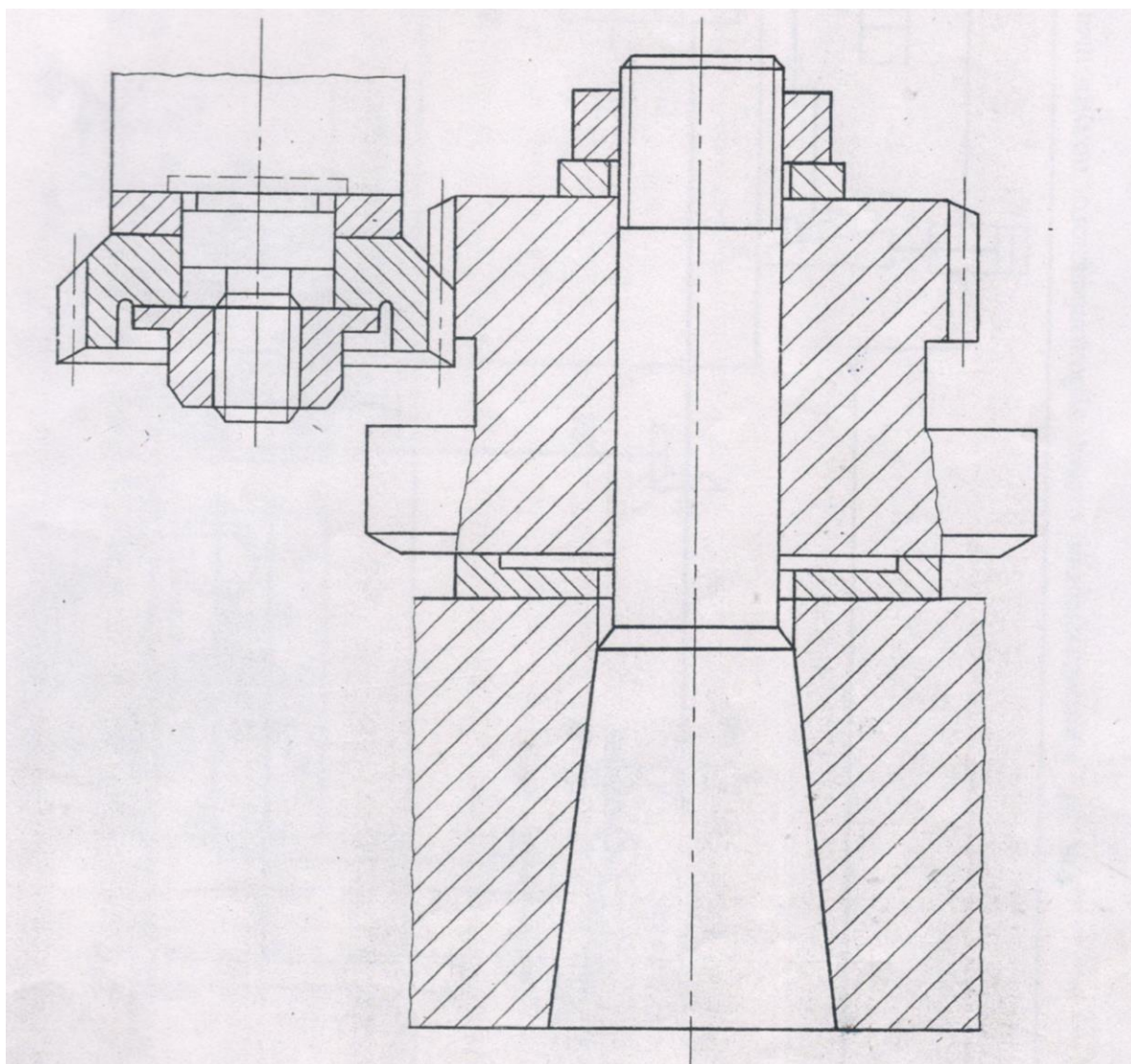


**Рис. 4** Схемы установки и крепления заготовки при зубодолблении: а – зубчатого колеса; б – венца; в – пакета колес.



**Рис . 5**  
Уст  
ано  
вка  
дол  
бяк  
а  
91)  
отн

осительно заготовки (2) перед  
врезанием



**Рис . 6**  
Схе  
ма  
уст  
ано  
вки  
дол  
бяк  
а и  
заг  
ото  
вки





## **Лабораторная работа № 9**

**Тема: «Настройка и наладка зубофрезерного станка для нарезания цилиндрического зубчатого колеса с винтовым зубом»**

### **1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ:**

- 1.1. Ознакомиться с устройством и циклом работы станка.
- 1.2. Ознакомиться с приемами работы станка.
- 1.3. Научиться практическим приемам наладки: требуемой частоты вращения червячной модульной фрезы; вертикальной подачи фрезерного суппорта по направляющим стойки; вращение стола с заготовкой (наладка цепи деления и обкатки); дополнительного вращение стола с заготовкой для образования винтового зуба (наладка цепи дифференциала); фрезы на требуемый угол по отношению к заготовке (разворот фрезерной головки); глубины фрезерования.

### **2. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ**

- 2.1. Зубофрезерный станок.
- 2.2. Комплект сменных зубчатых колес.
- 2.3. Червячная модульная фреза.
- 2.4. Оправка для установки заготовки на станке.
- 2.5. Заготовка деталей.
- 2.6. Набор слесарного инструмента.
- 2.7. Материальный инструмент: индикатор часового типа со штативом; штангенциркуль 0-125 мм; штангензубомер, зубомерный микрометр.

### **3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТЫ**

- 3.1. Ознакомиться с устройством и циклом работы станка.
- 3.2. Ознакомиться с чертежом детали подлежащей обработке.
- 3.3. По данным выполненных расчетов на практическом занятии ознакомиться и выполнить следующие приемы наладки:
  - 3.3.1. Установка рукояткой частоты вращения фрезы;
  - 3.3.2. Установка величины вертикальной подачи рукоятками переключения подач;
  - 3.3.3. Наладка гитары обката и деления;
  - 3.3.4. Наладка гитары дифференциала;
  - 3.3.5. Установка инструмента;
  - 3.3.6. Поворот суппорта на угол спирали изделия;

- 3.3.7. Установка изделия;
- 3.3.8. Установка направления подачи;
- 3.3.9. Установка направления вращения фрезы и изделия;
- 3.3.10. Установка межцентрового расстояния;
- 3.3.11. Наладка по лимбу радиального врезания;
- 3.3.12. Установка упоров окончания фрезерования;
- 3.3.13. Нарезать зубчатое колесо.
- 3.4. Произвести необходимые измерения.
- 3.5. Составить отчет о проделанной работе.

### 3.1. Ознакомление с устройством и циклом работы станка мод. 53А30.

Технические характеристики станка:

Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	320
Наибольшая длина нарезаемых колес, мм:	
прямозубых	220
с углом наклона $\alpha = 30^\circ$	150
Наибольший модуль нарезаемых колес, мм	6
Конус отверстия фрезерного шпинделя Морзе	5
Пределы частот вращения шпинделя фрезы, об/мин	50...400
Пределы подач, мм/об:	
вертикальной	0,63...7,0
радиальной	0,3...2,0
Скорость быстрого перемещения салазок суппорта, мм/мин	300

Основные части станка:

СТ – станина, ПС – передняя стойка, КП – коробка передач, ПУ – пульт управления, КС – коробка скоростей, МТП – механизм тангенциальной подачи, ЗК – защитный кожух, СП – суппорт, ЗС – задняя стойка, МПС – механизм подвода стола, СЛ – стол, ЦЗИ – цилиндр зажима изделия, СС – салазки суппорта, СПС – смазка передней стойки, ДФ – дифференциал, ГК – гидрокommunikация, ЗД – электродвигатель, ЭШ – электросиловой шкаф, МРВ – механизм радиального врезания, МТС – магнитный транспортер стружки, РД – редуктор, БЖ – бак для охлаждающей жидкости.

Органы управления:

1,2 – рукоятки переключения передач; 3 – панель управления станком; 4 – сменные шкивы; 5 – рукоятка переключения скоростей; 6 – квадрат переключения вертикальной и тангенциальной подач; 7 – квадрат вертикального перемещения салазок суппорта; 8 – винты закрепления суппорта; 9 – лимб и нониус установки угла поворота суппорта; 10 – винты

закрепления контрподдержки; 11 – рукоятка предварительного натяга в паре винт-гайка наладки межцентрового расстояния; 12 – гитара дифференциала; 13 – квадрат наладки межцентрового расстояния; 14 – квадрат поворота суппорта; 15 – указатель уровня охлаждения жидкости; 16 – промежуточный палец гитары дифференциала; 17 – гитара обката и деления; 18 – указатель уровня масла гидропривода; 19 – квадрат затяжки оправки фрезы; 20 – квадрат осевого перемещения фрезы; 21 – винт фиксации подмоторной плиты; 22 – квадрат винта натяжения ремней; 23 – винт установки разового перемещения фрезы; 24 – дроссель, регулирующий скорость радиального врезания; 25 – рукоятка наладки величины радиального врезания.

Полуавтоматический цикл работы станка

Полуавтомат в полуавтоматическом цикле с попутной или встречной вертикальными подачами, без радиального врезания или с радиальным врезанием при наличии механизма радиального врезания.

Выбор цикла работы п/а осуществляется пакетным переключением расположенным на пульте управления, и квадратом 6 (рис. , а), расположенным на передней стенке.

П/а имеет семь полуавтоматических циклов:

1. Работа без радиального врезания и попутной подачей.
2. Работа без радиального врезания и встречной подачей.
3. Работа с радиальным врезанием и попутной подачей.
4. Работа с радиальным врезанием и встречной подачей.
5. Обработка червячных колес методом радиальной подачи при наличии механизма радиальной подачи.
6. Обработка червячных колес методом тангенциальной подачи слева направо.
7. Обработка червячных колес методом тангенциальной подачи справа налево.

Перед пуском п/автомата на полуавтоматическом режиме должна быть включена гидросистема п/автомата, осуществлен повод верхнего центра и зажима изделия.

#### 3.3.1. Установка частоты вращения.

Установка частоты вращения фрезы производится рукояткой 5 на панели станка. Если коробка скоростей не обеспечивает необходимой частоты вращения, нужно сменить шкивы, имеющиеся в наборе станка.

#### 3.3.2. Установка вертикальной подачи.

Установка величины выбранной подачи производится рукоятками 1 и 2 по таблице на передней стенке стойки.

### 3.3.3. Наладка гитары деления и обката.

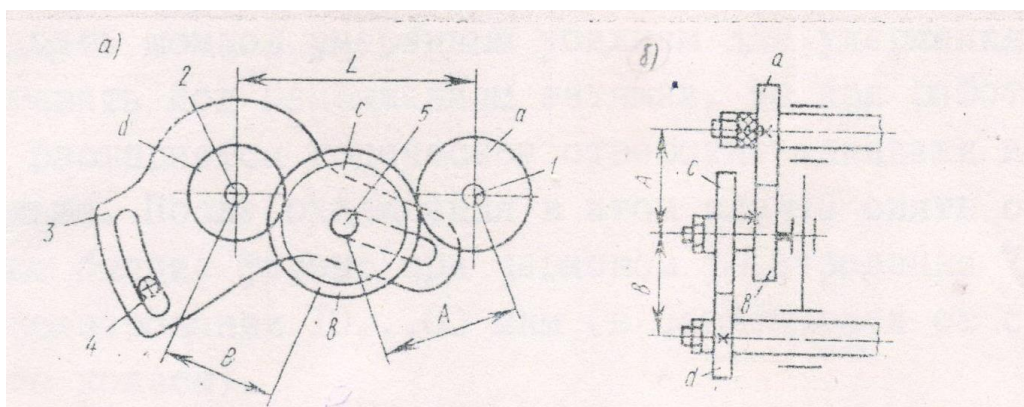
Гитара обката и деления 17 расположена под крышкой на левой боковой поверхности передней стойки.

В гитаре обката и деления левый вал является ведущим, правый – ведомым. Поворотный приклон закрепляется тремя винтами. С целью упрощения наладки гитары обката и деления и реверса вращения стола в гитаре предусмотрена сменная пара зубчатых колес **e**, **f**. В обычной наладке эти зубчатые колеса имеют по 48 зубьев и устанавливаются на палец **d** и ведомый вал **e**.

В случае изменения направления вращения стола зубчатые колеса устанавливаются на пальцы **d** и **f**.

Для расширения диапазона наладки эти зубчатые колеса могут быть заменены другими, удобными для наладки.

Зубчатые колеса **a**, **b**, **c**, **d** установить согласно схемы и таблицы 1.



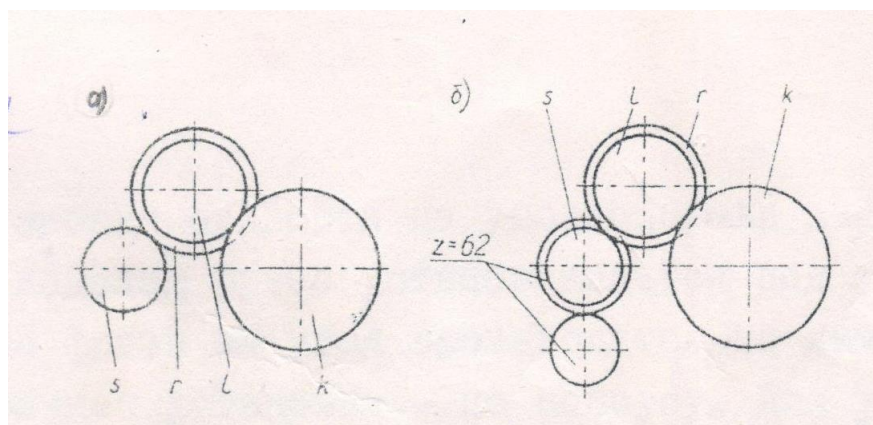
**Рисунок 1.**

### 3.3.4. Наладка гитары дифференциала.

Гитара дифференциала расположена в нише передней стойки с левой стороны под крышей над гитарой обката и деления. Правый вал гитары является ведущим валом гитары дифференциала.

Поворотный приклон несет на себе промежуточный палец и зажимается винтами. При необходимости между зубчатыми колесами промежуточного пальца и ведомым валом гитары дифференциала на дополнительном пальце устанавливается паразитное зубчатое колесо. Палец зажимается винтом через быстросменную шайбу.

Зубчатые колеса **s**, **r**, **e**, **k** установить согласно схемы и таблицы 1

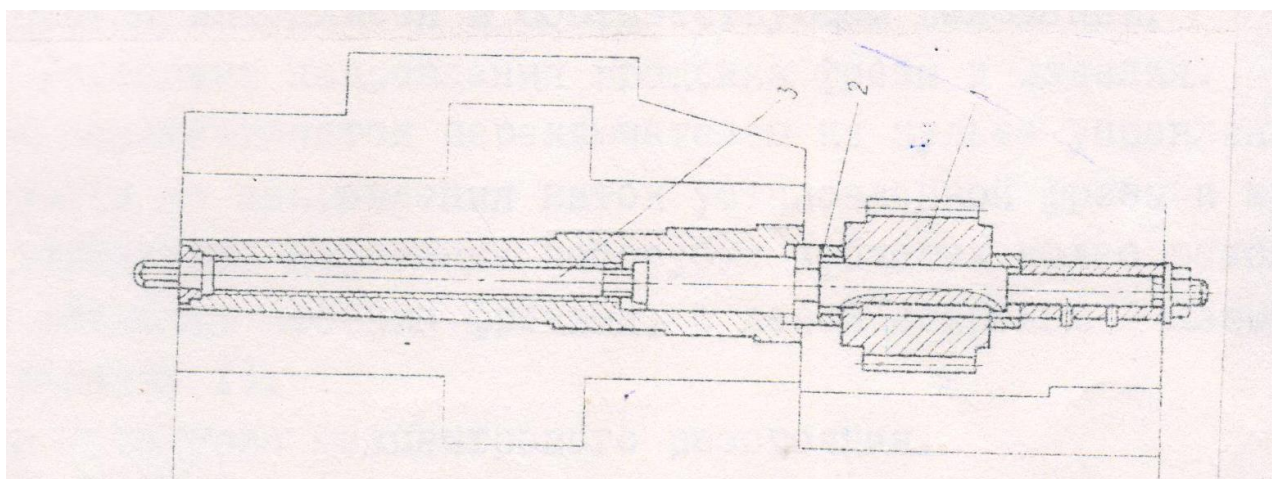




**Рисунок 2.**

### 3.3.5. Установка инструмента.

Во избежание погрешностей в зубьях нарезаемых заготовок необходимо точно центрировать фрезу при ее установке. Для этого надо строго следить за тем, чтобы не было забоин и излишней смазки на торцах фрезы и промежуточных кольцах. В противном случае при затягивании гайки фрезерная оправка изгибается и будет иметь место радиальное биение фрезы. Фреза 1 собирается с оправкой 2. При помощи шомпола 3 надо сильно втянуть оправку 2 в коническое отверстие шпинделя. Затем немного повернуть шомпол, чтобы он не находился под напряжением затяжки. Снова затянуть шомпол умеренным усилием для удержания оправки. Если шомпол оставить под напряжением затяжки, то при работе суппорт нагревается, расширяется коническое отверстие шпинделя и оправка втягивается дальше. После охлаждения в этом случае снять оправку трудно. Допускаемое биение фрезы: при черновом фрезеровании 70...100 мкм, при чистовом фрезеровании 10...60 мкм (в зависимости от степени точности нарезаемого колеса).



**Рисунок 3.**

### 3.3.6. Установка суппорта на угол спирали изделия.

По отношению к изделию фреза устанавливается под углом. Начальная, грубая установка фрезы на угол производится по лимбу суппорта. Окончательная же, точная установка – по нониусу. Для установки угла наклона суппорта необходимо освободить винты 8 (см. рис. 1), нажимающие суппорт к салазкам суппорта, и с помощью квадрата 14 повернуть суппорт, отсчитывая градусы и минуты по лимбу и нониусу, а затем опять закрепить с помощью винтов.

#### 3.3.7. Установка изделия.

Заготовка в зависимости от ее формы и размеров устанавливается в центрах, в цанге, либо на оправе в установочном приспособлении, которое центрируется по посадочному отверстию в шпинделе стола.

При наличии гидроцилиндра, устанавливаемого на нижнем торце шпинделя стола, тяга которого проходит через центральное отверстие в шпинделе, возможен зажим обрабатываемой детали с помощью гидропривода.

Следует помнить, что точность обработки на станке во многом зависит от точности установки заготовки. Рекомендуется устанавливать заготовку с биением, не превышающем 0,01...0,05 мм по торцу и наружному диаметру.

#### 3.3.8. Установка направления подачи.

В зависимости от направления рабочей подачи салазки суппорта с суппортом и инструментом перемещаются вверх или вниз со скоростью рабочей подачи на цикле. Изменение направления рабочей подачи производится переключателем на пульте. При этом переключатели «Правая фреза», «Левая фреза» должны находиться в соответствующем положении.

#### 3.3.9. Установка направления вращения фрезы и изделия.

Эта операция осуществляется переключателем на пульте управления станка в зависимости от направления ниток установленной фрезы и зубьев нарезаемой заготовки. Нарезание косозубых зубчатых колес рекомендуется с правой спиралью правыми фрезами, с левой спиралью – левыми фрезами (см. таблицу 1).

#### 3.3.10. Установка межцентрового расстояния.

Наладка межцентрового расстояния осуществляется в такой последовательности:

- установить в исходное положение механизмы радиального врезания: для этого, вращая квадрат 13, надо совместить нулевую риску лимба с риской указателя;
- включить п/а и гидропривод;
- кнопкой на пульте установить салазки суппорта так, чтобы ось поворота суппорта находилась на высоте примерно посередине заготовки;
- зажать заготовку переключателем на пульте;

- кнопкой на пульте включить вращение инструмента;
- кнопкой на пульте подвести стол, при этом необходимо следить, чтобы приспособление не упиралось в суппорт;
- поворотом рукоятки 11 освободить винт наладки на межцентровое расстояние;
- вращая квадрат 13, подвести стол до касания фрезой заготовки;
- отвести стол и установить вращение фрезы;
- установить лимб квадрата 13 в нулевое положение и вращать рукоятку, осуществляя подвод каретки на расстояние, равное высоте зуба заготовки, отсчет перемещения вести по лимбу;
- зафиксировать винт наладки на межцентровое расстояние поворотом рукоятки 11.

Будьте внимательны при наладке межцентрового расстояния. Контролируйте исходное положение механизма радиального врезания по контрольной лампе на пульте управления. Если лампа горит, нельзя производить наладку межцентрового расстояния.

#### 3.3.11. Установка по лимбу радиального врезания.

При наличии механизма радиального врезания производится вращения квадрата 13. Величину врезания определяют по лимбу. Цена деления шкалы лимба 0,002 мм.

#### 3.3.12. Установка упоров окончания фрезерования.

Установка упоров длины фрезерования осуществляется при работе без механизма радиального врезания.

Имеется два упора. Один упор нижнего положения салазок суппорта, второй – верхнего положения.

Они размещаются на салазках суппорта и устанавливаются в зависимости от цикла обработки зубчатого колеса и направления подачи. В конечных положениях упоры наезжают на конечные выключатели, которые выключают соответствующие движения.

#### 3.3.13. Нарезать зубчатое колесо.

#### 3.4. Произвести необходимые измерения.

#### 3.5. Составить отчет о проделанной работе.

Отчет о данной работе должен содержать:

- описание станка,
- описание некоторых механизмов,

Эскизы.

В отчете должно быть кратко указано все относящееся к непосредственной наладке.

