



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
«30» 04 2021г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по учебной дисциплине
ОП.03 Технологическое оборудование и приспособления

Специальность:	15.02.14 Оснащение средствами автоматизации технологических процессов и производств (по отраслям)
Уровень образования выпускника:	среднее профессиональное образование (СПО)
Программа подготовки специалиста среднего звена (ППССЗ):	базовая
Присваиваемая квалификация:	техник
Форма обучения:	очная
Срок получения СПО по ППССЗ:	3 года 10 месяцев
Уровень образования, необходимый для приема на обучение по ППССЗ:	основное общее образование
Год приема на обучение на 1-й курс:	2021

Брянск 2021

Методические указания по выполнению лабораторных работ
по учебной дисциплине
ОП.03 Технологическое оборудование и приспособления
(далее — МУ)
для специальности **15.02.14 Оснащение средствами автоматизации**
технологических процессов и производств (по отраслям)

Разработал(и):

– преподаватель ПК БГТУ

П.П. Антропов

РП рассмотрена и одобрена на заседании предметно-цикловой комиссии «Автоматизация технологических процессов и производств» ПК БГТУ (далее — ПЦК)

от « 30 » 04 2021 г., протокол № 10

Председатель ПЦК

Е.Г. Сергеева

Согласовано:

Заместитель директора ПК БГТУ
по учебно-методической работе

Т.Е. Балашова

© Антропов П.П.

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет»

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,

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

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

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

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

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

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

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

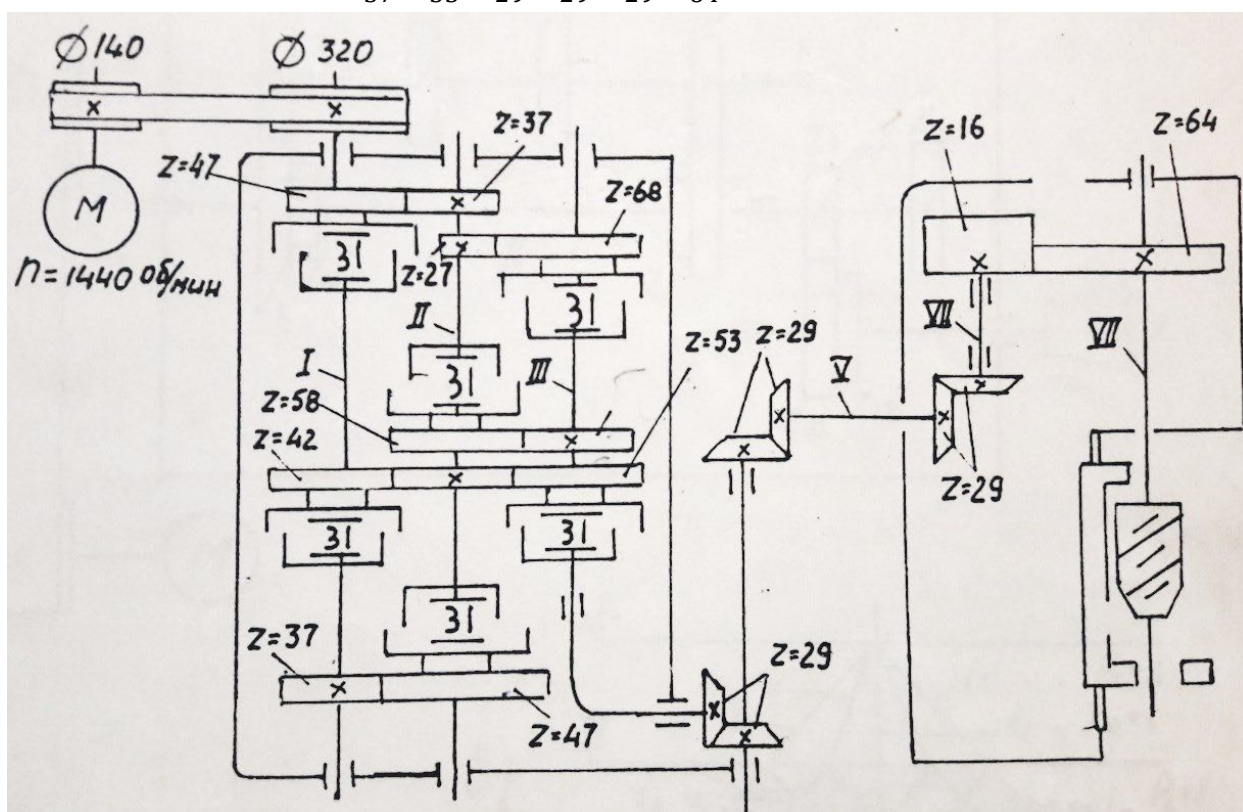


Рисунок 1 Кинематическая схема коробки скоростей зубофрезерного станка

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

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

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

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.