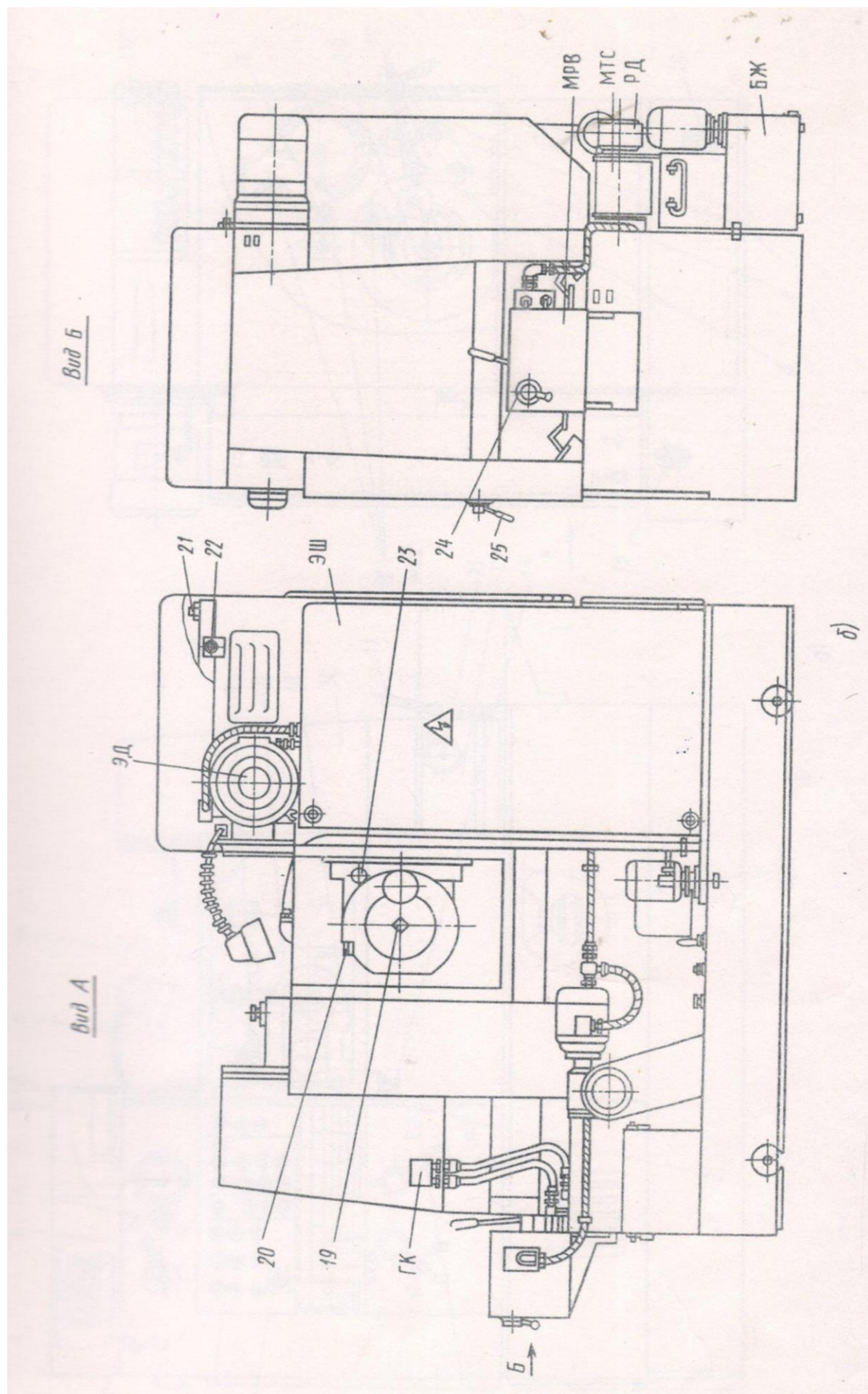


Рисунок 4. Основные части и органы управления зубофрезерного полуавтомата модели 53А30:  
а — вид спереди; б - вид сзади и справа.



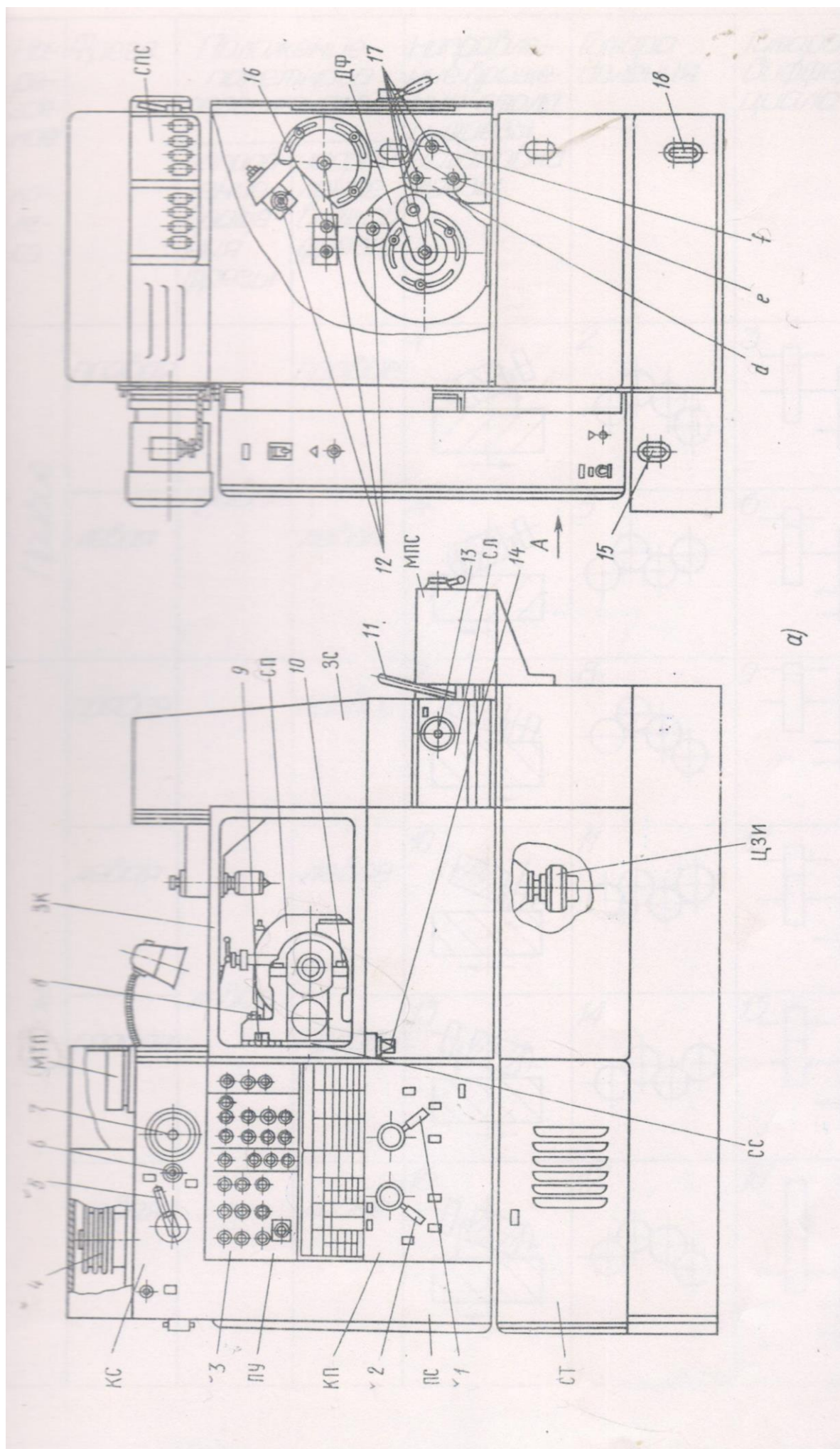
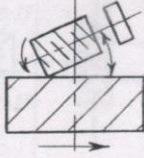
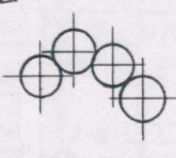
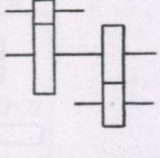
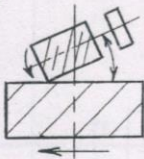
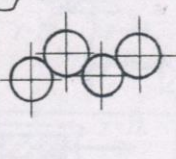
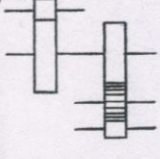
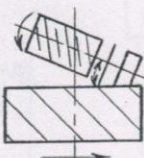
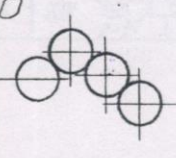
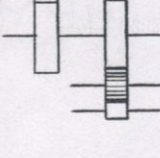
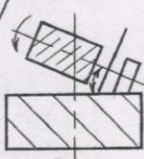
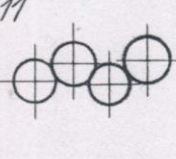
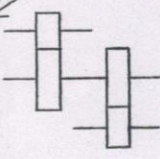
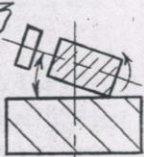
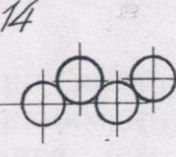
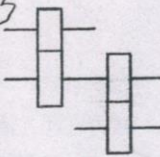
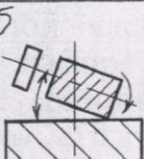
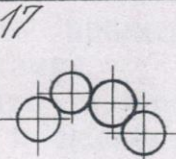
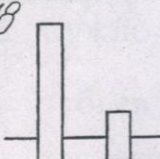


Рисунок 5

Таблица

На- ре- зае- мое  ко- ле- со	Фреза	Положение пакетного переключателя		Направле- ние враще- ния стола и фрезы. Установка фрезы	Гитара деления	Гитара дифферен- циала
		направ- ление враще- ния фрезы	направ- ление витков фрезы			
Правое	правая		правое	1 	2 	3 
	левая	правое	левое	4 	5 	6 
Левое	правая		правое	7 	8 	9 
	левая		левое	10 	11 	12 
	правая	левое	правое	13 	14 	15 
	левая		левое	16 	17 	18 





 Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО

«Брянский государственный технический университет»

Политехнический колледж

«Утверждаю»

Зам. директора по УМР

\_\_\_\_\_ Т.И.Науменкова

\_\_\_\_\_ 2014г

Станки с ЧПУ

Лабораторная работа №10

«Ознакомление с устройством и работой основных узлов токарно-  
винторезного станка, наладка на обработку заданной детали».

Инструкция по выполнению лабораторной работы по специальности 15.02.08

Продолжительность работы 4 часа

Составил преподаватель

Степанов Ю.Ф

Рассмотрено и одобрено на заседании  
цикловой комиссии

«Технология машиностроения»

Протокол №\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014г.

Председатель цикловой комиссии

\_\_\_\_\_ И.А.Тарусова

2014г



## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

✓ "Ознакомление с устройством и работой основных узлов токарно-винторезного станка <sup>наладка</sup> на обработку заданной детали".

✓ ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Практическое ознакомление с методикой наладки токарно-винторезного станка с ЧПУ типа I6K20Ф3 и его работой в режимах ручного и автоматического управления.

### II. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- Оборудование, оснастка, принадлежности, документация.
- 2.1. Станок типа I6K20Ф3 с УИПУ2Р2Q
  - 2.2. Режущие инструменты/ резцы / согласно РТК.
  - 2.3. Приспособление для закрепления заготовки / трехлачковый патрон с механическим зажимом /.
  - 2.4. Измерительные инструменты: штангенциркуль, стойка с индикатором, микрометр / согласно РТК /
  - 2.5. Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертеж детали, расчетно-технологическая карта, рукопись программы.
  - 2.6. Заготовка детали / 2-3 штуки /
  - 2.7. Руководство по эксплуатации станком.
  - 2.8. Инструкции по технике безопасности.

### III. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКЕ I6K20Ф3.

✓ 3.1. Назначение станка.

Станок токарный с ЧПУ модели I6K20Ф3 для центровых и несложных патронных работ предназначен для токарной обработки в замкнутом полуавтоматическом цикле деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем, включая нарезание крепежных резьб.

Станок I6K20Ф3 оснащен УЧПУ типа 2Р22 с вводом программы с клавиатуры, магнитной кассеты или при подключении внешнего фотосчитывающего устройства с перфоленты. На УЧПУ 2Р22 программа визуализируется на буквенно-цифровом экране блока отображения символьной информации.

Станок применяется в индивидуальном, мелкосерийном и серийном производстве с мелкими повторяющимися партиями деталей. Класс точности станка II.

### 3.2. Техническая характеристика станка.

- а/ Наибольший диаметр устанавливаемого изделия над станиной - 500 мм.
- б/ Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом - 220 мм.
- в/ Наибольшая длина устанавливаемого изделия - 1000 мм.
- г/ Наибольшая длина обработки - 905 мм.
- д/ Центр шпинделя с конусом Морзе по ГОСТ 13214-79 - 5
- е/ Частота вращения шпинделя / бесступенчатое регулирование/ - 22,4 - 2240 мин.<sup>-1</sup>
- ж/ Пределы частоты вращения шпинделя, устанавливаемые вручную:
  - I. диапазон - 22,4 - 355 мин.<sup>-1</sup>
  - II. диапазон - 63 - 900 мин.<sup>-1</sup>
  - III. диапазон - 160 - 2240 мин.<sup>-1</sup>
- з/ Пределы программируемых подач:
  - продольных - 0,01 - 40 мм/об.
  - поперечных - 0,005 - 20 мм/об.
- и/ Скорость быстрых ходов, не менее
  - продольных - 7500 мм/мин
  - поперечных - 5000 мм/мин
- к/ Дискретность перемещений:
  - продольных по оси - 0,01 мм
  - поперечных по оси X - 0,005 мм
- л/ Предел шагов нарезаемых резьб - 0,01 - 40,95 мм
- м/ Количество позиций автоматической поворотной головки - 6
- н/ Масса станка, не более - 3800 кг.

### 3.3. Основные узлы станка.

3.3.1. Механизм главного движения. На станке установлена шпиндельная бабка, имеющая три диапазона скоростей вращения. Шпиндель станка смонтирован в конических двух и однородном подшипниках. Подшипники регулируются на заводе-изготовителе станка и не требуют регулировки в процессе эксплуатации. Смазка шпиндельной бабки, осуществляется от станции смазки, смонтированной на основании станка. Для обеспечения возможности резьбонарезания на шпиндельной бабке устанавливается датчик резьбонарезания.

Изм	Лист	Подпись	Рис	ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4	Лист 4
-----	------	---------	-----	-------------------------	-----------

Основание станка представляет собой жесткую отливку, на которой устанавливается станина, электродвигатель главного движения, станции смазки направляющих каретки и шпиндельной бабки, насос подачи СОЖ. Средняя часть основания служит сборником для стружки и СОЖ, отсек с нижней правой части основания — резервуаром для СОЖ.

Станина станка имеет коробчатую форму с поперечными ребрами П-образного профиля, закаленные шлифованные направляющие. На станине устанавливаются шпиндельная бабка, привод продольной ~~линии~~ подачи, задняя бабка. Для базирования каретки на станине передняя направляющая имеет форму неравнобокой призмы, задняя направляющая — плоская. Задняя бабка базируется на станине по малой задней призматической направляющей и по плоскости — по передней направляющей.

Включает шариковую передачу винт-гайка качения, опоры винта, продольный электродвигатель постоянного тока с редуктором, а так же датчик обратной связи.

Привод поперечного перемещения включает аналогичные узлы.

4.1. Ознакомление с панелями управления станком / рис. 4.3; табл. 4/ и пультом управления УЧПУ / рис. 4 таб. 4/

Наладка станка на обработку заданной детали состоит из следующих элементов:

установка и закрепление заготовки, установка необходимого режущего инструмента; привязка устройства к параметрам станка, привязка системы отсчета к станку, привязка ~~инструмента~~ инструмента к системе отсчета, привязка системы отсчета к детали.

#### 4.2.1. Установка и закрепление заготовки.

Заготовка крепится в патроне, установленном на шпинделе станка.


#### 4.2.2. Установка и крепление инструмента.

Резцы необходимые для обработки заготовки согласно РТК устанавливаются в определенные позиции автоматической револьверной головки.

#### 4.2.3. Привязка устройства к параметрам станка.

Для ввода параметров станка в начале работы нажмите клавиши







и численное значение первого параметра станка. Набранный параметр и его номер высвечивается на шестой строке экрана БОСИ. Нажмите клавишу , параметр стирается с экрана, а на экране высвечивается номер следующего параметра. Введите Р и численное значение следующего параметра (табл. 5).

#### 4.2.4. Привязка системы отсчета к станку.

Привязка системы отсчета к станку производится по следующей методике:

1. Нажмите клавиши  , при этом над ними загораются светодиоды, а на первой строке БОСИ высвечивается "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ФН".

2. Нажмите клавишу , при этом начинается движение по координате X, направление движения - от оси шпинделя к оператору. По достижении положения, определяемого конечными выключателями, движение по координате X прекращается и начинается движение по координате Z в направлении к шпинделю. При достижении положения, определяемыми конечными выключателями, движение по координате Z прекращается / рис.

Одновременно выключается сигнализация над клавишей , а на четвертой и пятой строках БОСИ высвечиваются цифры, которые характеризуют координаты режущей кромки инструмента относительно НУЛЯ ДЕТАЛИ. В процессе обработки действует клавиша , после нажатия на которую движение прекращается. Продолжение обработки начинается по второму нажатию на клавишу .

#### 4.2.5. Привязка инструмента к системе отсчета.

Для привязки инструмента к системе отсчета необходимо ввести выхеты инструмента.

Изм.	В-н	Подпись	Изм.	В-н

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Лист  
6

Для ввода вылетов инструмента нажмите клавиши  $\rightarrow$   $\rightarrow$  C, T и его номер  $\rightarrow$  Z и его численное значение, X и его численное значение. По мере набора номер инструмента и его вылеты индицируются на шестой строке БОСИ. Нажмите клавишу  $\rightarrow$  при этом шестая строка очищается, вылеты вводятся в память, устройства. Далее набирается T, номер и вылеты на следующий инструмент в соответствии с данным пунктом.

#### 4.3. Ввод программы.

4.3.1. Для работы в режиме ввода программы сначала нажмите клавиши  $\rightarrow$   $\rightarrow$  N и номер первого кадра программы. Набор программы осуществляется по кадрам. Набираемая программа высвечивается на шестой, седьмой и восьмой строках экрана БОСИ. Для ввода набранного кадра в память устройства нажмите клавишу  $\rightarrow$ , при этом кадр стирается с экрана БОСИ, а номер кадра автоматически увеличивается на единицу, если программа не закончена; высвечивается КИ в правом углу первой строки экрана БОСИ, если программа закончена.

4.3.2. Для работы в режиме ввода программы / продолжение / нажмите клавиши  $\rightarrow$   $\rightarrow$  и номер последнего кадра ранее введенной программы и клавишу  $\rightarrow$ . Искомый кадр программы высвечивается на экране БОСИ.

При нажатии клавиши  $\rightarrow$ , шестая, седьмая, восьмая строка экрана БОСИ очищается, высвечивается следующий номер кадра. Далее программу вводить, как описывалось выше.

4.3.3. Для индикации введенной в память устройства технологической программы нажмите клавиши  $\rightarrow$   $\rightarrow$  при этом первый кадр программы высвечивается на экране БОСИ. Повторным нажатием клавиши  $\rightarrow$ , высвечивается последующие кадры.


ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Листы  
7





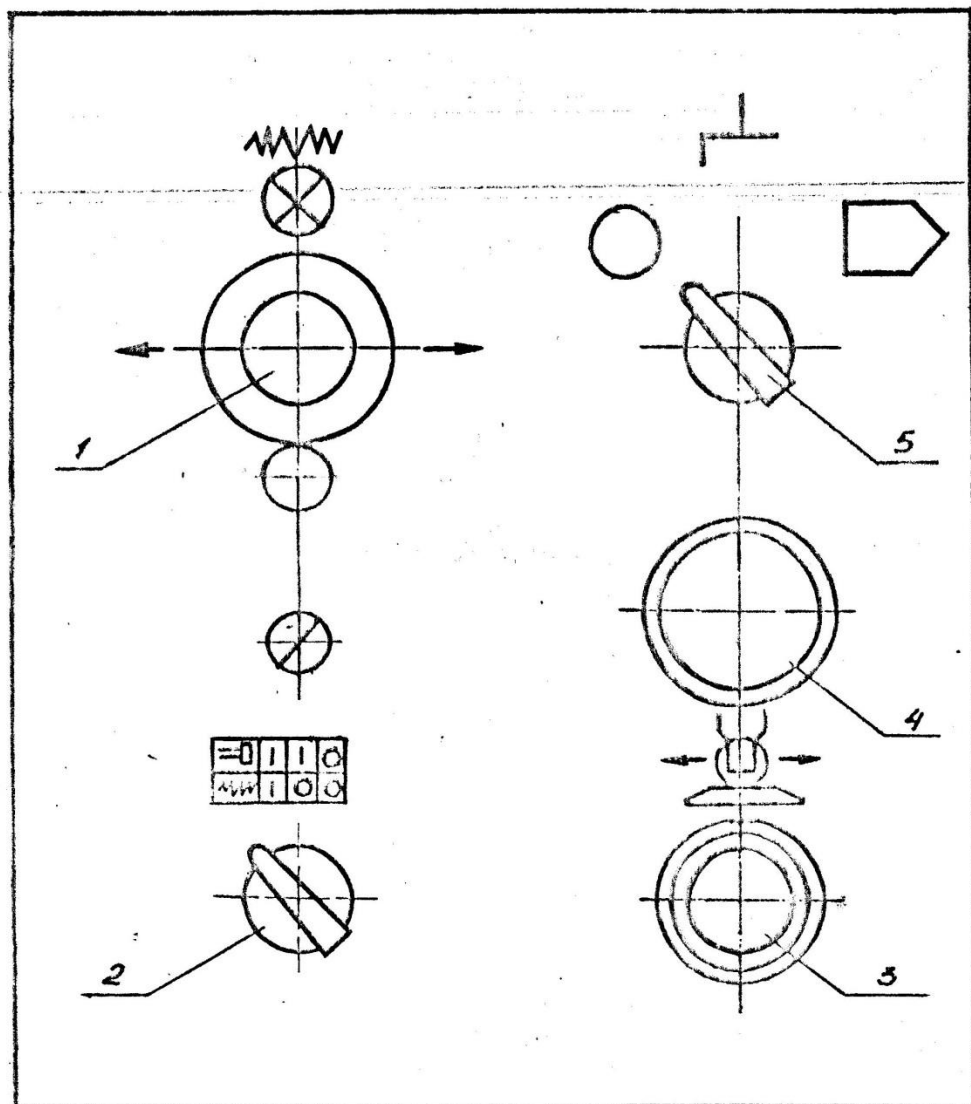


Рис. 2 Панель, расположенная на каретке станка



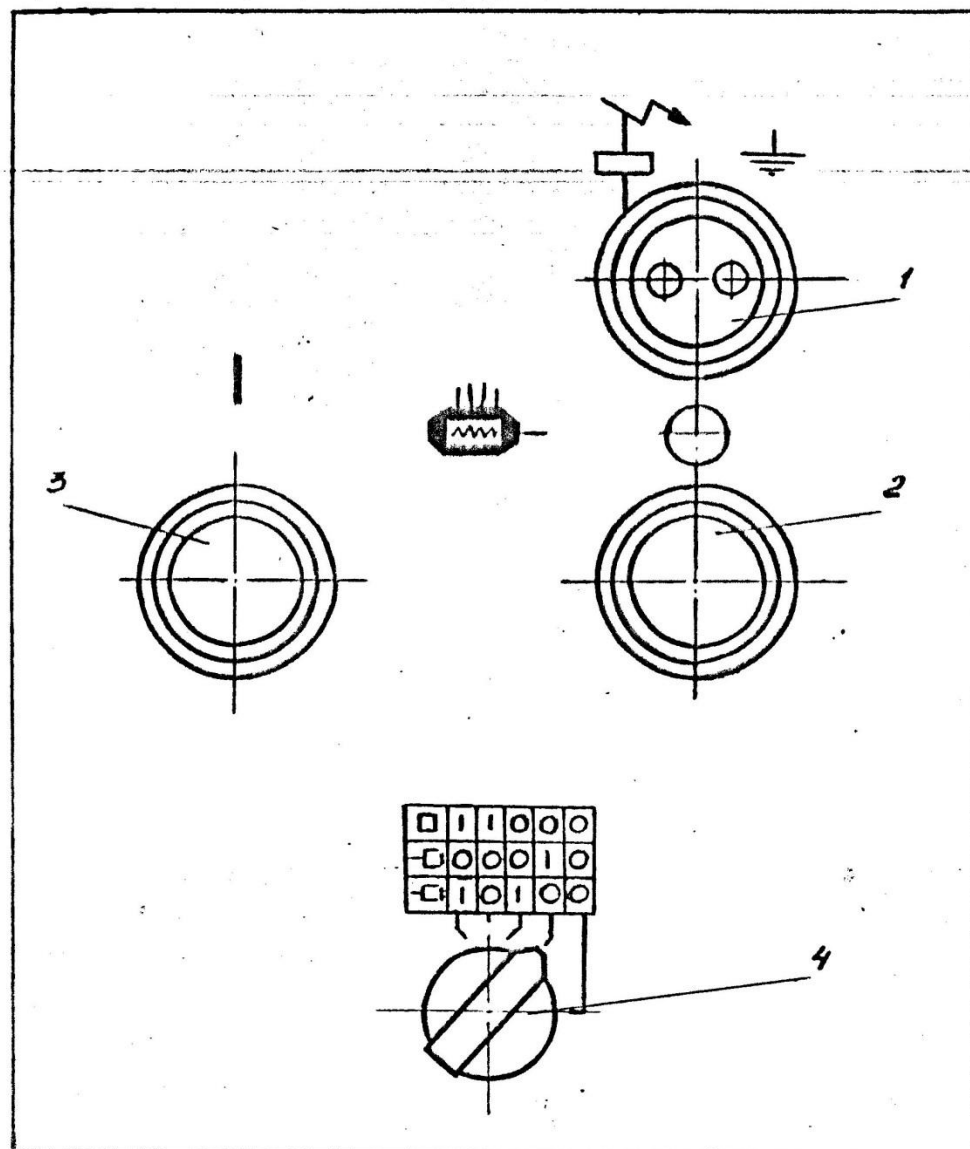


Рис. 3 Панель управления приводами

*Перечень органов управления на панели  
управления станка.*

*таблица 1*

<i>№</i>	<i>Органы управления, их назначение</i>
<i>1.</i>	<i>Ручка вводного автомата</i>
<i>2.</i>	<i>Механическая блокировка включателя минимального расцепителя вводного автомата</i>
<i>3.</i>	<i>Кнопка "Подача напряжения"</i>
<i>4.</i>	<i>Лампа "Наличие напряжения"</i>
<i>5.</i>	<i>Кнопка "Толчок шпинделя"</i>
<i>6.</i>	<i>Кнопка "Смазка направляющих станины"</i>
<i>7.</i>	<i>Лампа контроля смазки шпиндельной бабки</i>

*Перечень органов управления станка,  
находящихся на каретке станка.*

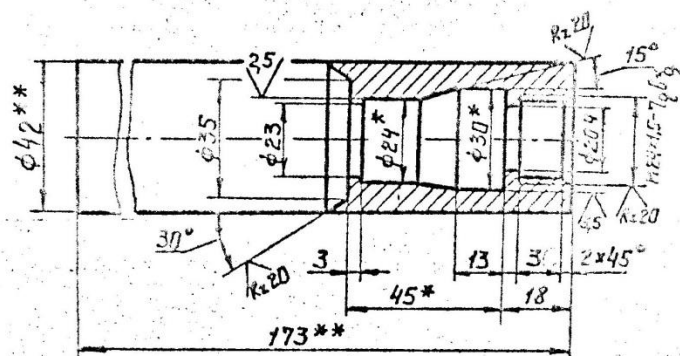
*Таблица 2*

<i>№</i>	<i>Органы управления, их назначение</i>
<i>1.</i>	<i>Крестовый переключатель ручных наладочных перемещений.</i>
<i>2.</i>	<i>Переключатель:</i> <i>а) включение подачи и вращения шпинделя;</i> <i>б) выключения подачи при вращающемся шпинделе;</i> <i>в) выключения подачи и шпинделя;</i>
<i>3.</i>	<i>Кнопка "Сход с аварийного кулачка"</i>
<i>4.</i>	<i>Кнопка "Аварийный останов"</i>
<i>5.</i>	<i>Переключатель режимов работы системы охлаждения</i>

Перечень органов управления приводами  
тесбмис?

№	Органы управления и их назначение
1.	Сигнализатор заземления
2.	Кнопка "Включение приводов подачи"
3.	Кнопка "Выключение приводов подачи"
4.	Переключатель режимов работы в зависимости от оснащения станка зажимными устройствами

Rz 40  
✓ (✓)



Совмещенный чертеж детали и заготовки  
для проверки стабильности обработки.

1. Ориентировочный размер для контроля  
на стабильность.
2. \*\* размер заготовки.
3. Неуказанные предельные отклонения  
угловых размеров по 13 степени точности  
ГОСТ 8908-91. Материал - сталь 45 ГОСТ 1050-74.

УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ПРОВЕРКИ  
СТАБИЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ПАРТИИ ДЕТАЛЕЙ

N КАРДА	КОМАНДА	N КАРДА	КОМАНДА
1	T1 S2 500 F0E	29	Z-18E
2	Z 5E	30	X33E M8
3	X 42E	31	L2D1x20,3A3P3
4	L 8A0 P2,5	32	X42E
5	X24,2	33	Z-63E
6	Z-17,8	34	L2D1x22,4A3P3
7	X 31	35	T3 S2900
8	Z-62,7	36	Z10E
9	X37	37	X24E
10	X42 W-5,2 M17	38	L1F1,5 W-26x22,08A0P03
11	Z-27,55E	39	M02
12	X 33E		
13	X25 W-14,93		
14	Z-62,7		
15	X 45		
16	Z 2E		
17	S2900 F0,25		
18	X 18,8E		
19	Z0		
20	X23,8 c2,6		
21	Z-29,98		
22	X 23,98 W-11,2		
23	Z-29,98		
24	X 23,98 W11,2		
25	Z-62,8		
26	X36		
27	X44 W 6,93 M9		
28	T 2 S2500 F0,1		



1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ
2. ОБОРУДОВАНИЕ
3. НАЛАДКА СТАНКА

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА:



ФГБОУ ВПО  
«Брянский государственный технический университет»  
Политехнический колледж

«Утверждаю»  
Зам. директора по УМР  
\_\_\_\_\_ Т.И.Науменкова  
\_\_\_\_\_ 2014г

Станки с ЧПУ  
Лабораторная работа №11  
«Ознакомление с устройством и работой гибкого производственного модуля  
ИС500ПНФ4, наладка станка на обработку заданной детали  
Инструкция для выполнения работы по специальности 15.02.08

Составил преподаватель  
Рассмотрено и одобрено на заседании  
цикловой комиссии  
«Технология машиностроения»  
Протокол №\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014г.  
Председатель цикловой комиссии  
\_\_\_\_\_ И.А.Тарусова

Степанов Ю.Ф

2014г

## Лабораторная работа №3

Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов многоцелевого станка, наладка станка на обработку заданной детали».

### 1. Цель работы:

Практическое ознакомление с методикой наладки многоцелевого станка мод. ИС500ПМФ4 с устройством ЧПУ FANUC 6М, его работой, ознакомление с символами и обозначениями на пультах станка устройства ЧПУ.

### 2. Исходные данные:

Оборудование, оснастка, принадлежности, документация.

- 2.1. Станок ИС500ПМФ4 с устройством ЧПУ FANUC 6М
- 2.2. Приспособления для закрепления заготовки, согласно расчётно-технологической карты (РТК).
- 2.3. Приспособление для крепления инструмента (оправки) согласно РТК.
- 2.4. Режущие инструменты (фрезы, свёрла, зенкеры, развёртки, резцы расточные) согласно РТК.
- 2.5. Измерительные инструменты: штангенциркуль, штихтис, калибры, стойка с индикатором (согласно РТК).
- 2.6. Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертёж детали, расчётно-технологическая карта, распечатка управляющей программы.
- 2.7. Заготовка детали (2-3 штуки).
- 2.8. Руководство по эксплуатации станка.
- 2.9. Инструкция по технике безопасности.

### 3. Общие сведения о станке.

#### 3.1. Назначение:

Станок многоцелевой мод. ИС500ПМФ4 является гибким модулем: повышенной точности, предназначен для обработки особо сложных корпусных деталей из чёрных и цветных металлов. Выполняет операции: сверление, зенкерование, развёртывание, растачивание точных отверстий по точным координатам, фрезерование по контуру с линейной и круговой интерполяцией, нарезание резьбы метчиками.

Имеет Т-образную станину <sup>на которой</sup> <sup>перемещаются</sup> на которой расположена продольно-подвижная стойка, поперечно-подвижный стол. По накладным стальным направляющим станины перемещается вертикально-подвижная бабка.

Рядом со станком-инструментальный магазин и накопитель столов-спутников (рис. 1).

#### 3.2. Основные технические данные и характеристики.

##### 3.2.1. Характеристики обрабатываемой детали и основные параметры обработки.

Наибольшая масса детали, устанавливаемой на стол-спутник: 800 кг.

Наибольший диаметр торцевой фрезы – 325 мм. Пределы диаметров сверления 3-45 мм. Наибольший диаметр растачивания – 315 мм.

Наименьший диаметр резьбы – 6 мм.

Класс точности ГПМ (по ОСТ 2.Н72-6-6у) – А.

##### 3.2.2. Основные параметры и размеры

- Размеры рабочей поверхности стола-спутника 500×500 мм;
- Наибольшее программное перемещение: по X=1000; Y=630; Z=800 мм.

Дискретность поворота стола (ось В): с дискретным позиционированием – 120 позиций через  $3^\circ$ , с непрерывной подачей 360000 позиций через  $0,001^\circ$ .

### 3.2.3. Характеристика главного привода.

Пределы частот вращения  $8 - 4500 \text{ мин}^{-1}$ .

Дискретность задания частоты вращения через  $1 \text{ мин}^{-1}$ .

Дискретность подачи по осям X, Y, Z через  $0,1 \text{ мм/мин}$ :

✗ По оси В через  $0,001 \text{ град/мин}$ ; скорость перемещений по X, Y, Z –  $15 \text{ м/мин}$ .

Для оси В –  $3600 \text{ град/мин}$ .

### 3.2.4. Характеристика устройства смены инструмента.

Ёмкость магазина – 64 инструмента. Наибольший диаметр инструмента –  $125 \text{ мм}$ . Время смены инструмента:

✗ Собственное манипулятора –  $8 \text{ с}$ ;

✗ «от реза до реза» среднее –  $20 \text{ с}$ .

3.2.5. Характеристики устройства автоматической смены обрабатываемой детали. Ёмкость накопителя столов-спутников – 2шт. Время смены столов-спутников –  $40 \text{ с}$ .

3.2.6. Габариты ТММ  $4750 \times 5813 \times 3560 \text{ мм}$ . Масса ГПМ общая –  $14070 \text{ кг}$ .

3.2.7. Характеристика устройства ЧПУ и измерительных преобразователей.

Система кодирования ISO, EIA.

Способы ввода программ: ручной, магнитная лента, перфолента, ЭВМ верхнего уровня, телетайп.

Дискретность задания размеров –  $0,001 \text{ мм}$ .

Число управляемых осей с дискретным позиционированием – 3;

✗ С круговым столом непрерывного вращения – 4;

✗ Число одновременно управляемых осей – 2.

Контроль стойкости инструмента – имеется, объём памяти для программ –  $32 \text{ кбайт}$ . Сохранность памяти при смене напряжения – имеется. Составление программы в диалоговом режиме – имеется. Диагностика ГПМ и ЧПУ – имеется. Возможностьстройки контроля поломки инструмента – имеется.

Измерительные преобразователи по X, Y, Z – линейные оптоволоконные; по оси В – круговые оптоволоконные.

### 3.2.8. Характеристика электрооборудования.

Ток переменный трёхфазный. Электродвигатель главного привода –  $22 \text{ кВт}$ . Наименьшая частота вращения –  $1500 \text{ мин}^{-1}$ ; максимальная частота вращения –  $4500 \text{ мин}^{-1}$ . Электродвигатели приводов подач X, Y, Z.

Высокомомментные постоянного тока X – подача стола, Y – шпиндельной бабки, Z – стойки скорости подач  $38 - 1500 \text{ м/мин}$ .

## 4. Устройство и работа оборудования.

4.1. Устройство отсчётное оптическое состоит из измерительного блока и умножителя импульсов.

Измерительный блок – оптическая линейка и бегунок с кабелем.

4.2. Отжим инструмента – гидроцилиндром, конус инструмента обдувается. Зажим инструмента цанговый пакетом тарельчатых пружин. Ориентация шпинделя – фотоэлектрическим датчиком.

4.3. Стойка перемещается в продольном направлении (ось Z) на плоских опорах качения.

4.4. Инструментальный магазин на 64 инструмента состоит из узла привода движения цепи, механизма фиксации звена, механизма загрузки, манипулятора.

4.5. Механизм загрузки имеет гидроцилиндр зажима и отжима инструмента в гнезде цепи.

4.6. Каретка – перемещается по направляющим стойки. В корпусе установлен механизм поворота, захвата инструмента и его выдвижения. Перемещается от гидроцилиндра. Гидроцилиндр поворота каретки поворачивает корпус манипулятора:

- У магазина;
- В позиции ожидания;
- У шпинделя.

4.7. Манипулятор.

Предназначен для автоматической смены инструмента. Состоит из каретки перемещающейся от цилиндра по корпусу. Корпус поворачивается у магазина, в позиции ожидания, у шпинделя.

4.8. Столы-спутники служат для установки и закрепления заготовки.

Могут иметь захваты для перемещения стола, фиксаторы для удерживания стола-спутника на накопителях.

4.9. Кинематика станка.

Трёхступенчатая коробка скоростей. Первая ступень имеет передаточное отношение  $i=6$ ; вторая ступень –  $i=2$ ; третья ступень –  $i=1$ . Блоки колёс переключаются от гидропривода. Привод подачи шпиндельной бабки (ось Y) осуществляется от электродвигателя через упругую муфту и ШВП. Привод по осям X и Z аналогичны.

4.10. Автоматический контроль детали на станке (рис.3)

Система автоматического контроля (САК) производит замеры заготовки, детали и приспособления (в том числе и стола-спутника) в системе координат станка. Может определить и компенсировать погрешность установки детали по 4<sup>м</sup> осям, свести к началу координат заготовки в абсолютной системе стола, сравнить любой размер с допустимым и остановить работу станка, если будет обнаружен брак. Может определить все геометрические параметры детали, реальный припуск на обработку, распределить его величину, определить количество проходов и модернизировать программу обработки детали.

Операция измерения может проходить до обработки, во время перерывов между работой инструментов, после обработки. Состоит из измерительной головки (ИГ) с инфракрасной передачей сигнала, интерфейса, УЧПУ CNC и самого станка. ИГ контактного типа – датчик, определяющий касание щупа с деталью. ИГ хранится в инструментальном магазине в дежурном режиме, а перед измерением автоматически устанавливается в шпиндель. УЧПУ запоминает координаты точек касания. Точность датчика до 5мкм. Повторяемость измерений ИГ через 1мкм. ИГ подводится на быстром ходу до 2мм до детали, далее на рабочей подаче до касания. При касании щупа с деталью цепь размыкается, подача останавливается.

## Наладка станка

Наладка станка состоит из следующих операций:

- Установка режущего инструмента;
- Установка приспособления и его базирование на столе-спутнике;
- Ввод программы;
- Проверка программы;
- Установка заготовки и её базирование.

Режущий инструмент устанавливается согласно технологической карты в заданные ячейки магазина. Одновременно производится коррекция его длины.

Регулировка длины инструмента выполняется следующим образом:

- Торцом шпинделя касаются заготовки или мерной плитки, касающейся заготовки.
- Касание торца или мерной плитки выполняют в режиме ИНКРЕМ. Переключатель 3 ставят в режим ИНКРЕМ. Перемещение происходит при каждом нажатии одной из кнопок группы 5 (по оси Z). Величину перемещения устанавливают переключателем 12. Минимальная величина перемещения при положении переключателя  $\times 1$  равна 0,001 мм. Максимальная величина – 1 мм при положении  $\times 1000$ .
- Отводят шпиндель от заготовки на какое-то определённое расстояние (например, на 500 мм) и фиксируют это расстояние в ЧПУ.
- Устанавливают в шпиндель инструмент и подводят его до касания с мерной плиткой. УЧПУ показывает какой-то размер (например, 300 мм).

Значит, вылет инструмента из шпинделя составляет:  $500 - 300 = 200$  мм, что и вводится в УЧПУ.

Программу вводят клавиатурой, с перфоленты, с другой ЭВМ и другими способами. Возможен ввод программы при ручной обработке детали.

Проверку записи программы производят при блокировке станка, то есть без его перемещений. Переключатель 14 пульта ставят в режим 14 в режим БЛОКИРОВКА СТАНКА. На шпинделе воспроизводятся данные станка как будто он работает. Проверку качества программы выполняют при покадровой отработке. Переключатель 7 ставят в режим ВКЛ. Станок отработывает только один кадр после каждого нажатия кнопки ПУСК ЦИКЛА (наладочный режим).

Ввод программы в ручном режиме возможен при ручной обработке детали.

- Переключатель 3 ставят в режим ТОЛЧОК. Группой кнопок 5 производят перемещение по осям  $\pm X$ , Y или Z. Возможно перемещение сразу по двум координатам. Скорость толчковой передачи устанавливается переключателем 17. для ускоренного перемещения по осям одновременно нажимают кнопку 4.
- Переключатель 3 ставят в положение РУКОЯТКА. Переключатель 18 устанавливают в положение, указывающее на одну из осей X, Y или Z. Рукояткой 7 перемещают рабочие органы станка. При вращении вправо перемещение по оси происходит в сторону «+», влево – «-».

Автоматический режим возможен:

- При работе с ленты. Программа на ленте может быть записана в коде ISO или EIA. УЧПУ автоматически настраивается на вводимый код. Необходимо установить ленту на ленточный считыватель.

Переключатель 3 ставят в режим ЛЕНТА. Нажать кнопку 1 (ПУСК ЦИКЛА).

- В режиме ПАМЯТЬ. Выбрать необходимую программу из списка, перевести в буферную память, установить переключатель 3 в режим ПАМЯТЬ, нажать кнопку 1.



ФГБОУ ВПО  
«Брянский государственный технический университет»  
Политехнический колледж

«Утверждаю»  
Зам. директора по УМР  
\_\_\_\_\_ Т.И.Науменкова  
\_\_\_\_\_ 2014г

Станки с ЧПУ  
Лабораторная работа №12  
«Ознакомление с устройством и работой основных узлов электроэрозионного  
станка. Наладка станка на обработку заданной детали»  
Инструкция для выполнения работы по специальности 15.02.08  
Продолжительность работы 4 часа.

Составил преподаватель  
Рассмотрено и одобрено на заседании  
цикловой комиссии  
«Технология машиностроения»  
Протокол №\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014г.  
Председатель цикловой комиссии  
\_\_\_\_\_ И.А.Тарусова.

Степанов Ю.Ф

2014г



## Лабораторная работа № 2.

Тема: «Ознакомление с устройством и работой основных узлов электроэрозионного станка, наладка станка на обработку заданной детали.»

### 1. Цель работы:

Практическое ознакомление с методикой наладки электроэрозионного вырезного станка с ЧПУ 4732Ф3М.

### 2. Исходные данные.

Оборудование, оснастка, принадлежности, документация.

2.1. Станок 4732Ф3М с устройством ЧПУ 2М-43.

2.2. Приспособление для закрепления заготовки согласно расчетно-технологической карты.

2.3. Обрабатывающий инструмент – электрод-проволока. Обработка происходит в токопроводящей жидкости.

2.4. Измерительные инструменты: мерные плитки, штангенциркуль.

2.5. Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертеж детали, расчетно-технологическая карта, программоноситель, распечатка программы.

2.6. Заготовка детали.

2.7. Руководство по эксплуатации станка.

2.8. Инструкция по технике безопасности.

### 3. Общие сведения о станке 4732Ф3М.

#### 3.1. Назначение:

Электроэрозионный станок 4732Ф3М является вырезным станком и предназначен для резки токопроводящих материалов электродом-проволокой диаметром 0,1 ... 0,3мм в воде или керосине токами высокой частоты. Возможна резка цветных и черных металлов и сплавов различной твердости.

Принцип действия станка заключается в том, что под действием импульсного электрического разряда, создаваемого между электродом-инструментом и электродом-заготовкой происходит направленное разрушение металла заготовки. Обработка происходит в среде рабочей жидкости, в качестве которой используется осветительный керосин или вода с антикоррозийными присадками. В качестве электрода-инструмента используется проволока, перематываемая с небольшой скоростью. Импульсный ток вырабатывается специальным генератором. Для обработки детали заданного контура проволока натянута перпендикулярно горизонтальной плоскости. Перемещение проволоки осуществляется от УЧПУ.

При обработке деталей с наклонными образующими применяются специальные приспособления с отдельным двигателем.

#### + 3.2. Техническая характеристика электрооборудования.

Ток сети – переменный трехфазный, 380в.

Количество двигателей в станке – 8.

Двигатель подъема ванны – 4АД56В2У3;  $n = 2890 \text{ мин}^{-1}$

Электронасос ПА-45 производительностью – 45 л/мин.

Исполнительные шаговые двигатели – ШД5Д1М.

Шаг двигателей –  $1,5^\circ$

Электродвигатель натяжения проволоки – АДП-362 мощностью – 0,019кВт

Частота вращения –  $3000 \text{ мин}^{-1}$

Электродвигатель перемотки проволоки РД-09 мощность – 0,01кВт

#### + 3.3. Основные узлы станка. *схема*

Станок выполнен по принципу узловой сборки. Каждый узел станка собирается и отлаживается отдельно, а общий монтаж осуществляется узлами.