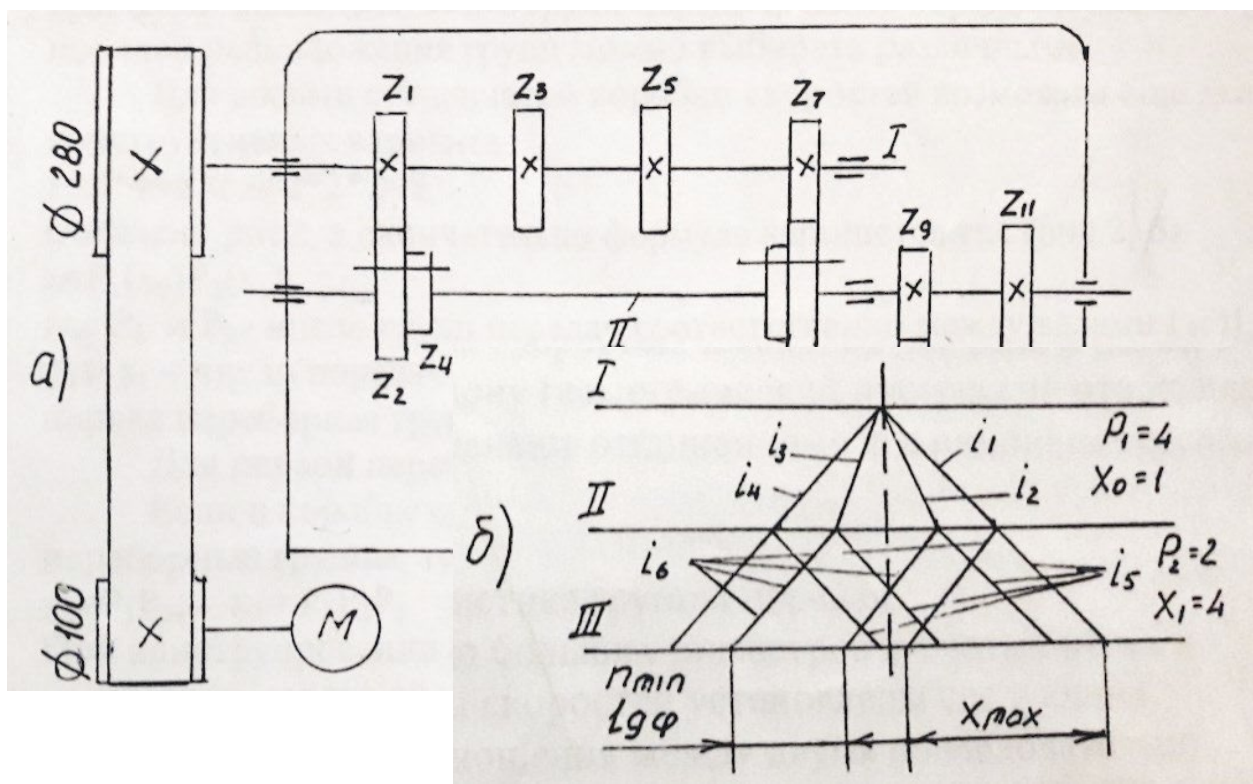
Графоаналитический метод кинематического расчета коробки скоростей состоит из двух этапов:

построение структурной сетки;

построение графика вращения.

Построение структурной сетки.