На станине, являющейся основанием станка, устанавливаются:

а) подъемная ванна – на передней части;

б) механизм координатных перемещений – на задней части на подставке.

Передняя часть станка является рабочей и занята ванной со столом и скобой, совершающей взаимоперпендикулярные перемещения. Скоба несет на себе механизм перемотки и механизм натяжения проволоки. Рабочая зона закрыта прозрачным кожухом. Механизм координатных перемещений заключен в отдельный корпус. Рукоятка ручного перемещения скобы выведена на правую сторону. Насосная установка расположена внутри станины.

Ванна является резервуаром рабочей жидкости, в котором происходит обработка деталей. Внутри ванны Г-образный стол, на котором закрепляется обрабатываемая деталь. Стол Г-образной формы закрепляется на круглой стойке, проходящей через дно ванны. Стойка закреплена в корпусе редуктора. Рабочая жидкость в ванну подается по гибким шлангам.

Насосная установка – подает рабочую жидкость из станины в зону обработки.

Механизм координатных перемещений предназначен для сообщения скобе с проволокой взаимоперпендикулярных перемещений в горизонтальной плоскости.

Каретка перемещается вдоль оси Х. Перпендикулярно этой оси в каретке перемещается скалка, несущая на переднем конце скобу со своими механизмами.

Скоба служит для установки всех устройств и механизмов, обеспечивающих перемотку и натяжение электрода-проволоки. Направление движения проволоки сверху-вниз.

Для базирования проволоки есть 2 блока направляющих.

Верхний блок направляющих выполнен на ползуне с вертикальным перемещением, для изменения рабочего участка в зависимости от высоты детали.

Механизм перемотки проволоки служит для протягивания проволоки на рабочем участке с целью компенсации ее износа. Перемотка производится двумя роликами.

## **1. Порядок выполнения работы.**

→ 4.1. Ознакомление с пультом управления, предназначенным для управления станком в наладочном режиме (рис. 1 и 2).

### **→ 4.2. Наладка станка.**

Наладка станка состоит из этапов:

1. Заправка проволоки;
2. Включение станка;
3. Заполнение ванны рабочей жидкостью;
4. Выверка вертикальности проволоки;
5. Установка заготовки;
6. Ввод программы обработки;
7. Настройка режимов обработки;
8. Вывод заготовки в ноль.

Подготовку станка начинают с установки и заправки проволоки. Заправка электрода-проволоки выполняется в соответствии с приложенной к паспорту станка схемой (рис 3).

Станок включают вводным автоматом 34

После выключения общего автоматического выключателя и кнопки 4 генератор подготовлен к работе. Кнопка 27 включает насос наполнения ванны рабочей жидкостью. Кнопками 6 и 7 устанавливается частота следования импульсов, кнопкой 5 – амплитуда импульсов. Кнопка 13 включает перемотку проволоки. Резисторы 28 и 31 устанавливают скорость перемотки и натяжение проволоки, контролируя по вольтметру.

Скоба с проволокой подводится рукоятками 32 и 33. Кнопкой 21 подключается нагрузка генератора. Выверка вертикальности проволоки производится «по искре» поворотом скобы станка. Искра должна появляться при касании проволокой кубика по верхней и нижней граням. Заготовка закрепляется на столе или в приспособлении.

Ползуном устанавливают минимальный раствор скобы. Подъем заполненной ванны включается кнопкой 15. Ванна останавливается кнопкой 17. Скорость подачи инструмента регулируется регистром 25.

### **→ 4.3. Настройка режимов обработки.**

Заключается в установку необходимого натяжения электрода-проволоки и скорости ее перемотки, заданного кода обработки. При работе с адаптивным управлением режимами, режим напряжения подачи, в зависимости от толщины заготовки.

Величина натяжения проволоки регулируется резистором 28. Величина натяжения выбирается по таблице в зависимости от диаметра проволоки.

Скорость перемотки проволоки регулируется резистором 31 по вольтметру. Скорость выбирается по таблице паспорта станка. С увеличением толщины заготовки скорость увеличивается.

При установке режима обработки устанавливают заданную частоту импульсов, соответствующей амплитуды тока. Набор частоты и амплитуды тока набирается кодом, где первая цифра дает частоту следования импульсов (одной из группы кнопок 7), вторая – амплитуду тока (одной из группы кнопок 6). Контроль режимов – по индикатору 3. При коротком замыкании рабочий процесс останавливается. Величина эталонного напряжения регулируется резистором 25, а контроль установленного напряжения на межэлектродном промежутке производится по вольтметру 2.

Эталонное напряжение соответствует заданной толщине заготовки. Блок адаптивного управления включается кнопкой 5.

## 5. Технология электроэрозионных вырезных работ.

5.1. На вырезных станках обеспечивается шероховатость поверхности  $1,0 < Ra < 4,0$  мкм

Величина шероховатости для режимов генератора определяется по таблице паспорта. Шероховатость возрастает с увеличением энергией импульсов и уменьшается при увеличении толщины заготовки или уменьшении диаметра электрода.

Уменьшение натяжения проволоки повышает шероховатость.

Вырезка производится на прямой полярности, т.е. деталь является анодом, проволока – катодом.

При толщине деталей до 10мм – частота импульсов – 8кГц, при толщине более 15мм – 22кГц.

Погрешности прямолинейного перемещения скобы станка лежат в пределах 10мкм по всей длине хода. Ошибка координатных перемещений на всей площади контура деталей лежит в пределах 25мкм.

5.2. Электрод – проволока.

Электрод-проволоку выбирают в зависимости от материала и толщины заготовки.

Для электродов-инструментов применяют латунную молибденовую и вольфрамовую проволоку. Чаще – латунную, диаметром 0,2мм. Вольфрамовая и молибденовая – дорогая и дефицитная.

5.3. Рабочая жидкость.

Используется осветительный керосин и промышленная вода с антикоррозийными присадками из триэтаноломина и нитрита натрия. С увеличением количества присадок электропроводность возрастает в 10-15 раз.

5.4 Расчет эквидистанты.

Чаще всего обработку ведут проволокой диаметром 0,2мм. При этом ширина реза получается 0,24мм. Значит эквидистанта должна отстоять от вырезаемого контура на 0,12мм.

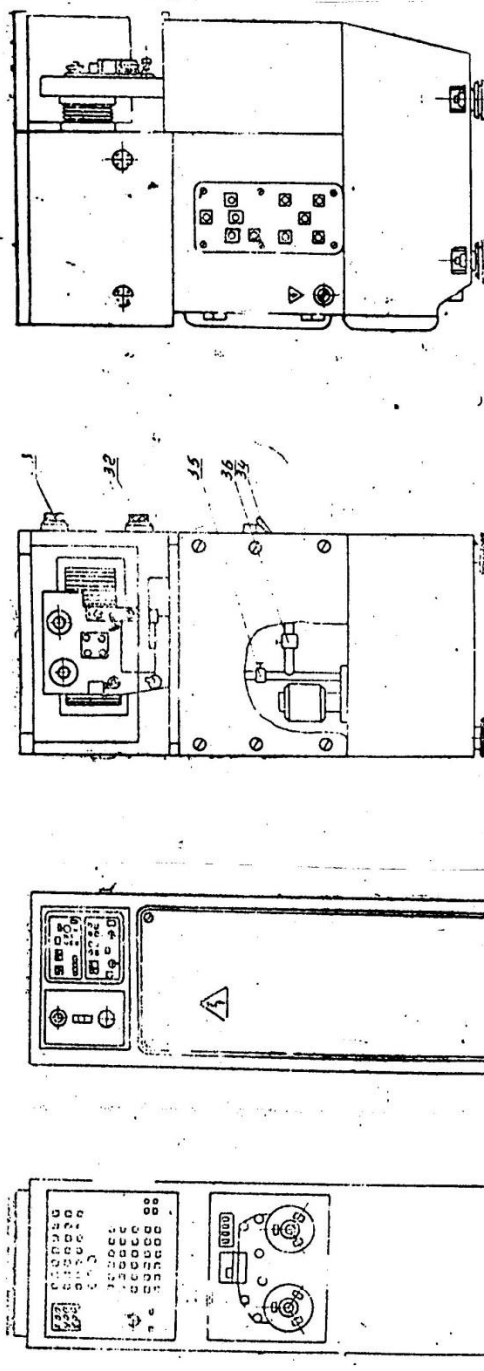


Рис. 1.

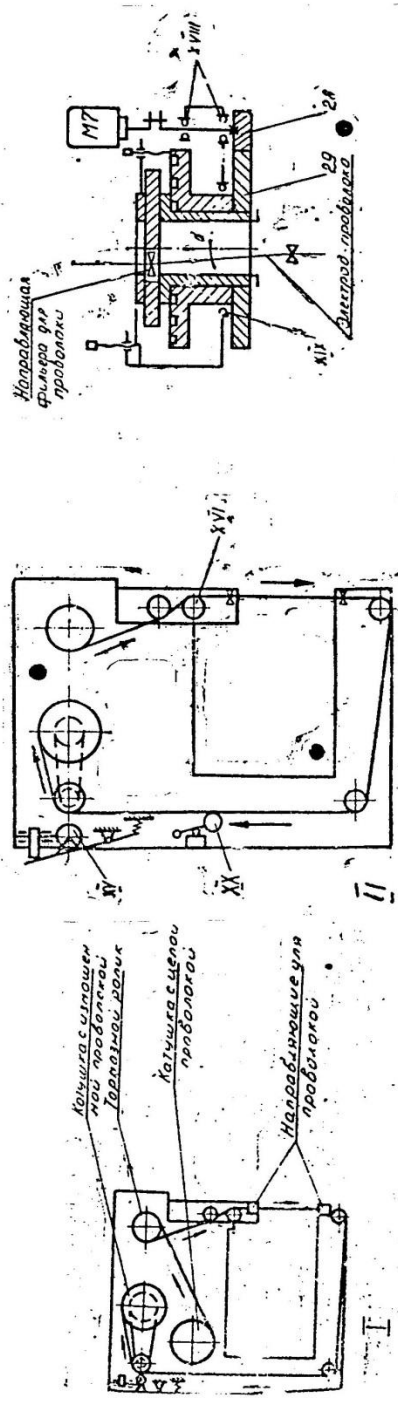


Рис. 3. Варианты заправки проволоки на станке.

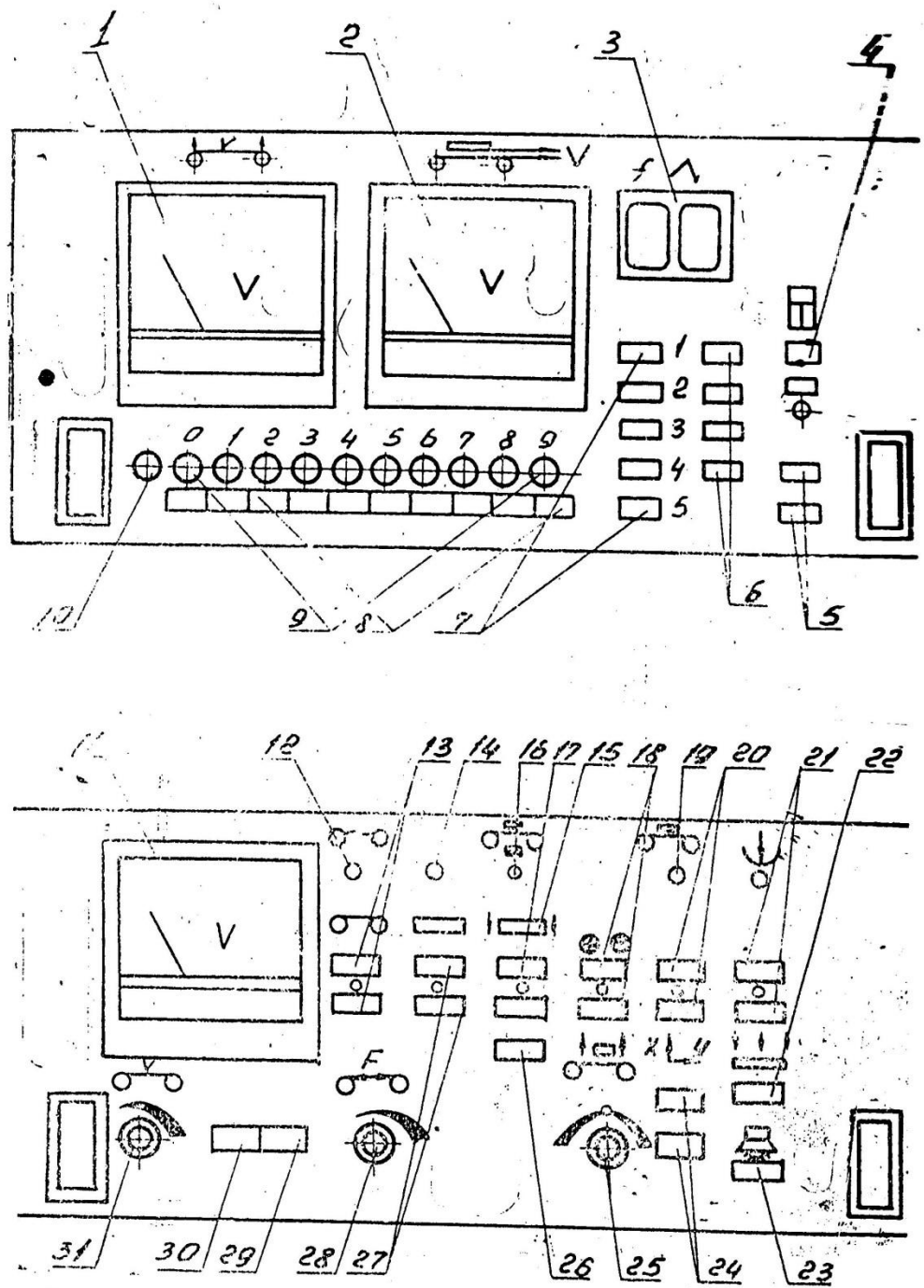


Рис. 2.

№ поз.	Назначение органов управления
1	2
1.	Вольтметр измерения напряжения на проволоке в зоне «резания» для контроля работы блока адаптивного управления.
2.	Вольтметр измерения напряжения на межэлектродном промежутке.
3.	Индикаторы кода частоты и амплитуды выходного тока
4.	Кнопка включения генератора.
5.	Кнопка включения и выключения устройства адаптивного управления.
6.	Кнопки переключения амплитуды выходного тока.
7.	Кнопки переключения частоты.
8.	Клавиши устройства адаптивного управления для задания толщины обрабатываемой заготовки.
9.	Светодиоды индикации заданной толщины обрабатываемой детали.
10.	Светодиод сигнализации о пробое силовых транзисторов.
11.	Вольтметр контроля натяжения и перемотки проволоки.
12.	Светодиод сигнализации об обрыве проволоки.
13.	Кнопки включения и выключения двигателей перемотки проволоки.
14.	Светодиод сигнализации о крайнем положении каретки станка.
15.	Кнопка включения двигателя подъема ванны.
16.	Светодиод сигнализации об окончании программы.
17.	Кнопка выключения перемещения ванны.
18.	Кнопки включения и выключения деионизационной установки.
19.	Светодиод сигнализации о касании электрода-проволоки к детали.
20.	Кнопки включения и отключения устройства индикации касания.
21.	Кнопки включения и выключения нагрузки генератора и светодиод сигнализации.
22.	
23.	Кнопка включения и отключения подсвета скобы станка.
24.	Кнопки включения и отключения переключения координат.
25.	Резистор установки эталонного напряжения регулятора подачи.
26.	Кнопка включения двигателя опускания ванны.
27.	Кнопки включения и отключения двигателя насоса наполнения ванны.
28.	Резистор регулировки напряжения на двигателе натяжения проволоки.
29.	Кнопка включения вольтметра для контроля напряжения натяжения проволоки.
30.	Кнопка включения вольтметра для контроля напряжения перемотки проволоки.
31.	Резистор регулировки напряжения на двигателе перемотки проволоки.
32.	Рукоятка продольного перемещения скобы.
33.	Рукоятка поперечного перемещения скобы.
34.	Вводной автоматический выключатель станка.
35.	Вентиль подачи рабочей жидкости в зону обработки поливом.
36.	Вентиль подачи рабочей жидкости для заполнения ванны.



Выполнение лабораторной работы

1. Необходимо составить эквидистанту обработки детали «скоба», предназначенной для контроля деталей (чертеж прилагается).
2. Произвести наладку станка для обработки и составить письменный отчет.

[illegible]

1. 42... 48 HRC,
2. H14, h14,  $\pm \frac{IT14}{2}$

[illegible]

Формат А3



## **Инструкция по технике безопасности при выполнении лабораторной работы № 2**

1. Привести в порядок рабочую одежду.
2. Убедиться в исправности станка, предохранительных и заземляющих устройств.

Работать на станке без кожуха зоны резания запрещено.

Проверить на холостом ходу:

- перемещение каретки и скобы;
- протяжку проволоки;
- включение генераторов импульсов и установление требуемых режимов обработки по вольтметру;
- работу насоса наполняющего ванну.

Во время работы следует:

1. Надежно закреплять деталь.
2. Соблюдать режимы обработки.
3. Запрещается снимать какие-либо ограждения, деблокировать предусмотренные конструкцией станка блокировки.
4. Запрещается открывать шкафы электрооборудования и производить какие-либо ремонтные работы или другие действия.
5. Нельзя опираться на работающее оборудование.
6. В цехах предприятия перемещаться только по установленным проходам. Соблюдать дисциплину. Не заходить в опасную зону работы оборудования.
7. Запрещено выполнять работы не предусмотренные данной лабораторной работой.



Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВПО

«Брянский государственный технический университет»

Политехнический колледж

«Утверждаю»

Зам. директора по УМР

\_\_\_\_\_ Т.И.Науменкова

\_\_\_\_\_ 2014г

Станки с ЧПУ

Лабораторная работа №13

«Проверка точности позиционирования станка с ЧПУ, устранение зазоров в  
шарико-винтовой паре»

Инструкция по выполнению лабораторной работы по специальности 15.02.08

Продолжительность работы 4 часа.

Составил преподаватель

Степанов Ю.Ф

Рассмотрено и одобрено на заседании  
цикловой комиссии

«Технология машиностроения»

Протокол №\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014г.

Председатель цикловой комиссии

\_\_\_\_\_ И.А.Тарусова.

2014г

## Лабораторная работа №3

Тема: "Проверка точности позиционирования станка с ЧПУ, устранение зазоров в шарико-винтовой паре".

### 1. Цель работы

Практическое ознакомление с методикой регулирования шарико-винтовой пары в станках с ЧПУ.

### 2. Исходные данные

Оборудование, оснастка, принадлежности, документация.

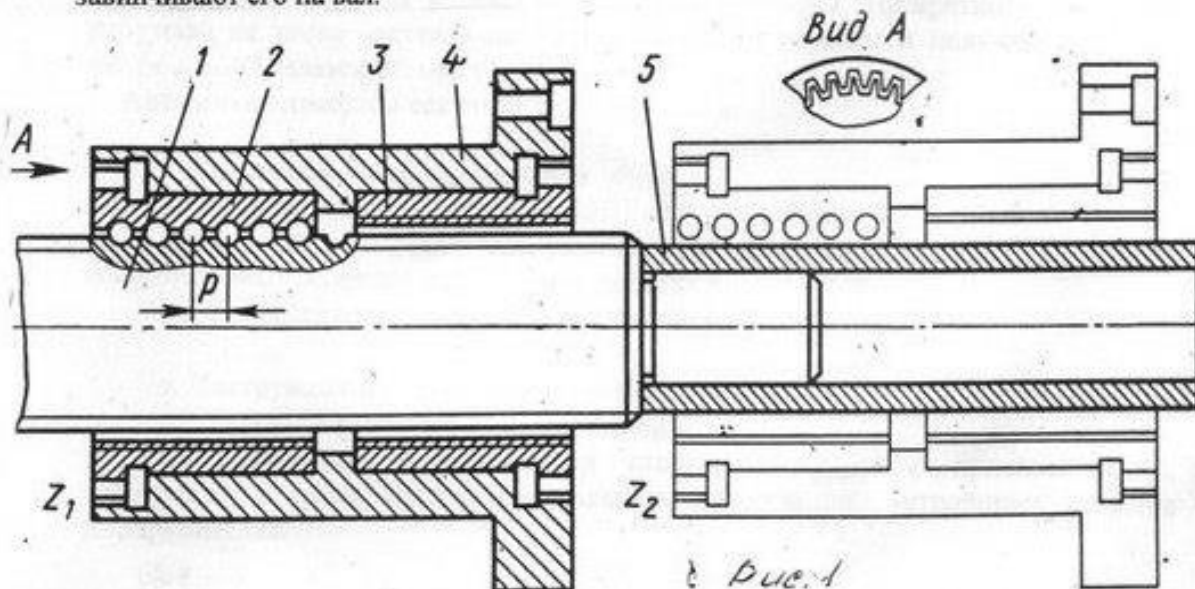
- 2.1 Фрезерный станок с ЧПУ
- 2.2 Индикатор на стойке
- 2.3 Заготовка (1 шт.)
- 2.4 Паспорт станка
- 2.5 Программа обработки по кругу
- 2.6 Шарико-винтовая пара

### 3. Общие сведения о шарико-винтовой паре

Шарико-винтовая пара состоит из корпуса и двух полугайек. Каждая полугайка имеет винтовую дорожку полукруглого профиля для качения шариков. В полугайке имеются три вставки, соединяющие соседние дорожки. В результате образуются три замкнутых кольца качения шариков.

На фланцах полугайки имеются зубья, которые входят в соответствующие пазы корпуса. Одна полугайка имеет четное число зубьев, другая - нечетное, то есть отличаются на один зуб ( $n$  и  $n+1$ ).

Для выборки образовавшегося в ШВП зазора корпус с полугайками свинчиваются на втулку, выдвигают полугайки из корпуса и проворачивают в одну сторону на необходимое число зубьев, затем вновь задвигают в корпус и заворачивают его на вал.



При повороте двух полулаек на один зуб происходит смещение винтовых канавок между собой в осевом направлении на величину:

$$\delta = \frac{p}{n(n+1)} \text{ (мм)}$$

где:  $p$  - шаг винтовой канавки;  
 $n$  - число зубьев на фланце одной полулайки;  
 $n+1$  - число зубьев на фланце второй полулайки.

#### 4. Проверка зазоров в ШВП

Возможны два способа проверки величины зазоров.

4.1. На столе фрезерного станка устанавливают заготовку и обрабатывают ее по круговому замкнутому контуру по введенной в ЧПУ программе. Затем выполняют замеры диаметра заготовки в двух перпендикулярных направлениях по оси  $x$  и  $y$  станка.

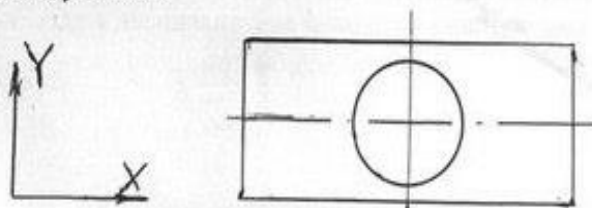


Рис. 2

При наличии зазоров в ШВП стола размер диаметра по оси  $x$  будет больше размера, заложенного в программу, на величину зазора.

При наличии зазоров в ШВП салазок полученный диаметр по оси  $y$  будет больше заложенного в программу на величину зазора.

4.2. Установив индикаторную стойку <sup>на</sup> салазки а измерительный наконечник на стол, вращаем маховичок генератора в одну сторону, чтобы выбрать зазоры. Затем устанавливаем индикатор на ноль и вращаем маховичок генератора в противоположную сторону до тех пор, пока стрелка индикатора не тронется с места. При этом подсчитываем количество щелчков маховика. Дискретность передачи умножаем на число щелчков до начала смещения стрелки и получим величину зазора в ШВП салазок (по оси  $y$ ).

Аналогично измеряем величину зазора по оси  $x$ .

#### 5. Порядок выполнения работы

- 5.1. Провести замеры зазоров в ШВП согласно разделу 4
- 5.2. Рассчитать необходимый угол поворота полулаек ШВП в зависимости от конструктивных особенностей согласно разделу 3
- 5.3. Провести регулировку ШВП согласно разделу 3.

#### 6. Инструкция по технике безопасности

- 6.1. Привести в порядок рабочую одежду
- 6.2. Убедиться в исправности станка, инструмента, приспособлений, ограждений, а также предохранительных и заземляющих устройств со стороны электропитания.



**Работать на станке без кожуха запрещается.**

**7. Во время работы следует:**

7.1. Надежно и жестко закреплять приспособления, инструмент и заготовку на станке

7.2. Не дотрагиваться до вращающихся и движущихся частей станка и фрез

7.3. Не производить измерения в процессе обработки

7.4. Режимы резания должны соответствовать руководству по эксплуатации

7.5. Запрещается снимать какие-либо ограждения, дублировать предусмотренные конструкцией станка блокировки

7.6. Запрещается открывать дверь кабинета во время работы (отключается станок)

7.7. Нельзя опираться, садиться на направляющие станка

7.8. В цехах предприятия перемещаться только по установленным переходам.

Соблюдать дисциплину, не заходить в опасную зону работы станка.

ФГБОУ ВПО  
«Брянский государственный технический университет»  
Политехнический колледж

«Утверждаю»  
Зам. директора по УМР  
\_\_\_\_\_ Т.И.Науменкова  
\_\_\_\_\_ 2014г

Станки с ЧПУ  
Лабораторная работа №14  
«Ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с  
ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали»  
Инструкция для выполнения лабораторной работы по предмету  
«Технологическое оборудование»  
Специальность 15.02.08

Составил преподаватель  
Рассмотрено и одобрено на заседании  
цикловой комиссии  
«Технология машиностроения»  
Протокол №\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2014г.  
Председатель цикловой комиссии  
\_\_\_\_\_ И.А.Тарусова.

Степанов Ю.Ф

2014г

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

### "Ознакомление с устройством и работой основных узлов «Фрезерного станка с ЧПУ, наладка станка на обработку заданной детали»"

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Практическое ознакомление с устройством и работой основных узлов фрезерного станка с ЧПУ, наладкой станка на обработку заданной детали.

#### 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Оборудование, оснастка, приспособления, принадлежности, документации.

2.1. Станок типа БРП МФЗ-1 с УЧПУ 2Р32.

2.2. Режущие инструменты (фреза, сверло).

2.3. Приспособление для закрепления заготовки - прихваты, упоры.

2.4. Измерительные инструменты: штангенциркуль, линейка.

2.5. Технологическая документация по разработке управляющей программы: чертеж детали, расчетно-технологическая карта, рукопись программы.

2.6. Заготовка детали.

2.7. Руководство по эксплуатации станком.

2.8. Инструкция по технике безопасности.

#### 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТАНКЕ БРП МФЗ-1

3.1. Назначение и область применения.

Вертикально-фрезерный консольный станок с ЧПУ и инструментальную магазин, неповоротным вертикальным шпинделем и неповоротным столом БРП МФЗ-1, предназначен для многопозиционной обработки изделий сложного профиля из стали, чугуна, цветных металлов. На станке могут выполняться различные виды обработки: фрезерование, растачивание, сверление, зенкерование, развертывание, нарезание резьбы и др. за один установ детали.

Данный станок оснащен системой программного управления 2Р32, имеет автоматическую смену инструмента и может работать одновременно по трем управляемым осям.

#### 3.2. Техническая характеристика станка;

✓ 3.2.1. Рабочая площадь стола – 1000x250

3.2.2. Наибольшее перемещение стола, мм.

в продольном направлении – 630

в поперечном направлении – 300

в вертикальном направлении – 350

3.2.3. Расстояние от торца шпинделя до рабочей поверхности стола, Мм.

наименьшее – 50

наибольшее – 400

3.2.4. Расстояние от шпинделя до вертикальных направляющих стола, мм – 345

✓ 3.2.5. Пределы частот вращения, об./мин. – 63 – 2500 (об/мин)

3.2.6. Количество частот вращения при прямом и обратном вращении –  $Z=17$

✓ 3.2.7. Пределы подачи стола, мм./мин. – 6 – 4800



3.2.8. Наибольшее усилие подачи по каждой оси, кН – 8


- ✓3.2.9. Количество гнезд инструментального магазина - 8
- ✓3.2.10. Наибольший допустимый диаметр фрезы, - 125 мм.
- ✓3.3. Основные технические данные УЧПУ
  - 3.3.1. Тип устройства ЧПУ - 2Р32.
  - 3.3.2. Вид интерполяции - линейно - круговая
  - 3.3.3. Число управляемых осей - 3
  - 3.3.4. Число одновременно работающих осей
    - при линейной интерполяции - 3
    - при круговой интерполяции - 2
  - 3.3.5. Программноситель - 8 дорожечная перфолента
  - 3.3.6. Считывающее устройство - фотоэлектрическое
  - 3.3.7. Скорость считывания, строк/сек- 500

#### ✓4. РАБОТА В РЕЖИМАХ

##### ✓4.1. Режим ввод




а) ввод информации с перфоленты с помощью ФСУ

начать клавиши  § I ÷ 6 ;  ; наблюдайте индицирование текста: "Ввод зона I". Вставьте перфоленту в ФСУ и включите его.


Произведите запуск ФСУ, для чего нажмите  . По окончании ввода наблюдайте индицирование текста:


Ввод зона I  
ФСУ  
исполнено


б) ввод информации с помощью клавиатуры с ПО

начать клавиши  ; I ÷ 6,  ;  на экране будет индицироваться Ввод Зона I с ПО



##### ✓4.2. Режим ввода:

нажмите клавишу  , будет индицироваться: Вывод Зона

произведите выбор зоны, например, I для чего нажмите клавишу НР, I ;  на ПО, будет индицироваться: Вывод Зона I

Исполнение данного режима производится по нажатию клавиши  . Вывод информации производится из 1, 2, 3 зон ЗУ на перфоратор.

##### ✓4.3. Режим «Поиск кадра»

Нажмите  , будет индицироваться "Поиск кадра". Произведите поиск начала программы: НР. % ; I ;  - будет индицироваться в нижней





## 5. Порядок выполнения работы

5.1. Ознакомление с ПО (пультом оператора) и ПС (пультом станка) рис.1.2 табл. 1-2.

### ✓ 5.2. Наладка станка

Наладка станка на обработку детали состоит из следующих элементов:

установка режущего инструмента,

установка и закрепление заготовки,

"привязка" осей координат детали к осям координат станка,

"привязка" инструмента к системе отсчёта

#### ✓ 5.2.1. Установка и закрепление заготовки.

Заготовка устанавливается на стол и крепится с помощью прихватов и упоров.

#### ✓ 5.2.2. Установка и крепление режущего инструмента.

Необходимый режущий инструмент для обработки детали, устанавливается в определённые позиции инструментального магазина согласно управляющей программы следующим образом:

Переключатель из автоматического режима перевести в режим «НАЛАДКА»,

включив: тумблер



вверх, перейти в режим "исходное". Перемещение

стола по трём координатам в исходное осуществить поочередным включением

тумблеров  $-x; y \uparrow; z \uparrow$ .

Выход стола в исходное положение сигнализируется зажиганием лампочки соответствующих координат. Должна произойти ориентация шпинделя с инструментом. Движение магазина вперёд осуществить, доставив суфлер в

верхнее положение



На ПС включением тумблера вниз



разжать

инструмент.

На стойке ЧПУ

тумблер



включить

вниз,

опустив

инструментальный магазин, включив тумблер вниз осуществляем поворот магазина, отыскивая нужную нам позицию. Установив инструмент в нужные позиции, подъем и отвод магазина осуществляется в обратном порядке, переводя тумблера в верхнее положение.

#### ✓ 5.2.3. Привязка осей координат детали к осям координат станка.

В шпиндель фрезерного станка закрепите индикаторный центроискатель рис.1 или оптический центроискатель рис. 2, в центральное отверстие стола установите штырь (центр).



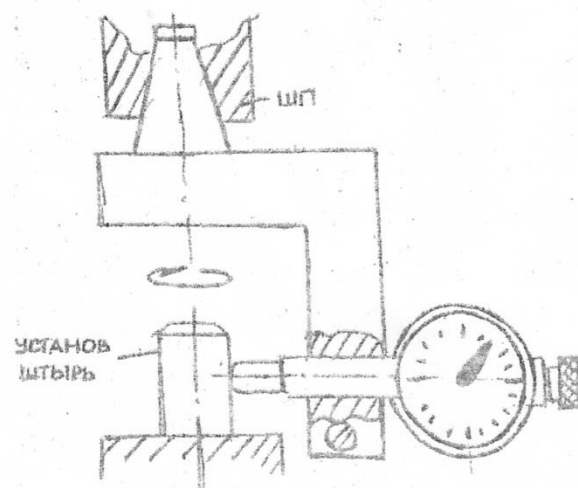


Рис.1

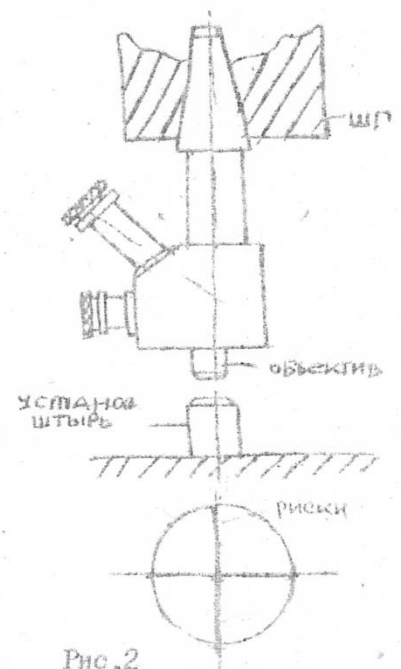



Рис.2

Произведите выход стола в исходное положение по пункту 5.2.2.

включив тумблер  вниз перейти в режим "наладка".

Центр установочного штыря устанавливается точно под осью шпинделя. Ось шпинделя точно совпадает с центром штыря тогда, когда положение стрелки индикатора при его вращении останется неизменным или когда контрольные риски окуляра совпадают с рисками на штыре. После совмещения центра штыря с осью шпинделя выведите на экран поочередно оси X и Y нажатием клавиш:

BP; X;  : - и данные запишите в рабочую тетрадь, например, XOC +310165,

BP; Y;  - и данные Y OC -147255.

Координату по оси Z примем : Z OC - 92000




На ПС переключатель перевести в режим программа  ...На ПО нажать

клавишу  : HP; 6; 6;  :  , на экране будет индентифицироваться:

Ввод  
с ПО

Зона 6

Ввод производите следующим образом:




0; +; 3; I; 0; I; 6; 5;   
I; -; I; 4; 7; 2; 5; 5;   
HP; 2; -; 9; 2; 0; 0; 0; 0; 



В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода.

НР; \$; 6;  

Если при вводе вы допустили ошибку, например, I; -149255, то вам эту строку необходимо ввести заново:

; НР; \$5; 6; ; 

будет индицироваться

Ввод.  
с ПО


Зона-6


Нажмите клавиши НР; I; -; I;4; 7; 2;5; 5 и проверьте правильность в режиме "Редактирование". В память УЧПУ вводятся расстояния от нуля станка до оси шпинделя.

#### 5.2.4. "Привязка" инструмента к системе отсчёта.


Для "Привязка" инструмента к системе отсчёта необходимо ввести вылеты режущего инструмента.

Произведите выход стола по осям в исходное положение по пункту 5.2.2.

Согласно управляющей программы подведите первый инструмент T1 и закрепите его в шпинделе. Выключив тумблер  вниз перейти в режим

Z -BP; Z 

"наладка", нажатием клавиш выведите на экран ось

Включив тумблер  Z вверх подводим заготовку до резкого касания со сверлом T1.

Значение, например: ZOC -183500 записываем в рабочую тетрадь. Такое же действие производим с инструментом - T2 /фреза/ и значение, например: ZOC - 196890 записываем в рабочую тетрадь.

Для определения коррекции на длину режущего инструмента произведите необходимые вычисления.

По программе в обработке детали применяется фреза - на неё необходимо ввести коррекцию на радиус.

T2-D12=6000




Эти данные введём в зону 4 - зону корректоров.

На ПО переключатель перевести в режим программа.

На ПО нажать клавиши  
высветится


Ввод  
с ПО

Зона 4


; НР; \$; 4; ; 

на экране

Ввод произведите следующим образом:

НР; I0; -91500 




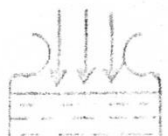




I2; +6000 




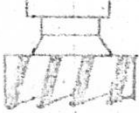

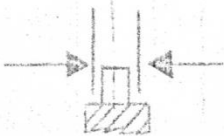
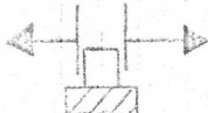


I3; -104890 

В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода. Если допустили ошибку, то нужную строку введите снова в режиме "Ввод" с ПО в 4 зону.

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ СИМВОЛОВ  
УКАЗАНИХ НА ТАБЛИЧКАХ

ТАБЛИЦА № 1





СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	НАСОС СМАЗКИ
	ГЛАЗОК КОНТРОЛЯ РАБОТЫ НАСОСА СМАЗКИ
	ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ ЖИДКОСТИ
	ЗАПОЛНЕНИЕ
	СЛИВ
	СМАЗКА
	ОТ ОПЕРАТОРА
	К ОПЕРАТОРУ

СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	О П А С Н О ! ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
	ВКЛЮЧЕНИЕ. ПУСК.
	ОТКЛЮЧЕНИЕ СТОП
	ФРЕЗЕРНЫЙ ШПИНДЕЛЬ
	ВКЛЮЧЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ
	ЗАЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	РАЗЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СТОЛА ВПРАВО - ВЛЕВО ВПЕРЕД - НАЗАД ВВЕРХ - ВНИЗ
	ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ


100

010



PI		
PO		









































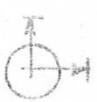


W	Ø	R	SR	,	HP
V	9	H	I	@	
U	8	T	I		
P	7	K	*	πC	//
D	6	J	§	L	
F	5	I	:	O	
				#	
Z	4	N	:	M	
				T	
Y	3	Q	%	C	
				>	
X	2	E	-	B	
				┐	
Θ	1	S	+	A	BP
				/	

Таблица 2.

Мнемоническое обозначение	Наименование клавиши	Месторасположение клавиши	Примечание
1	2	3	4
	Ввод	ПО, поле № 3	
	Вывод	То же	
	Поиск кадра	"	
	Редактирование	"	
	Ручной ввод	"	
	Автоматический	"	
	Сброс набора	"	
	Ввод с ЭВМ	ПО, поле № 4	
	Блокировка движения	То же	
	Кадр	"	
	Ускоренная отработка	"	
	Цикл	"	
	Ввод с ПО	"	
	Блокировка технологии	"	
	Стоп с подтверждением	"	
	Пропуск отмеченного кадра	"	
	Тест		Не используется
	Сброс привода	"	
	Пуск	ПО, поле № 7	
	Стоп	То же	
ПО	Пульт оператора	"	



1	2	3	4
	Пульт инженерии	ВО, поле № 7	
	Стирание экрана	То же	Используе ся в ПИ
	Останов	"	То же
	Найти	НО, поле № 6	
	Установка маркера	То же	
	Заменить	"	
	Вставить	"	
	Исключить	"	
	Сброс (очистка)	"	
	Считывание (вывод данных из памяти)	"	
	Ввод данных в память	"	
	Выход в точку	"	Не испол зуется
	Поиск главного кадра	"	Не испол зуется
	Поиск начала программы	"	Не испол зуется

## ИНСТРУКЦИЯ

### по технике безопасности при проведении лабораторных работ в лаборатории "Технологическое оборудование"

1. К лабораторным работам допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при проведении лабораторных работ.
2. При выполнении лабораторных работ необходимо:
  - а) Не прикасаться к электрическим проводам, кабелям и электроприборам;
  - б) Остерегаться сливной стропы скидывания, а также вылета инструмента;
  - в) Остерегаться движущихся и вращающихся частей и механизмов;
  - г) Не допускать загромождения рабочего места;
  - д) Без разрешения преподавателя или лаборанта не пускать в ход станок;
  - е) Работать у станка только при закрытом защитном экране, в головном уборе;
  - ж) При выполнении лабораторных работ необходимо быть внимательными, не отвлекаться посторонними разговорами и не отвлекать других;
  - з) Не брать и не давать через станок какие-либо предметы;
  - и) Не облачиваться на станок.
3. Перед выполнением лабораторных работ необходимо убедиться в исправности и наличии инструмента и приспособлений.
4. При обнаружении неисправностей электрической или механической частей станка, защитных ограждений немедленно сообщить об этом преподавателю или лаборанту.

## УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

табл. 3

L 81

N 900G1Z-R3

N 901G0Z+R3M17

L 94

N1000L81D1

N1001R1D@D4RHE+1004@D1R1D

N1002X+P1Y+R2

N1003E-1000@D2R1D

N1004M17

N1005M30

% 2

N1G28Z

N2G28XY

N3T1

N4G90G1X0Y0F1000

N5M3S26

N6M7

N7G1G43D20Z+2000F1000

N8G91G9X-5000Y0

N9F60L94D1R1+15000R2-DR3+

+14000R10-2R11-1

N10M9

N11M5

N12G90G28Z

N13G28XY

N14T2

N15G1X-5000Y0F1000

N16M3S26

N17M7

N18G43D21Z+2000F1000

N19G1F80Z-8000

N20G17G41D22Y+20000X-5000I-  
-2000D70

N21G3X-5000Y-20000I0J-2000

N22G1X+5000

N23G3X-5000Y+20000I0J+2000L

N24G1X-5000

N25G40Y0

N26M9

N27M5

N28G00Z70000

N29M2

N30M30

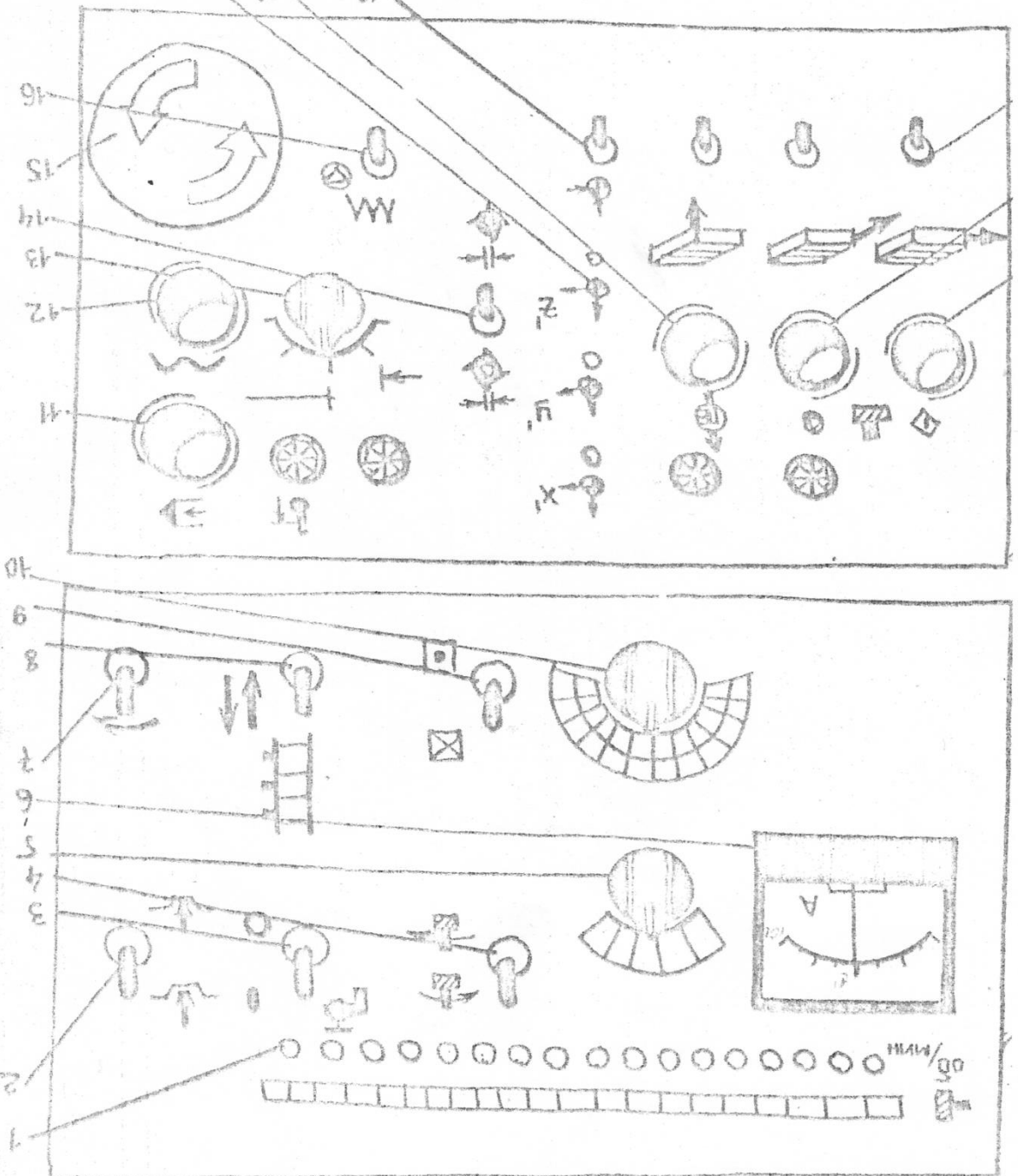
### ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ УЧПУ 2Р32.