Число ступеней z частоты вращения шпинделя при наладке последовательно включенными



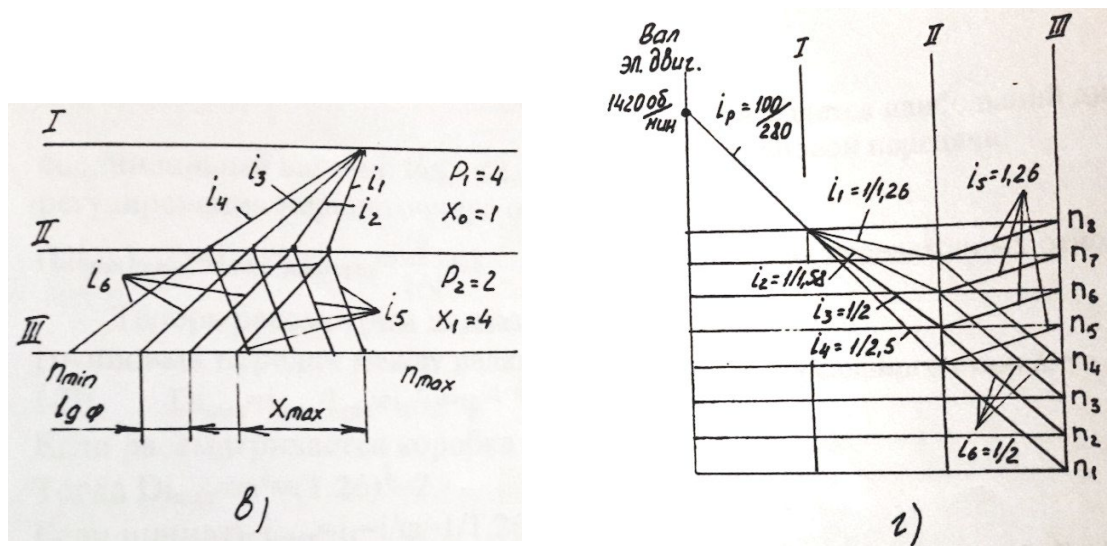


Рисунок 2 Кинематическая схема:

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 ϕ в различных степенях x , т.е.

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

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 φ 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».

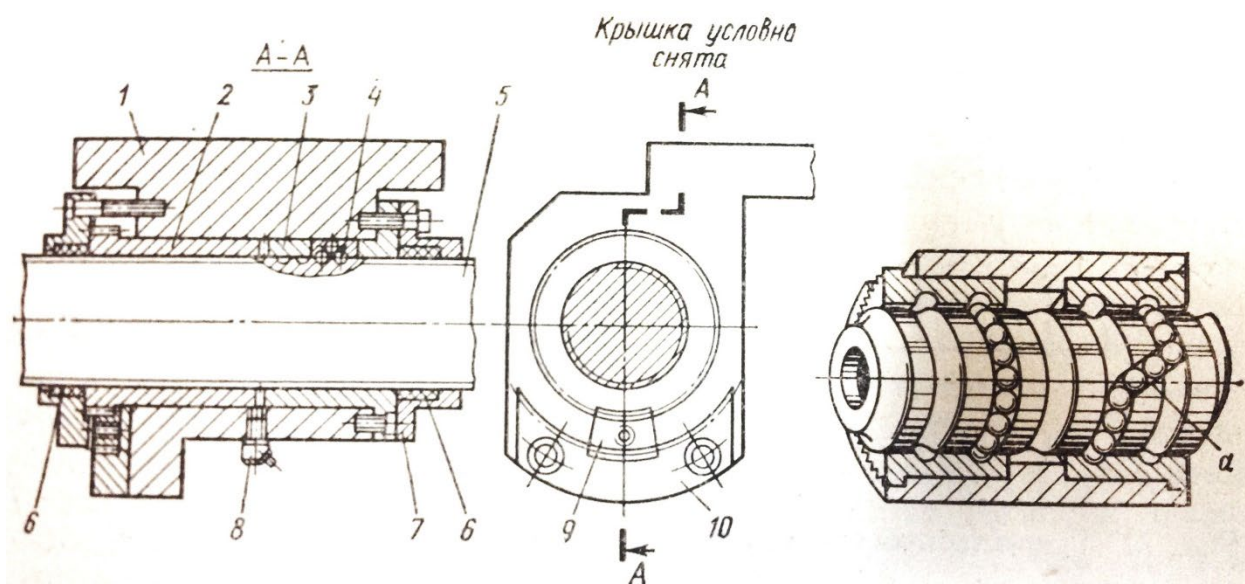
1. Цель работы:

- 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 _ш , 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 ₀ , мкМ	Осевая жёсткость j, кН/мкМ (Не менее)	Момент холостого хода М ₀ ·М _{кр} , 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 Δ_0 – зазор в сопряжении;

Δ_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 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 **ЕСДА I/O**, управляющий фотоэлектрическими датчиками, выходами ЦАП, электронным штурвалом и дискретными каналами вх./вых.;
- 3) модуль **ЕСДР 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) **«STEP»** – режим **«КАДР»**;

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

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

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

7) «**HOME**» – 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.