1. Индикация вращения шпинделя.
2. Тумблер фиксации магазина»
3. Тумблер насоса охлаждения.
4. Переключатель направления вращения.
5. Переключатель диапазона скоростей
6. Нагрузка приводов шпинделя.
7. Тумблер вращения магазина.
8. Движение магазина вверх-вниз.
9. Движение магазина вперед-назад.
10. Переключатель скоростей шпинделя.
11. Пуск программы.
12. Быстрый ход.
13. Переключатель рода работ.
14. Зажим инструмента.
15. Аварийный останов.
16. Стоп подачи.
17. Индикация исходного положения.
18. Пуск гидросистемы.
19. Тумблер исходного положения.
20. Тумблеры перемещения стола.
21. Стоп шпинделя.
22. Пуск шпинделя.

Рис. 3

и упр. 2Р32

Лист управления  
сигналка 6Р4 МРЗ



## Лист согласования

### Дополнения и изменения к комплекту КОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту КОС на \_\_\_\_\_ учебный год по дисциплине

В комплект КОС внесены следующие изменения:

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании ПЦК

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_).

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

### **Пакет экзаменатора**

При проведении дифференцированного зачета группа делится на две подгруппы. Количество вариантов задания для студентов – 15.





## Лист согласования

### Дополнения и изменения к комплекту КОС на учебный год

Дополнения и изменения к комплекту КОС на \_\_\_\_\_ учебный год по дисциплине

В комплект КОС внесены следующие изменения:

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения в комплекте КОС обсуждены на заседании ПЦК

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_).

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Практическое занятие №1 «Подобрать сменные зубчатые колеса для нарезания метрической дюймовой и модульной резьбы на токарно-винторезном станке».....	4
2 Практическое занятие №2 «Расчет настройки делительной головки».....	9
3 Практическое занятие №3 Расчет настройки зубообрабатывающих станков: зубодолбежного на нарезание прямозубого колеса и зубофрезерного на нарезание прямозубого и червячного колеса.....	12

## Практическое занятие №1

**Тема:** «Подобрать сменные зубчатые колеса для нарезания метрической дюймовой и модульной резьбы на токарно-винторезном станке».

**Цель:** Научиться рассчитывать передаточные отношения и подбирать сменные зубчатые колеса для гитар коробки передач токарных станков.

### Общие сведения

Гитарой называют устройство, позволяющее изменять передаточную величину зубчатых передач путем смены колес. В конструкциях металлорежущих станков применяют однопарные, двухпарные и трехпарные гитары. Наиболее часто встречаются в станках двухпарные гитары. Каждую гитару снабжают определенным комплектом сменных зубчатых колес.

Для токарных станков рекомендуют следующий набор сменных зубчатых колес:

$Z=20, 24, 25, 28, 30, 32, 36, 40, 44, 45, 48, 50, 55, 60, 65, 68, 70, 71, 72, 75, 76, 80, 85, 90, 95, 100, 110, 113, 120, 127.$

Чтобы подобранные сменные колеса смогли поместиться на гитаре и условия зацепляемости, которое имеет вид:

$$a+b \geq c+20$$

$$c+d \geq b + 22$$

Наиболее часто подбор сменных колес приходится производить для нарезания метрической, дюймовой и модульной резьб.

Чтобы на токарном станке нарезать резьбу на заготовке необходимо сообщить резцу вполне определенное по отношению к частоте вращения шпинделя прямолинейное движение вдоль оси заготовки. Резец, укрепленный на суппорте. Получает прямолинейное движение вдоль оси заготовки от ходового винта  $P_{х.в.} = 12 \text{ мм}$ , который производится во вращение от шпинделя через передачу цилиндрических зубчатых колес  $(Z_1/Z_2) \cdot (Z_2/Z_3)$  и сменных зубчатых колес  $(a/b) \cdot (c/d)$

### Порядок выполнения работы

1 Для подбора сменных колес для нарезания метрической резьбы пользуется способ разложения на простые множители

Зм..	Арк.	№ Докум.	Подпись	Дата					
Разраб						Лит.	Лист	Листов	
Перевір									
									13
Н. Контр.									аркуш
Затв	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$i_{\text{см}} = \frac{P_p}{P_{\text{х.в.}} * i_{\text{пост.}}}, \text{ где}$$

$i_{\text{см}}$  - передаточное смещение сменных колес (гитары подач)

$P_p$  – шаг нарезаемой резьбы

$P_{\text{х.в.}}$  – шаг ходового винта

$i_{\text{пост.}}$  – передаточное отношение постоянных зубчатых колес

2. Для подбора сменных колес для нарезания дюймовой и модульной резьб используется способ замены часто встречающихся чисел приближенными дробями.

2.1 Для нарезания дюймовой резьбы

$$i_{\text{см}} = \frac{25,4}{K * P_{\text{х.в.}} * i_{\text{пост.}}}, \text{ где}$$

K-число ниток, проходящих на один дюйм нарезаемой резьбы.

$$1'' = 25,4 = \frac{127}{5}$$

2.2 Для нарезания модульной резьбы

$$i_{\text{см}} = \frac{K * \pi * m}{K * P_{\text{х.в.}} * i_{\text{пост.}}}, \text{ где}$$

m- модуль нарезаемой резьбы,

K- число заходов нарезаемой резьбы.

При подборе сменных колес гитары моно воспользоваться следующим приводом значения  $1''$  и  $\pi$ :

$$1'' = \frac{127}{5} = \frac{1600}{63} = \frac{40 * 40}{7 * 9} = \frac{432}{17} = \frac{18 * 24}{17} = \frac{330}{13} = \frac{11 * 30}{13};$$

$$\pi = \frac{47 * 127}{380 * 5} = \frac{47 * 127}{4 * 5 * 95} : \text{погрешность} = 0,0005$$

$$\pi = \frac{12 * 127}{97 * 5} : \text{погрешность} = 0,021$$

$$\pi = \frac{19 * 21}{127} : \text{погрешность} = 0,004$$

$$\pi = \frac{22}{7} : \text{погрешность} = 0,12$$

После подбора сменных колес гитары проводится проверка на зацепляемость.

Пример 1. Подобрать сменные колеса гитары подач для нарезания метрической резьбы, если  $P_{\text{х.в.}} = 12$  мм,  $P_p = 5,5$  мм,  $i_{\text{пост.}} = 1$ .

$$i_{\text{см}} = \frac{a}{b} * \frac{c}{d} = \frac{P_p}{P_{\text{х.в.}} * i_{\text{пост.}}} = \frac{5.5}{1 * 12} = \frac{11 * 2 * 2}{12 * 2 * 2 * 2} = \frac{110}{120} = \frac{4}{8} = \frac{110}{120} = \frac{50}{100}$$

a=110; b=120; c=50; d=100.

Проверка на зацепляемость:

$$a+b \geq c + 20$$

$$c+d \geq b + 22$$

$$110+120 > 50 + 20$$

$$50 + 100 > 120 + 22$$

$$230 > 70$$

$$150 > 144$$

Пример 2. Замена  $P_p$  выраженного десятичной дробью простой дробью,

если  $P_{х.в.} = 12 \text{ мм}$ ,  $P_p = 1,25 \text{ мм}$ ,  $i_{\text{пост.}} = 1$ .

$$i_{\text{см}} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d} = \frac{P_p}{P_{х.в.} * i_{\text{пост.}}} = \frac{5}{4} : 12 = \frac{5*1}{4*12} = \frac{1}{4} * \frac{5}{12} = \frac{20}{8} * \frac{25}{60};$$

Такие колеса в пятковом наборе есть.

Проверка на зацепляемость:

$$a+b \geq c + 20 \quad 20+80 \geq 20 + 20$$

$$c+d \geq b + 20 \quad 25+60 \geq 80+20 ,$$

колесо «b»=80 не войдет в зацепление с колесом «a»=20

Поменяем местами колеса, стоящие в знаменателе, тогда

$$\frac{A}{b} = \frac{c}{d} = \frac{20}{60} = \frac{25}{80};$$

Проверка на сцепляемость:

$$20+60 > 25 + 20$$

$$25+80 > 60 + 20$$

Зацепляемость обеспечена.

Пример 3. Подобрать сменные колеса гитары подач для нарезания дюймовой резьбы, если число ниток нарезания дюймовой резьбы 7 на 1",  $P_{х.в.} = 12 \text{ мм}$ .

Определим шаг нарезаемой резьбы в мм:

$$1" = 25,3995 \text{ мм};$$

$$P_p = \frac{25,3995}{7} = \frac{127}{5*7} = \frac{127}{60*7} = \frac{127}{60*2*3,5} = \frac{127*1*20}{120*3,5*20} = \frac{127}{120} * \frac{20}{70};$$

Проверка на зацепляемость:

$$a+b \geq c + 20 \quad 127+120 \geq 20 + 20$$

$$c+d \geq b + 20 \quad 20+70 \geq 120+20 ,$$

колесо «b»=120 не войдет в зацепление с колесом «a»=127.

Поменяем местами колеса, стоящие в знаменателе:

$$\frac{A}{b} = \frac{c}{d} = \frac{127}{70} = \frac{20}{120};$$

Проверка на сцепляемость:

$$a+b \geq c + 20 \quad 127+70 \geq 20 + 20$$

$$c+d \geq b + 20 \quad 20+120 \geq 70+20 ,$$

Зацепляемость колес обеспечена.

Пример 4: Подобрать сменные колеса гитары подач для нарезания модульной резьбы, если  $m=3 \text{ мм}$ ,  $n=1$ ,  $P_{х.в.} = 12 \text{ мм}$ .

Определим шаг нарезаемой резьбы

$$P_p = \pi * 3 * 1, \text{ тогда } \frac{A}{b} = \frac{c}{d} = \frac{H}{P_{х.в.}} = \frac{22*3*1}{7} = \frac{22*3}{7*12} = \frac{110}{35} * \frac{30}{120}$$

Проверка на зацепляемость:

$$a+b \geq c + 20 \quad 110+35 \geq 30 + 20$$

$$c+d \geq b + 20 \quad 30+120 \geq 35+20 ,$$

Зацепляемость колес обеспечена .

В отчете следует поместить:

1. Название практической работы и ее цель.
2. Схему нарезания резьбы.
3. Таблицу исходных данных для расчета.
4. Расчеты для подбора сменных колес для нарезания метрической, дюймовой и модульной резьбы.



Варианты задания

Таблица 1

Вариант	Метрическая резьба, мм	Дюймовая резьба	Модульная резьба
1	$P_p = 2$	$K=2$	$m=2\text{ мм } n=2$
2	$P_p = 2$	$K=3$	$m=1\text{ мм } n=4$
3	$P_p = 12,5$	$K=6$	$m=1\text{ мм } n=2$
4	$P_p = 8,5$	$K=12$	$m=4\text{ мм } n=1$
5	$P_p = 4,5$	$K=10$	$m=2\text{ мм } n=1$
6	$P_p = 10$	$K=11$	$m=3\text{ мм } n=1$
7	$P_p = 2$	$K=8$	$m=1\text{ мм } n=3$
8	$P_p = 6,5$	$K=7$	$m=6\text{ мм } n=1$
9	$P_p = 2,5$	$K=4$	$m=2,5\text{ мм } n=1$
10	$P_p = 3,75$	$K=5$	$m=5\text{ мм } n=1$
11	$P_p = 2,25$	$K=5,5$	$m=3,5\text{ мм } n=1$
12	$P_p = 1,75$	$K=3,5$	$m=1,75\text{ мм } n=3$
13	$P_p = 5$	$K=9$	$m=1,75\text{ мм } n=1$
14	$P_p = 4$	$K=13$	$m=2,75\text{ мм } n=1$
15	$P_p = 5,25$	$K=3,5$	$m=3,25\text{ мм } n=1$

## Практическое занятие №2

### Тема: «Расчет настройки делительной головки».

#### 1. Цель работы:

1.1. Научиться производить расчет настройки УДГ для деления заготовки на заданное число частей методами непосредственного, простого и дифференцированного деления.

#### 2. Содержание

2.1. Произвести расчет непосредственного, простого и дифференцированного деления по заданию таблицы вариантов. Лимб делительной головки имеет ряд окружностей по следующим количеством отверстий: 16,17,19,21,23,29,30,31,33,37,39,41,43,47,49,54. Набор сменных колес с числами зубьев: 25 (два), 30,35,40,50,55,60,70,80,90,100.

2.2. Произвести расчет настройки горизонтально-фрезерного станка и УДГ на фрезерование винтовых головок.

#### 3. Материальное обеспечение

3.1. Чертежные принадлежности.

3.2. Кинематическая схема станка мод. 6Н81.

3.3. Калькулятор.

#### 4. Порядок выполнения занятия

4.1. По заданному варианту произвести расчет и настройку лимбовой делительной головки на непосредственное, простое и дифференцированное деление.

Таблица вариантов №1

деление №№ вариантов	непосредственное	простое	дифференциальное
1	3	22	99
2	18	7	61
3	4	24	97
4	24	8	63
5	6	27	93
6	12	42	67
7	5	50	91
8	13	9	69
9	8	38	89
10	15	14	71
11	9	36	87
12	18	11	73

13	10	18	83
14	20	12	79
15	3	15	81
16	18	13	77

4.2. При непосредственном делении число градусов (делений) определяется по формуле:

$$L = \frac{360}{Z} \quad (1)$$

Где  $Z$  – по варианту для непосредственного деления.

4.3. При простом делении определяем число оборотов рукоятки «А» относительно делительного диска по уравнению

$$\Pi = \frac{N}{Z} = a + \frac{P}{q} \quad (2)$$

где  $N = 40$  – характеристика ДГ,

$Z$  – по таблице вариантов для простого деления,

$a$  – целое число оборотов рукоятки,

$q$  – число отверстий делительной окружности,

$P$  – число шагов по делительной окружности.

ПРИМЕР: Разделить заготовку на  $Z = 88$  частей,  $N = 40$ .

$$\Pi = \frac{N}{Z} = \frac{40}{88} = 0 + \frac{40}{88} = 0 + \frac{5}{11} = 0 + \frac{15}{33}$$

Деление производится на делительной окружности с 33 отверстиями через 15 отверстий (шагов).

4.4. При дифференциальном делении для подбора делительной окружности заготовка делится не на заданное число частей  $Z$ , а на ближайшее число большее или меньшее  $Z_{\phi}$  – (которое сокращалось с характеристикой головки и могло быть разделено простым делением).

Число оборотов рукоятки будет:

$$\Pi_0 = \frac{N}{Z_{\phi}} = a + \frac{P}{q}$$

За время деления лимб через сменные колеса  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  дополнительно повернется на  $\Pi_{\text{доп.}} = \frac{1}{Z} \cdot \frac{a}{B} \cdot \frac{c}{d}$  оборота.

Поворот рукоятки делительной головки относительно лимба будет являться суммой этих 2-х движений, т.е.

$$\Pi = \Pi_0 \pm \Pi_{\text{доп.}} \quad \text{ИЛИ} \quad \frac{N}{Z} = \frac{N}{Z_{\phi}} \pm \frac{1}{Z} \cdot \frac{a}{B} \cdot \frac{c}{d}$$

Из последнего равенства находим передаточное отношение сменных колес:

$$\frac{a}{B} \cdot \frac{c}{d} = \left( \frac{N}{Z} \pm \frac{N}{Z_{\phi}} \right) Z; \quad \frac{a}{B} \cdot \frac{c}{d} = \pm \frac{N \cdot (Z_{\phi} - Z)}{Z_{\phi}}$$

Пример: Разделим заготовку на  $Z = 69$  частей на делительной головке, имеющей  $N = 40$ .

Принимаем:  $Z_{\phi} = 70$

Деление производится на делительной окружности с 21 отверстием через 12 отверстий (шагов). Определяем сменные колеса:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{N \cdot (Z_{\phi} - Z)}{Z_{\phi}} = \frac{40 (70 - 69)}{70} = \frac{40}{70}$$

Колесо с числом зубьев 40 устанавливаем на шпиндельный валик, а 70 – на вал привода шпинделя: т.к. передаточное отношение получилось (+), то между колесами 40 и 70 надо установить одно промежуточное колесо с любым числом зубьев, имеющихся в наборе.

### Практическое занятие №3

**Тема: «Расчет настройки зубообрабатывающих станков: зубодолбежного на нарезание прямозубого колеса и зубофрезерного на нарезание прямозубого и червячного колеса»**

#### **1.ЦЕЛЬ:**

- 1.1. Произвести полный расчет основных элементов наладки зубодолбежного станка мод. 5140 по заданному варианту:
  - частота двойных ходов;
  - длина хода долбяка;
  - гитара деления и обкатки;
  - круговая подача.
- 1.2. Произвести полный расчет основных элементов наладки зубофрезерного станка мод. 53А30 по заданному варианту:
  - частота вращения фрезы;
  - вертикальная подача;
  - радиальная подача;
  - гитара деления и обкатки;
  - гитара дифференциала.

#### **2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ:**

- 2.1. Ознакомиться с заданием и чертежом детали, подлежащей обработке на зубофрезерном станке.
  - 2.1.1. По заданному варианту произвести расчет кинематических цепей станка мод. 5140 (таблица вариантов № 1).
- 2.2. Ознакомиться с заданием и чертежом детали, подлежащей обработке на зубофрезерном станке.
  - 2.2.1. По заданному варианту произвести расчет кинематических цепей станка мод. 53А30 (таблица вариантов № 2).
- 2.3. Ознакомиться с заданием и чертежом детали, подлежащей обработке на зубодолбежном станке мод. 5123В.
  - 2.3.1. По заданному варианту произвести расчет кинематических цепей станка модели 5Т23В (таблица вариантов № 3).

#### **3. ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

$m$  – модуль в мм

$z_u$ – количество нарезаемых зубьев изделия

$z_g$  – количество зубьев долбяка

i – число рабочих ходов

#### 4. РАСЧЕТ НАСТРОЙКИ ЗУБОДОЛБЕЖНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 5140

4.1 Определить частоту двойных ходов долбяка в минуту, установить в зависимости от выбранной скорости резания и длины зуба нарезаемого колеса.

$V_{рез}$  определяем по таблице № 2 по варианту.

Таблица № 2

Материал заготовки	Модуль нарезаемого колеса, мм		
	2-5	5-8	8-12
	Скорость резания $V_{рез}$ в мм/мин		
Сталь 15, 20Х (твердость до НВ 180)	20-15	15-12	12-10
Сталь 45 отожженная (твердость НВ 120-150)	22-18	18-15	15-12
Сталь 45 (твердость НВ 210-250)	20-15	15-12	12-10
Чугун (твердость НВ 140-220)	21-18	18-15	15-12
Бронза (твердость до НВ 150)	25-20	20-18	18-15

K определяем по таблице № 3

Таблица № 3

В...	до 25	50	75	100	125
K	2,4	4,1	6,0	7,75	9,5

$$Пдв. х = \frac{1000 \cdot V_{рез}}{2 \cdot (B + 2K)} = \text{дв.х/мин}$$

по паспортным данным выбрать ближайшее и составить уравнение кинематического баланса. При черновой обработке используется следующий ряд двойных ходов в минуту: 65, 92, 132, 145, 206, 296 и шесть значений: 99, 140, 200, 220, 310, 450 дв.х/мин для чистовой.

4.2. Расчет длины долбяка:

$$L = B + 2K, \text{ мм}$$

где L – длина хода долбяка, мм

B – длина зуба нарезаемого колеса, мм (таблица № 1)

K – таблица № 3

4.3. Расчет гитары деления и обката.

Составить уравнение кинематического баланса:

$$\frac{1}{Z_g} \cdot \frac{90}{1} \cdot \frac{56}{46} \cdot \frac{46}{54} \cdot \frac{54}{36} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{1}{190} = \frac{1}{Z} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{2 \cdot Z_0}{Z}$$

Подобрать сменные колеса гитары a, b, c, d, при этом следует учесть, что  $a+b=120$ ,  $ac=k \cdot 2 \cdot Z_g$ , где  $k=1,2$ .

Набор сменных зубчатых колес гитары деления и обката: 24, 30, 30, 32, 36, 38, 40, 40, 44, 45, 46, 48, 50, 50, 51, 52, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 60, 61, 62, 64, 65,

66, 67, 68, 70, 70, 71, 72, 73., 74, 75, 76, 78, 79, 80, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 120.

4.4. Настройка круговой подачи:

4.4.1. Выбрать значение круговой подачи по таблице № 4.

4.4.2. Подобрать ближайшее значение по паспорту:

0,14; 0,18; 0,22; 0,29; 0,36; 0,45; 0,59; 0,75.

4.4.3. Составить уравнение кинематического баланса цепи круговых подач:

$$1_{\text{дв.х}} \cdot \frac{365}{180} \cdot 0,985 \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{44}{50} \cdot \frac{45}{50} \cdot \frac{40}{44} i_{\text{kn}} \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{46} \cdot \frac{46}{56} \cdot \frac{1}{90} \cdot \pi D_g = S_{\text{кр}}$$

$$i_{\text{kn}} = \frac{298 \cdot S_{\text{кр}}}{D_g};$$

$$D_g = m \cdot Z_g$$

Таблица № 4

Характер обкатки	Обработ. материал	Модуль мм, до	Мощность привода станка, кВт		
			1,0...1,5	1,6...2,5	2,6...5,0
			Круговая подача долбяка $S_{\text{кр}}$ , мм/дв.х		
1	2	3	4	5	6
Черновое нарезание под последующее долбление	сталь	4	0,35...0,4	0,4...0,45	-
		6	0,15...0,2	0,3...0,4	0,4...0,5
	чугун	4	0,4...0,5	0,45...0,5	-
		6	0,16...0,22	0,3...0,45	0,4...0,5
Чистовое нарезание по сплошному материалу	сталь	2-3	-	0,25...0,3	-
	чугун		-	0,3...0,35	-
Чистовое нарезание по предварительно обработанному зубу	сталь	4-8	-	0,3...0,35	-
	чугун		-	0,35	-

## РАСЧЕТ НАСТРОЙКИ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА

### МОДЕЛИ 53A30

#### Таблица вариантов

5.1. Выбор вертикальной подачи.

Размер технологически допустимой подачи при нарезании зубчатых колес выбирается с учетом заданного качества обработанной поверхности, точности зубьев, мощности станка.