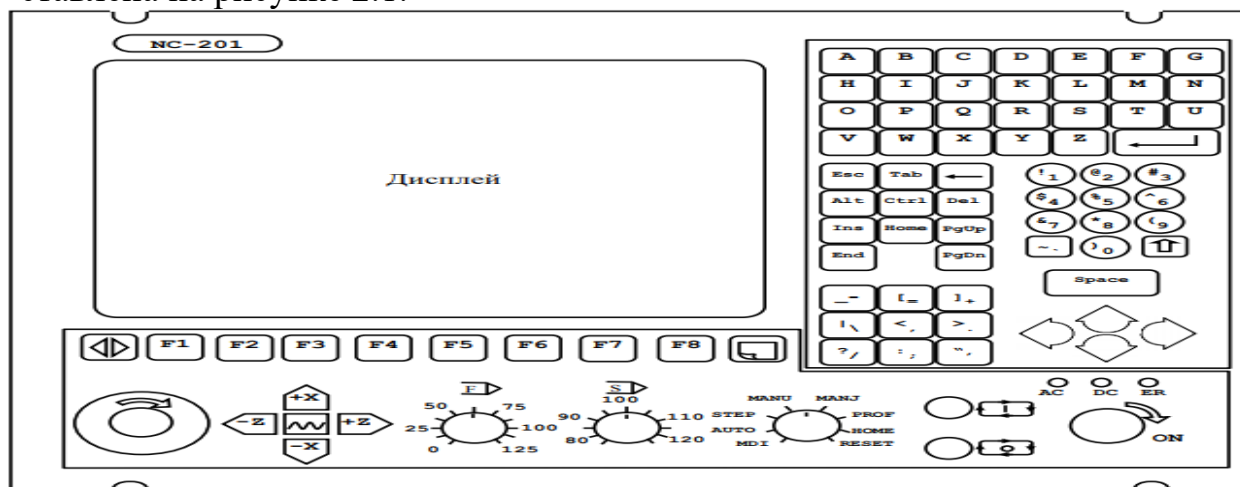





Рисунок 2.1 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201 и NC-202

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 разъемов **USB1** и **USB2**. Разъем **USB1** работает в режиме УЧПУ, разъем **USB2** работает в режиме **MS DOS**. Ниша закрывается гибкой крышкой. Над нишей расположены отверстия с маркировкой «DC» и «ER» для вывода светодиодных индикаторов.