$S_{\text{мм/об}}$  определить по таблице № 7, поправочные коэффициенты по таблице № 8.

Таблица № 7

Характер обработки	Материал	Модуль	Мощность привода станка, кВт		
			1,5...2,8	3...4	5...9
			Подача на один оборот, мм/об		
Черновое	сталь 45	1,5	0,8...1,2	1,4...1,8	1,6...1,8

нарезание		2,5	1,2...1,6	2,4...2,8	2,4...2,8
		4,0	1,6...2,0	2,6...3,0	2,8...3,2
	чугун	1,5	0,9...1,3	1,6...2,2	1,8...2,2
		2,5	1,3...1,8	2,6...3,0	2,6...3,0
		4,0	1,8...2,2	2,8...3,2	3,0...3,5
Чистовое нарезание по сплошному материалу	сталь 45	1,5-2		1,0...1,2	
		3,0		1,2...1,8	
	чугун серый	1,5-2		1,2...1,4	
		3,0		1,4...1,8	

Таблица № 8

В зависимости от механической характеристики стали

Марка стали	Твердость НВ	Коэффи циент	Марка стали	Твердость НВ	Коэффи циент
35	156...187	1,0	30X, 40X	156...207	1,0
45	170...207	1,0	12ХН4А, 20ХНМ	156...229	0,9
45	до 241	0,9	18ХЦГ, 20Х		

В зависимости от угла наклона зубьев

Угол наклона зубьев, град.	Коэффициент	
	Одноименное направление зуба колеса и витков фрезы	Разноименное направление зуба колеса и витков фрезы
0	1,0	1,0
15	0,90	0,75
30	0,80	0,65
45	0,65	0,50
60	0,45	0,35

Определить подачу  $S_b$  с учетом поправочного коэффициента и принять ближайшее меньшее по станку.

Ряд вертикальных подач: 0,65; 0,83; 1,02; 1,31; 1,65; 2,04; 2,62; 3,3.

Определить передаточное отношение коробки передач  $i_{kn} = \frac{S_b}{2,5}$

5.2. Определить скорость резания.

$V_{рез}$  определить по таблице № 9, поправочные коэффициенты по таблице № 11.

При чистовом нарезании по прорезанному зубу до шероховатости  $R_a=3,2$  и подаче  $S_b=2,0...2,5$  мм/об скорость резания принимается в пределах  $V_{рез}=22...24$  м/мин.

При чистовом нарезании по прорезанному зубу до шероховатости  $R_a=1,6$  и подаче  $S_b=0,7...0,9$  мм/об скорость резания принимается в пределах  $V_{рез}=18...22$  м/мин.

Таблица № 9



Характер обработки	Подача, $S_b$ мм/об	Модуль нарезаемого зуба $m$ , мм, до		
		3	4	4
		Скорость резания $V_{рез}$ , м/мин		Мощность $N$ , кВт
Черновое нарезание под последующую обработку	0,8	57	57	0,7
	1,1	48	48	0,8
	1,5	42	42	0,9
	2,0	36	36	1,1
	2,8	30,5	30,5	1,2
	3,7	26,5	26,5	1,4
Чистовое нарезание по сплошному металлу	до 0,7	60	Шероховатость поверхности $R_a=3,2$ мкм	
	0,9	48		
	1,1	41		
	1,3	35		
	1,6	29		
	2,0	24,5		
	2,5	20		

Таблица № 10 Осевые перемещения

Модуль нарезаемого зубчатого колеса $m$ , мм	Число нарезаемых зубьев						
	12	20	30	40	60	80	120
	Количество осевых перемещений фрезы						
1	13	10	8	7	6	5	4
2	9	7	5	4	4	3	2
3	7	5	4	3	3	2	1
4	7	5	4	3	3	2	1

Поправочные коэффициенты на скорость резания

Таблица № 11

В зависимости от механических характеристик стали

Марка стали	Твердость, НВ	Коэффициент $K_{MVB}$
35	156...187	1,1
45	170...207	1,0
35X, 45X	до 241	0,8
12ХН4А, 20ХНМ	156...207	1,0
18ХГТ, 20Х,		
12ХН3А	156...229	0,9

В зависимости от количества осевых перемещений фрезы

Количество перемещений фрезы, $\omega$	Коэффициент $K_{\omega v}$
0	1,0
1	1,1
2 и более	1,2

В зависимости от угла наклона зубьев

Угол наклона	Коэффициент, $K_{\beta v}$	Угол наклона	Коэффициент, $K_{\beta v}$
--------------	----------------------------	--------------	----------------------------

зубьев, град.		зубьев, град.	
0	1,0	45	0,8
15	1,0	60	0,7
30	0,95		

В зависимости от количества рабочих ходов

Количество рабочих ходов		Коэффициент $K_v$
Один рабочий ход		1,0
Два рабочих хода	первый	1,0
	второй	1,4

Определить скорость резания  $v$  с учетом поправочных коэффициентов.

5.3. Расчет частоты вращения фрезы по формуле:

$$n_{фр} = \frac{1000v}{\pi d} \text{ мм}^{-1}$$

Принять ближайшее меньшее значение частоты вращения фрезы.

Ряд частот вращения: 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400.

5.4. Расчет действительной скорости резания по формуле:

$$v_g = \frac{\pi \cdot d_{фр} \cdot n_{фр}}{1000} \text{ м/мин}$$

5.5. Расчет вращения заготовки (гитары деления и обкатки)

Гитара обката и деления рассчитывается (настраивается) из условия, что за один оборот червячной модульной фрезы стол с заготовкой сделает  $\frac{K}{Z}$  оборотов, где  $K$  – число заходов червячной фрезы,  $Z$  – число зубьев нарезаемого зубчатого колеса.

$$i_{дел} = \frac{a}{c} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24K}{Z}$$

Проверить подобранные зубчатые колеса на условия сцепляемости по выражениям:  $a+b \geq c+(20...24)$ ;  $a+b=96$ ;  $c+d \geq b+(20...24)$

5.6. Расчет дополнительного вращения заготовки (гитары дифференциала)

Гитара дифференциала настраивается из условия, что за время перемещения суппорта с фрезой в вертикальном направлении на величину шага винтовой канавки  $T_{в.к}$  заготовка сделает дополнительно один полный оборот.

Расчет чисел зубьев дифференциала сменных колес гитары производится по формуле:

$$\frac{K}{L} \cdot \frac{r}{S} = \frac{6 \cdot \sin \beta}{m_n K}$$

где  $\beta$  – угол наклона винтовой линии зуба заготовки,

$m_n$  – нормальный модуль фрезеруемого зуба,

$K$  – число заходов червячной фрезы.

### 5.7. Расчет угла наклона оси фрезы относительно горизонтального торца заготовки.

При обработке цилиндрического колеса с винтовым зубом, фрезерная головка станка с установленной на оправку червячной фрезой должна быть развернута относительно заготовки на строго определенный угол.

Угол наклона оси фрезы относительно горизонтального торца установленной на станок заготовки зависит от величины углов наклона и подъема и направления винтовых линий фрезы и заготовки.

Если винтовые линии заготовки и фрезы одноименные, угол наклона оси фрезы к торцу заготовки определяется по формуле:

$$\varphi = \beta - \beta_1$$

Где  $\beta$  – угол наклона зуба к оси заготовки,

$\beta_1$  - угол подъема витков фрезы по делительному цилиндру.

Если винтовые линии заготовки и фрезы разноименные, то

$$\varphi = \beta + \beta_1$$

Набор сменных зубчатых колес: 24, 25, 27, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 43, 45, 47, 48(4шт), 49, 50, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62 (3шт), 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 71, 72 (2шт), 73, 74, 75, 77, 79, 82, 83, 85, 86, 87, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 100.

## ОТЧЕТ

по практическому занятию № 3

Расчет настройки зубообрабатывающих станков:

1. Зубодолбежного на нарезание прямозубого колеса.
2. Зубофрезерного на нарезание прямозубого и червячного колеса.
3. Зубострогательного на нарезание прямозубого конического колеса.

### РАСЧЕТ НАСТРОЙКИ ЗУБОДОЛБЕЖНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 5140

#### Характеристика детали и инструмента

Данные по расчету									
Данные по колесу					Данные на обработку				
№ Вар	m, мм	Z	B, мм	Материал изделия	Z <sub>г</sub>	Материал долбяка	Характер обкатки	Число проход.	Примечание

#### 1.1.1. Расчитываем цепь главного движения

$v_{рез} =$  по таблице № 2

$B =$  по варианту

$K =$  по таблице № 3

$$n_{дв.х} = \frac{1000 \cdot v_{рез}}{2(B + 2K)} = \text{дв. х/мин}$$

Принимаем  $n_{дв.х.действ} =$  дв.х/мин

$$v_{действ} = \frac{n_{дв.х.действ} \cdot 2(B + 2K)}{1000} = \text{дв. х/мин}$$

$$n_{дв.х} = 940(\text{или } 1420) \cdot \frac{100}{160} \cdot 0,98 \cdot \frac{44}{44} \left( \text{или } \frac{29}{59}, \text{ или } \frac{36}{52} \right) \frac{29}{65} \left( \text{или } \frac{47}{47} \right) \cdot \frac{180}{365} \cdot 0,985 = \text{дв. х/мин}$$

#### 1.1.2. Длина хода долбяка

$$L = B + 2K = \text{мм}$$

#### 1.1.3. Расчитываем и настраиваем цепь деления и обкатки:

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{2Z_g}{Z} = a + b = 120; c = h \cdot 2 \cdot Z_g; \text{ где } h = 1; 2$$

$$\frac{1}{Z_g} \cdot \frac{90}{1} \cdot \frac{56}{46} \cdot \frac{46}{54} \cdot \frac{54}{36} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{33}{33} \cdot \frac{32}{32} \cdot \frac{38}{56} \cdot \frac{1}{190} = \frac{1}{Z}$$

#### 1.1.4. Расчитываем и настраиваем цепь круговой подачи:

$S_{кр} =$  по таблице № 4

$$i_{kn} = \frac{298S_{кр}}{D_{дел}} =$$

$$D_{дел} = m \cdot Z_g =$$

$$1_{дв.х} \cdot \frac{365}{180} \cdot 0,985 \cdot \frac{2}{24} \cdot \frac{44}{50} \cdot \frac{45}{40} \cdot \frac{40}{44} \cdot \frac{46}{36} \left( \text{или } \frac{36}{46} \right) \cdot \frac{46}{36} \left( \text{или } \frac{27}{55} \right) \cdot \frac{41}{41} \left( \text{или } \frac{46}{36} \right) \cdot \frac{36}{54} \cdot \frac{54}{46} \cdot \frac{46}{56} \cdot \frac{1}{90} \cdot \pi D_{дел} = \text{мм/дв. х}$$

#### 1.1.5. Данные для настройки станка свести в таблицу:

Режущий инструмент	Режим работы				
	$v$ ; м/мин	$n$ ; дв.х/мин	$S_{кр}$ ; мм/дв.х	$i$	$l$
Долбяк прямозубый $m=$ $Z_g=$					

Сменные колеса для настройки цепи деления и обкатки:

$a=$   $b=$   $c=$   $d=$

## РАЧЕТ НАСТРОЙКИ ЗУБОФРЕЗЕРНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 53А30

### Характеристика детали и инструмента

Данные для расчета											
Нарезаемое колесо								Инструмент			
№ вар и нта	$m_n$ ; мм	$Z$	$B$ , мм	$\beta$ ; угол накл. град.	Мате риал издел.	Харак тер обраб отки	Число рабочих ходов	$d_{фр}$ ; мм	$\beta_1$ , L под ъема град	$K_i$ кол- во захо дов	Мате риал фрез ы
							1			1	

#### 1.2.1 Расчитаем цепь вертикальной подачи:

$S_b=$  мм/об по таблице № 7

$K_{MS}; K_{\beta S}=$  по таблице № 8

$S_{bg} = S_b \cdot K_{MS} \cdot K_{\beta S} =$  мм/об

$$i_{kn} = \frac{S_{bg}}{2.5}$$

$$1_{об.зач} \frac{72}{1} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{18}{54} \cdot \frac{37}{59} \left( \text{или} \frac{42}{54}, \text{или} \frac{32}{64} \right) \frac{64}{32} \left( \text{или} \frac{32}{64}, \text{или} \frac{48}{48} \right) \frac{32}{64} \cdot \frac{55}{55} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{1}{30} \cdot 2\pi = \text{мм/об}$$

где  $2\pi$  – шаг винта вертикальной подачи, мм,  
четыре витка на 1 дюйме, т.е. 6,28 мм

#### 1.2.2 Расчитаем цепь главного движения:

$v_{рез} =$  по таблице № 9

$K_{mv} =$  по таблице № 11

$K_{\omega v} =$  по таблице № 10,11

$K_{\beta v} =$  по таблице № 11

$K_v =$  по таблице № 11

$$v = v_{рез} \cdot K_{mv} \cdot K_{\omega v} \cdot K_{\beta v} \cdot K_v = n_{фр} = \frac{1000v}{\pi D} = \text{мин}^{-1}$$

Принимаем по паспорту ближайшее меньшее

$n_g =$  мин<sup>-1</sup>

$$v_{действ} = \frac{\pi \cdot d_{фр} \cdot n_g}{1000} = \text{м/мин}$$

$$n_{фр} = 1440(\text{или } 2850) \frac{D_1}{D_2} \left( \text{или} \frac{D_3}{D_2}, \text{или} \frac{D_3}{D_4} \right) \cdot 0.985 \cdot \frac{23}{45} \left( \text{или} \frac{30}{38}, \text{или} \frac{26}{42} \right) \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{23}{23} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{18}{72} = \text{мин}^{-1}$$

#### 1.2.3 Расчитываем цепь вращения заготовки (гитару деления и обкатки)

$$i_{\text{дел}} = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{24K}{Z} =$$

Проверим условие сцепляемости:  $a+b \geq c+(20...24)$

$$a+b=96; \quad c+d \geq b+(20...24); \quad A \geq 190; \quad A = \left( \frac{a+b+c+d}{2} \right) \cdot 2 =$$

$$1_{\text{об.фр}} = \frac{72}{18} \cdot \frac{24}{24} \cdot \frac{23}{23} \cdot \frac{30}{32} \cdot i_{\text{пл}} \cdot i_{\text{дел}} \cdot \frac{l}{f} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{1}{72} = \frac{K}{Z}$$

где  $i_{\text{пл}} = \frac{4}{5}$  – передаточное отношение планетарной передачи  $l/f = 1$

1.2.4 Расчитаем цепь дифференциала:

$\beta_0$  – по варианту

$$m_{\text{н}} – \text{по варианту} \quad \frac{K}{l} \cdot \frac{r}{S} = \frac{6 \sin \beta_0}{m_{\text{н}} \cdot K} =$$

$K$  - по варианту

Проверим условие сцепляемости:

$$K + l > r + 25 \quad r + S > l + 25 \quad K + l > 96$$

$$r + S > 100 \quad 300 > K + l + r + S > 226$$

$$\frac{T_{\text{в.к.}}}{P_{\text{х.в.}}} \cdot \frac{30}{1} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{K}{l} \cdot \frac{r}{S} \cdot \frac{25}{150} \cdot i_{\text{пл}} \cdot i_{\text{дел}} \cdot \frac{40}{40} \cdot \frac{1}{72} = 1_{\text{об.зач}}$$

1.2.5 Расчитаем угол поворота каретки фрезы:

$$\varphi =$$

1.2.6 Данные для настройки станка на обработку заданной детали сводим в таблицу:

$n_{\text{фр}};$ мин	$v_{\text{фр}};$ м/мин	$S_b;$ мм/об	Цепь деления и обкатки $Z_g = K =$	Цепь дифференциала $\beta_0 = m_{\text{н}} =$

Таблица вариантов № 1

№ вариантов	Данные для настройки								
	Модуль m мм	Z <sub>н</sub>	Ширина b мм	Материал изделия	Z <sub>г</sub>	Материал долбяка	Характер обработки	Число проходов	Примечание
1	2	30	38	Чугун HB=200	38	6PM5	Чистовая	1	
2	2,25	26	34	Чугун HB=140	34	6PM5	Чистовая	1	
3	2,5	62	30	Чугун HB=180	30	6PM5	Чистовая	1	
4	3	33	50	Сталь 45 HB=220	25	6PM5	Чистовая	1	
5	3,25	50	25	Сталь 20X HB=180	24	6PM5	Чистовая	1	
6	3,5	60	30	Чугун HB=140	22	6PM5	Чистовая	1	
7	3,75	40	60	Сталь 45 HB=220	25	6PM5	Чистовая	1	
8	4	25	30	Чугун HB=230	19	6PM5	Чистовая	1	
9	4,25	24	40	Сталь 15 HB=180	24	6PM5	Чистовая	1	
10	4,50	28	45	Сталь 45 HB=150	20	6PM5	Чистовая	1	
11	4,75	22	50	Чугун HB=150	22	6PM5	Чистовая	1	
12	5	20	80	Сталь 15 HB=180	28	6PM5	Чистовая	1	
13	5,25	26	35	Сталь 20X HB=180	24	6PM5	Чистовая	1	
14	5,50	20	40	Чугун HB=200	30	6PM5	Чистовая	1	
15	6	18	50	Сталь 45 HB=140	25	6PM5	Чистовая	1	
16	6,5	16	40	Чугун HB=220	20	6PM5	Чистовая	1	

# ТАБЛИЦА ВАРИНТОВ

Таблица № 2

Данные для настройки	Варианты										Примечание
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
$m_n$	1,5	2	1	3,25	3	1,75	3,75	3,5	2,5	4	Нарезаемая шестерня цилиндрическая с косыми зубьями
$Z_{изд}$	32	24	80	36	54	85	32	42	68	40	
$\beta_0$	5° прав	12° лев	7° лев	18° прав	6° лев	8° прав	15° лев	10° прав	9° лев	13° прав	
$B$	40	60	80	100	120	90	70	50	140	65	
Материал заготовки	Чугун HB=220	Сталь Q <sub>b</sub> <60 HB=240	Чугун HB=220	Сталь Q <sub>b</sub> <60 HB=220	Чугун HB=220	Чугун HB=220	Сталь Q <sub>b</sub> <60 HB=240	Сталь Q <sub>b</sub> <60 HB=220	Сталь Q <sub>b</sub> <60 HB=240	Чугун HB=220	
$d_{фр}$	55	55	50	75	70	55	80	75	65	80	Фреза червячная однозаходная
$K$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
$\beta_1$	320 прав	346 лев	354 прав	305 лев	200 лев	224 прав	230 прав	145 лев	120 лев	245 прав	
Материал фрезы	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	P6M5	
Характер обработки	чистовая	чистовая	чистовая	черновая	черновая	чистовая	черновая	черновая	чистовая	черновая	
Число проходов	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Приняты обозначения:

$m_n$  - нормальный модуль фрезеруемого зуба;

$Z_{изд}$  – число зубьев нарезаемого колеса;

$d_{фр}$  – диаметр червячной модульной фрезы, мм;

$K$  – число заходов червячной фрезы;

$\beta_0$  - угол наклона зуба к оси заготовки в градусах;

$\beta_1$  – угол подъема витков фрезы по делительному цилиндру.





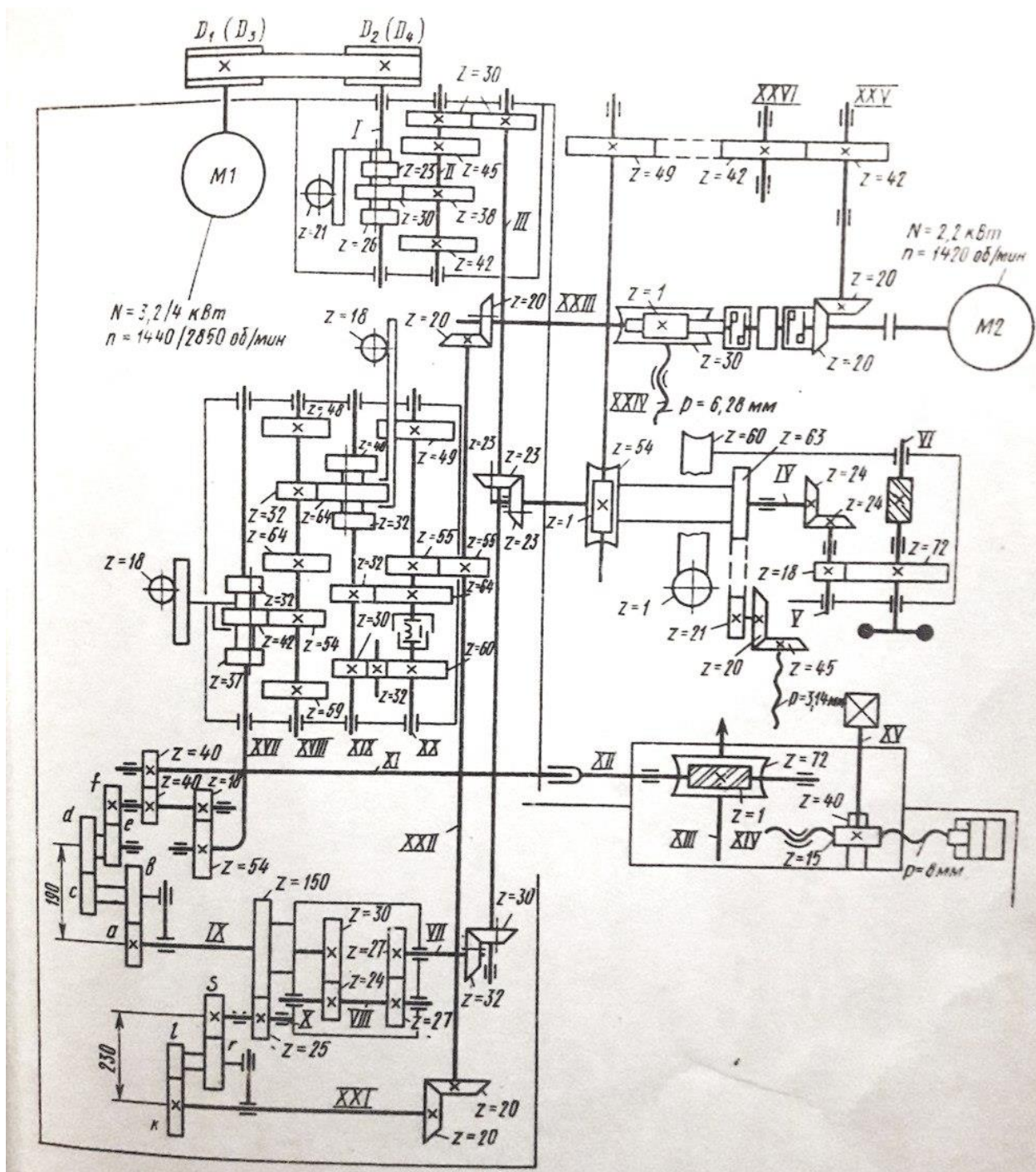


Рисунок 2 Кинематическая схема зубофрезерного станка модели 53А30

## **Содержание**

1. Пояснительная записка	4
2. Организационные методические указания	4
3. Методические указания <sup>1</sup>	5
4. Список использованной литературы	10

## **1 Пояснительная записка**

### **Самостоятельная работа №1**

**на тему: «Составить кинематическую схему коробки скоростей. Определить геометрический ряд частот вращений шпинделя и диапазон регулирования. Произвести построение структурных сеток и графика частот вращения шпинделя. По графику определить передаточные отношения. Определить число зубьев шестерен»**

При работе технологических процессов возникает необходимость выбрать необходимое технологическое оборудование для заданной детали.