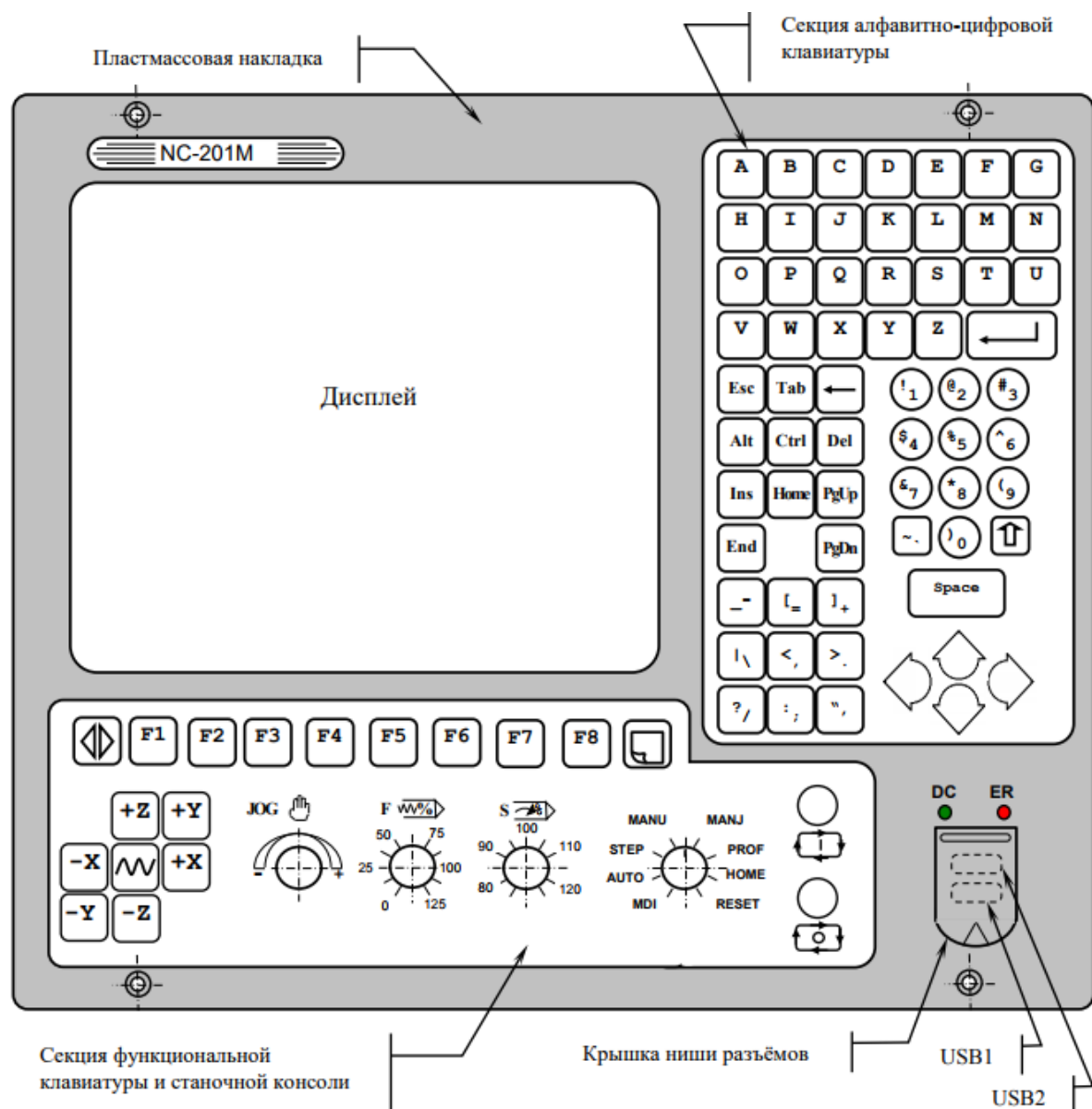


Рисунок 2.2 – Панель пульта оператора УЧПУ NC-201M

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.

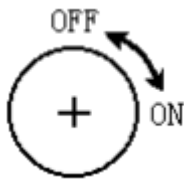
DC – индикатор включения питания УЧПУ (зелёного цвета):

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

ER – индикатор ошибки в работе УЧПУ (красного цвета);

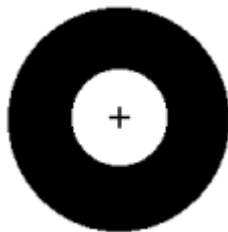
индикатор загорается, если в работе УЧПУ системой «**WATCH DOG**» выявлена ошибка, при этом снимается сигнал готовности УЧПУ.

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)

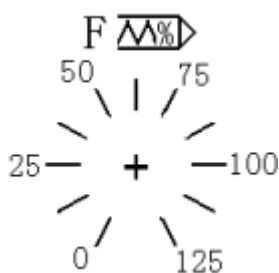
Останавливает движение с управляемым замедлением и устанавливает режим «HOLD». Для выхода из режима «HOLD» необходимо снова нажать кнопку «СТОП» и «ПУСК». Не действует при нарезании резьбы.

4.2.3. Переключатели

Переключатель - корректор скорости вращения шпинделя «S»

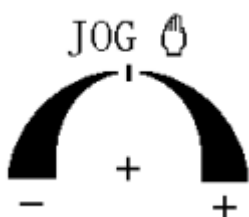


В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» позволяет изменять скорость вращения шпинделя. Шаг изменения скорости вращения шпинделя может быть установлен при характеристизации.



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 характеризации 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.