Правильный выбор технологического оборудования оказывает большое влияние на технико-экономическое показание технологического процесса и качество изготавливаемой деталей.

Цель самостоятельной работы №1- увеличить количество изучаемого технологического оборудования, научиться составлять уравнение кинематического баланса.

Содержанием самостоятельной работы №1 является задание конкретной модели станка и необходимых исходных данных. В работе требуется указать назначение, область применения, конструкцию, принцип работы станка, выполнить кинематическую схему заданного узла и составить уравнение кинематического баланса

## **2 Организационные и методические указания**

Самостоятельную работу №1 проводят в конце изучения темы «Токарные станки». Перед проведением самостоятельной работы преподаватель организует консультации по данной работе. На очередном уроке или консультации преподаватель выдает индивидуальное задание каждому студенту из группы. Исходные данные указаны в таблице 1.

В период выполнения самостоятельной работы №1 преподаватель систематически консультирует студентов по возникающим в процессе вопросам и обращает внимание на оформлении отчета по самостоятельной работе. Отчет должен быть оформлен на стандартных листах формата А4 с выполнением кинематической схемы заданного узла.

## **3 Методические указания**

Все вопросы относятся к теме 1.1 «Общие сведения о приводах технологического оборудования».

Прочтите методические указания по изучению этих разделов и тем.

Пояснение необходимо иллюстрировать соответствующими схемами и эскизами.

Литература: 1, с. 22-61. с. 342-348; 2, с. 13-38

### Вопросы 1-12. Задача.

Составить кинематическую схему коробки скоростей. Определить геометрический ряд частот вращений шпинделя и диапазон регулирования. Произвести построение структурных сеток и графика частот вращения шпинделя. По графику определить передаточные отношения. Определить число зубьев шестерен.

Исходные данные для решения задачи представлены в таблице 1.

**Таблица 1**

Обозначения	Номер задачи											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Знаменатель геометрического ряда частот вращений, $\varphi$	1,26	1,41	1,41	1,26	1,58	1,78	1,58	2	1,41	1,26	1,78	2
Количество различных частот вращения шпинделя, $z$	8	8	5	4	6	6	8	4	4	6	6	4
Минимальная частота вращения шпинделя в минуту $n_1 = n_{\min}$	80	83	125	160	100	55	40	63	180	200	18	63

Частота вращения электродвигателя для всех вариантов  $n_{\text{дв.}} = 900$  **об/мин.**

Рекомендуется следующая последовательность решения и оформления задачи.

1. Определить геометрический ряд частот вращения и принять предпочтительные числа в соответствии с таблицей 4.

$$n_1 = n_{\min}$$

$$n_2 = n_1 \times \varphi$$

$$n_3 = n_2 \times \varphi = n_1 \times \varphi^2$$

$$n_4 = n_3 \times \varphi = n_1 \times \varphi^3$$

$$n_2 = n_{2-1} \times \varphi^{2-1} \text{ и т.д., т.к. } n_z = n_{\max}, \text{ то } n_{\max} = n_{\min} \times \varphi^{2-1},$$

где  $n_2; n_3; n_{2-1}$  - промежуточные частоты вращения шпинделя.

2. Определить диапазон регулирования.
3. Вычертить коробку скоростей в соответствии с выбранным структурным вариантом.
4. Построить 2-3 варианта структурных сеток.
5. Произвести анализ структурных сеток и выбрать из них наиболее приемлемый.
6. Пользуясь выбранным вариантом структурной сетки, произвести построение графика частот вращения шпинделя. Следует помнить, что только картина частот вращений выражает действительные отношения в коробке скоростей.
7. Произвести расчет чисел зубьев зубчатых колес.
8. Произвести проверку (достаточно составить уравнение кинематической цепи для  $n_{\max}$ )

Для облегчения расчетов чисел зубьев чисел приведена таблица 5, где по горизонтали отложена сумма зубьев  $E_z$ , а по вертикали – передаточные отношения, кратные 1,06. Пустые клетки означают, что в данной  $E_z$  передаточное

# СИСТЕМА ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ

Таблица 2 (нормаль станкостроения НШ-I)

Значение $\phi$						
1,06	1,12	1,26	1,41	1,58	1,78	2,0
1	1	1	1	1	1	1
1,06						
1,12	1,12					
1,18						
1,25	1,25	1,25				
1,32						
1,4	1,4		1,4			
1,5						
1,6	1,6			1,6		
1,7						
1,8	1,8				1,8	
1,9						
2,0	2,0	2,0	2,0			2,0
2,12						
2,24	2,24					
2,36						
2,5	2,5	2,5	2,5	2,5		
2,65						
2,80	2,8		2,8			
3,0						
3,15	3,15	3,15			3,15	
3,35						
3,55	3,55					
3,75						
4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		4,0
4,25						
4,5						
4,75						
5	5,0	5,0				
5,3						
5,6	5,6		5,6		5,6	
6						
6,3	6,3	6,3		6,3		
6,7						
7,1						
7,5						
8,0	8,0	8,0	8,0			8,0
8,5						
9,0	9					
9,5						

10	10	10		10	10	
10,6						
11,2	11,2		11,2			
11,8						
12,5	12,5	12,5				
13,2						
14	14					
15						
16	16	16	16	16		16
17						
18	18				18	
19						
20	20	20				
21,2						
22,4	22,4		22,4			
23,6						
25	25	25		25		
26,6						
28	28					
30						
31,5	31,5	31,5	31,5		31,5	31,5
33,5						
35,5	35,5					
37,5						
40	40	40		40		
42,5						
45	45		45			
47,5						
50	50	50				
53						
56	56			56		
60						
63	63	63	63	63		63
67						
71	71					
75						
80	80	80				
85						
90	90		90			
95						



100	100	100		100	100	
106						
112	112					
118						
125	125	125	125			125
132						
140	140					
150						
160	160	160		160		
170						
180	180		180		180	
190						
200	200	200				
212						
224	224					
236						
250	250	250	250	250		250
265						
280	280					
300						
315	315	315			315	
335						
355	355		355			
375						
400	400	400		400		
425						
450	450					
475						
500	500	500	500			500
530						
560	560				560	
600						
630	630	630		6300		
670						
710	710		710			
750						
800	800	800				
850						
900	900					
950						
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Отношения не может быть выдержано в требуемых пределах  $\pm 10$  (ф-1) %; в остальных клетках указано число зубьев меньшего зубчатого колеса. Кроме того, минимальное число зубьев силовых шестерен коробки скоростей обычно должно быть не ниже  $Z_{\min} = 10+20$ .

Пример. Определить число зубьев трех пар шестерен, которые должны обеспечить передаточные отношения:  $i_1 = 1,26$ ;  $i_2 = 1,41$ ;  $i_3 = 2$

Решение: Если по таблице принять  $\sum z = 74$ , то при  $i=1,26$   $Z_1:Z_2=(74-33)=41$ , а при  $i_1=1,41$  и  $i_2=2$  – клетки пустые. Следовательно, надо такое значение  $\sum z$ , которое удовлетворяло бы всем передаточным отношениям.. Приемлемым решением будет при  $\sum z = 75$ .

$$I_1 = Z_1/Z_2 = 42/33 = 1,26$$

$$I_2 = Z_3/Z_4 = 44/31 = 1,41$$

$$I_3 = Z_5/Z_6 = 50/25 = 2,0$$

$$\text{т.э } Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 = 42 + 33 + 44 + 31 = 75$$

## Содержание

1. Пояснительная записка	4
2. Организационные методические указания	5
3. Порядок выполнения работы	6
4. Содержание отчета	7
5. Пример выполнения самостоятельной работы №1	8
6. Список использованной литературы	12

## **1 Пояснительная записка**

**Самостоятельная работа №2 на тему «Назначение, область применения и конструкция станка».**

При работе технологических процессов возникает необходимость выбрать необходимое технологическое оборудование для заданной детали.

Правильный выбор технологического оборудования оказывает большое влияние на технико-экономическое показание технологического процесса и качество изготавливаемой деталей.

Цель самостоятельной работы №1- увеличить количество изучаемого технологического оборудования, научиться составлять уравнение кинематического баланса.

Содержанием самостоятельной работы №1 является задание конкретной модели станка и необходимых исходных данных. В работе требуется указать назначение, область применения, конструкцию, принцип работы станка, выполнить кинематическую схему заданного узла и составить уравнение кинематического баланса

## **2 Организационные и методические указания**

Самостоятельную работу №1 проводят в конце изучения темы «Токарные станки». Перед проведением самостоятельной работы преподаватель организывает консультации по данной работе. На очередном уроке или консультации преподаватель выдает индивидуальное задание каждому студенту из группы. Исходные данные указаны в таблице 1.

В период выполнения самостоятельной работы №1 преподаватель систематически консультирует студентов по возникающим в процессе вопросам и обращает внимание на оформлении отчета по самостоятельной работе. Отчет должен быть оформлен на стандартных листах формата А4 с выполнением кинематической схемы заданного узла.

### **3 Порядок выполнения работы**

- 3.1 Укажите назначение станка, какие виды работы можно выполнить. Перечислите: какой режущий инструмент применяют на данном станке.
- 3.2. Укажите область применения станка. Обоснуйте выбор станка для применения в указанном типе производства.
- 3.3. Выполните эскиз станка и укажите его основные узлы и механизмы.
- 3.4 Выполните кинематическую схему заданного узла. На кинематической схеме укажите необходимую информацию: например, мощность и частоту вращения электродвигателя, диаметры шкивов, числа зубьев колес, шаги ходовых винтов, нумерацию валов, муфт, блоков зубчатых колес.
- 3.5. Составьте уравнение кинематического баланса для заданного движения.

#### 4 Содержание отчета

4.1	Наименование	работы
4.2	Назначение	станка
4.3	Область применения	станка
4.4	Выполнения эскиза	станка
4.5	Выполнение эскиза кинематической схемы заданного узла	
4.6	Составление уравнения кинематического баланса для заданного движения	

### **5 Пример выполнения самостоятельной работы №1**

Пример выполнения работы рассмотрим для станка модели 16K20.

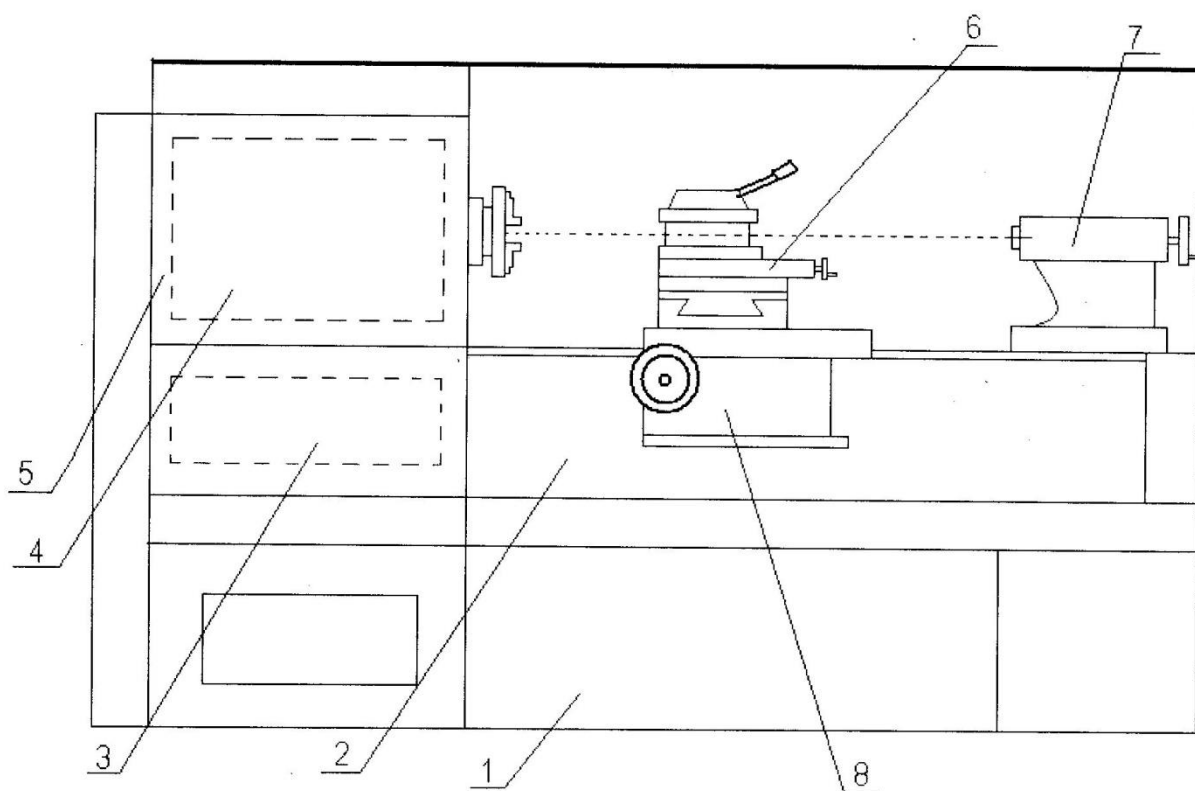
1. Назначение станка модели 16K20.

Станок предназначен для нарезания резьб: правой и левой метрической, дюймовой, модульной, питчевой и торцевой резьбы, а также для обработки наружных, внутренних, цилиндрических, конических, фасонных и торцевых поверхностей заготовок. На станке так же выполняют накатку и обкатку, при наличии специальных приспособлений можно шлифовать, фрезеровать, полировать. Также на станке выполняют сверление, зенкерование, развертывание.

2. Станок применяется в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве.

Это подтверждается широкими технологическими возможностями.

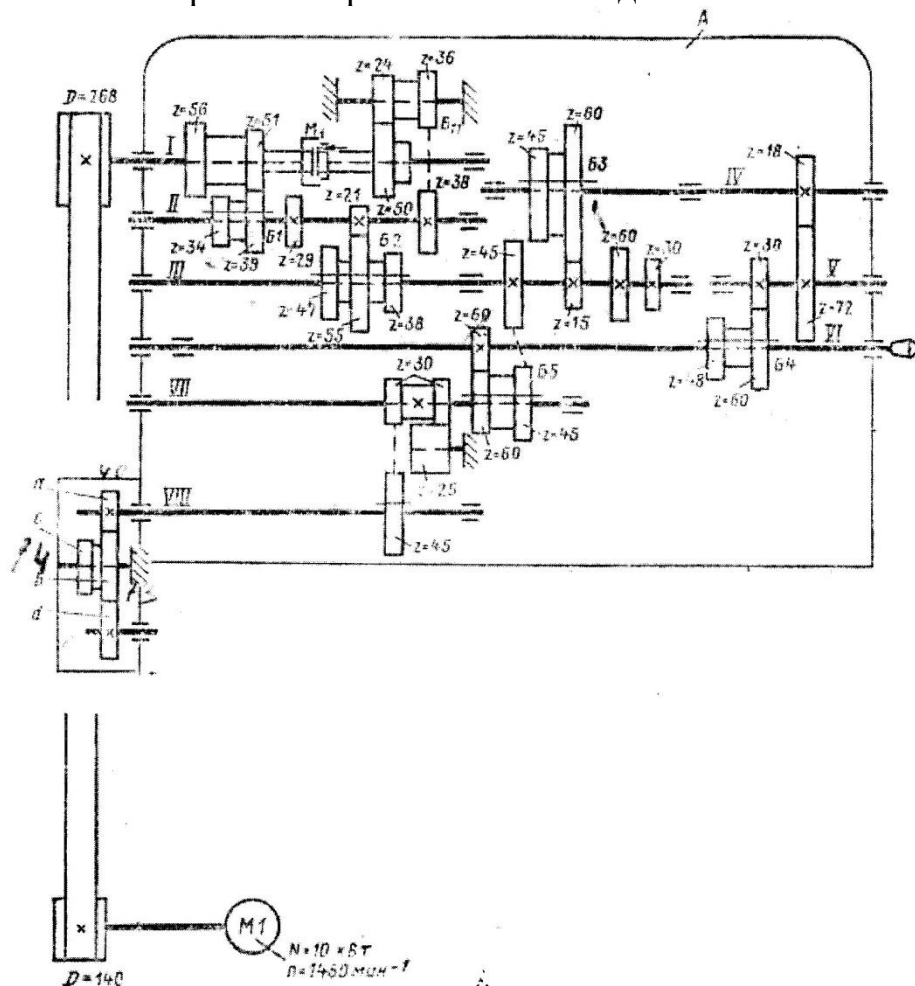
3. Основные узлы станка модели 16K20.



1. Основание
2. Станина
3. Коробка подач
4. Коробка скоростей
5. Передняя бабка(шпиндельная)
6. Суппорт
7. Задняя бабка
8. Фартук

Суппорт состоит из каретки (нижних салазок), которая перемещается по направляющим станины и поперечных салазок, скользящих по направляющим каретки, поворотной части, по которым перемещаются резцовые салазки( верхняя каретка) и резцедержателя закрепленного на резцовых салазках

#### 4. Кинематическая схема коробки скоростей станка модели 16K20



5. Составление уравнения кинематического баланса для заданного движения.

Движение от электродвигателя на шпиндель может передаваться по двум кинематическим цепям:

а) по короткой цепи (без перебора), что дает 12 высших ступеней частот вращения шпинделя:

$$n_{\text{шп}} = 1460 \frac{148}{268} \times 0,985 \frac{51}{39} \left( \text{или } \frac{56}{34} \right) \frac{21}{55} \left( \text{или } \frac{38}{38}, \text{ или } \frac{29}{47} \right) \frac{30}{60} \left( \text{или } \frac{60}{48} \right);$$

б) по длинной цепи (с перебором), что дает еще 12 частот вращения:

$$n_{\text{шп}} = 1460 \frac{148}{268} \times 0,985 \frac{51}{39} \left( \text{или } \frac{56}{34} \right) \frac{21}{55} \left( \text{или } \frac{29}{47}, \text{ или } \frac{38}{38} \right) \frac{15}{60} \left( \text{или } \frac{45}{45} \right) \frac{18}{72} \frac{30}{60}.$$

Например необходимо составить уравнение кинематического баланса для

$n_{\text{min}}$

За основу принимаем длинную цепь, так как она обеспечивает 12 понижающих частот вращения.

Определяем передаточное отношения зубчатых передач.

$i = \frac{51}{39} = 1.307; i = \frac{56}{34} = 1.647$  – принимаем передачу  $\frac{51}{39}$ , так как она обеспечивает меньшее передаточное отношение.

$$i = \frac{21}{55} = 0.38; i = \frac{29}{47} = 0.617; i = \frac{38}{38} = 1 - \text{принимаем передачу } \frac{21}{55}.$$

$$i = \frac{15}{60} = 0.25; i = \frac{45}{45} = 1 - \text{принимаем передачу } \frac{15}{60}.$$

Составляем уравнение кинематического баланса для  $n_{\text{min}}$ .

$$n_{\text{min}} = 1460 \times \frac{148}{268} \times 0.985 \times \frac{51}{39} \times \frac{21}{55} \times \frac{15}{60} \times \frac{18}{72} \times \frac{30}{60} = 12.5 \text{ мин.}^{-1}$$



Таблица вариантов

№варианта	Модель станка	Содержание вопроса
1	2	3
1.	МК6801Ф3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
2.	МК6801Ф3	Выполнить кинематическую схему привода подачи. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\max}$ .
3.	500V	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
4.	500V	Выполнить кинематическую схему привода продольной подачи. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\max}$ .
5.	16K20T1	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
6.	16K20T	Выполнить кинематическую схему привода продольной и поперечной подач. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\min}$
7.	1B340Ф3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
8.	1B340Ф3	Выполнить кинематическую схему привода продольной и поперечной подач. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\max}$
9.	1B340Ф3	Выполнить схему поворота револьверной головки. Составить уравнение кинематической цепи поворота револьверной головки
10.	16K20T1	Выполнить схему поворота револьверной головки. Составить уравнение кинематической цепи поворота револьверной головки
11.	1B732Ф3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
12.	1B732Ф3	Выполнить кинематическую схему привода продольной и поперечной подач. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\min}$
13.	1B732Ф3	Выполнить схему поворота револьверной головки. Составить уравнение кинематической цепи

		поворота револьверной головки
14.	1Б732Ф3	Выполнить схему винтового конвейера. Принцип работы винтового конвейера.
15.	1725МФ3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематической цепи главного движения для $n_{\max}$
16.	1725МФ3	Выполнить кинематическую схему привода продольной и поперечной подач. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\min}$
17.	1725МФ3	Выполнить схему смены инструмента. Принцип работы устройства смены инструмента.
18.	16А20Ф3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей. Составить уравнение кинематического баланса
19.	16А20Ф3	Выполнить кинематическую схему привода подач. Составить уравнение кинематической цепи продольной подачи для $S_{\text{продол}}$
20.	16А20Ф3	Выполнить кинематическую схему привода подач. Составить уравнение кинематического баланса цепи движения подачи для $S_{\text{попереч}}$
21.	16А20Ф3	Выполнить схему поворота револьверной головки. Составить уравнение кинематического баланса цепи поворота револьверной головки.
22.	МК7210Ф3	Выполнить кинематическую схему коробки скоростей вращения заготовки. Составить уравнение кинематического баланса цепи главного движения для $n_{\text{шп}}$
23.	МК7210Ф3	Выполнить схему поворота револьверной головки. Составить уравнение кинематического баланса цепи поворота револьверной головки.
24.	МК7210Ф3	Выполнить кинематическую схему привода подач. Составить уравнение кинематического баланса цепи подач

### 6.Список использованной литературы

1. С.Е. Локтева «Станки с ПУ и ПР». М.,1987г.
- 2.Н.Н.Чернов «Металлорежущие станки», М.,1988г.