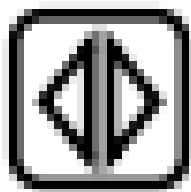
4.2.4. Функциональная клавиатура

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

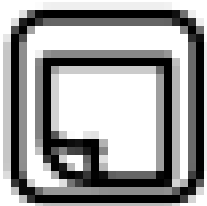
4.2.5.1 Основные алфавитно-цифровые клавиши наборного поля соответствуют по своему назначению клавишам компьютерной клавиатуры.

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

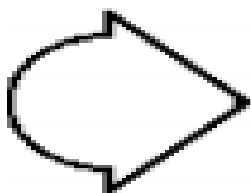
Выполняет переход между видеостраницами **#1** и **#7** и переход из видеостраницы **#6** в видеостраницу **#7**. Обеспечивает переход на вторую страницу и обратно в меню **«Среда»** при компиляции программы PLC.

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 №4

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 ($L1 \dots Ln$).

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 №5

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. Режим «Поиск кадра»

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

В режиме  возможны подрежимы.


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

1. Для выполнения подрежима необходимо нажать клавишу

....На экране высветится: ОСН.

4.6.5. Блокировка технологии **MST**, - отработка программы без выдачи на станок технологических команд. При нажатии **MST** индицируется: БЛТ.

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 $\leftarrow X; Y \uparrow; Z \uparrow$.

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).

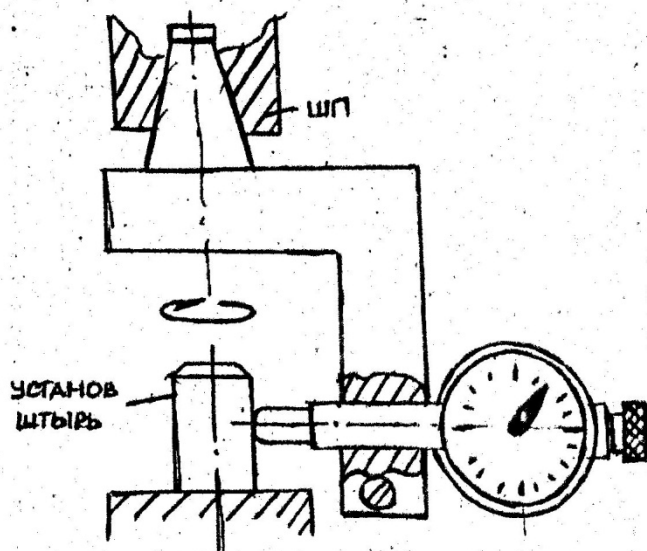


Рис.1

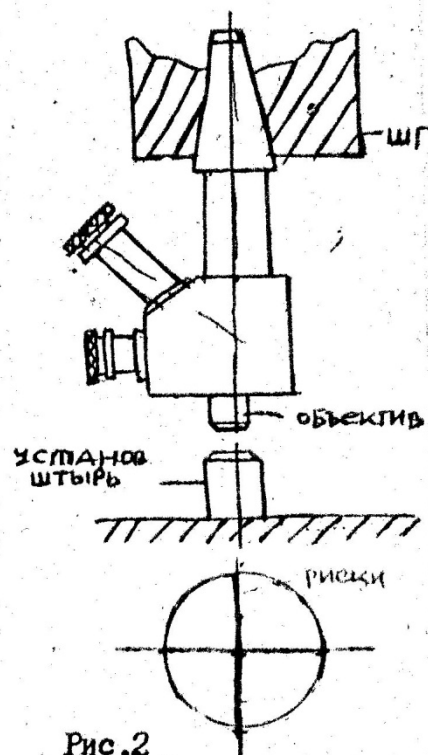





Рис.2

Произведите выход стола в исходное положение по пункту 5.2.2.,

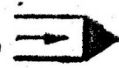
включив тумблер  вниз перейти в режим "наладка".




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;**  ;  , на экране будет индицироваться:



Ввод
с ПО

Зона 6

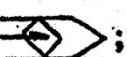


Ввод производите следующим образом:

0; +; 3; 1; 0; 1; 6; 5; 
1; -; 1; 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.
с ПО


Зона-6


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

Z -BP; Z; 

"наладка", нажатием клавиш выведете на экран ось

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

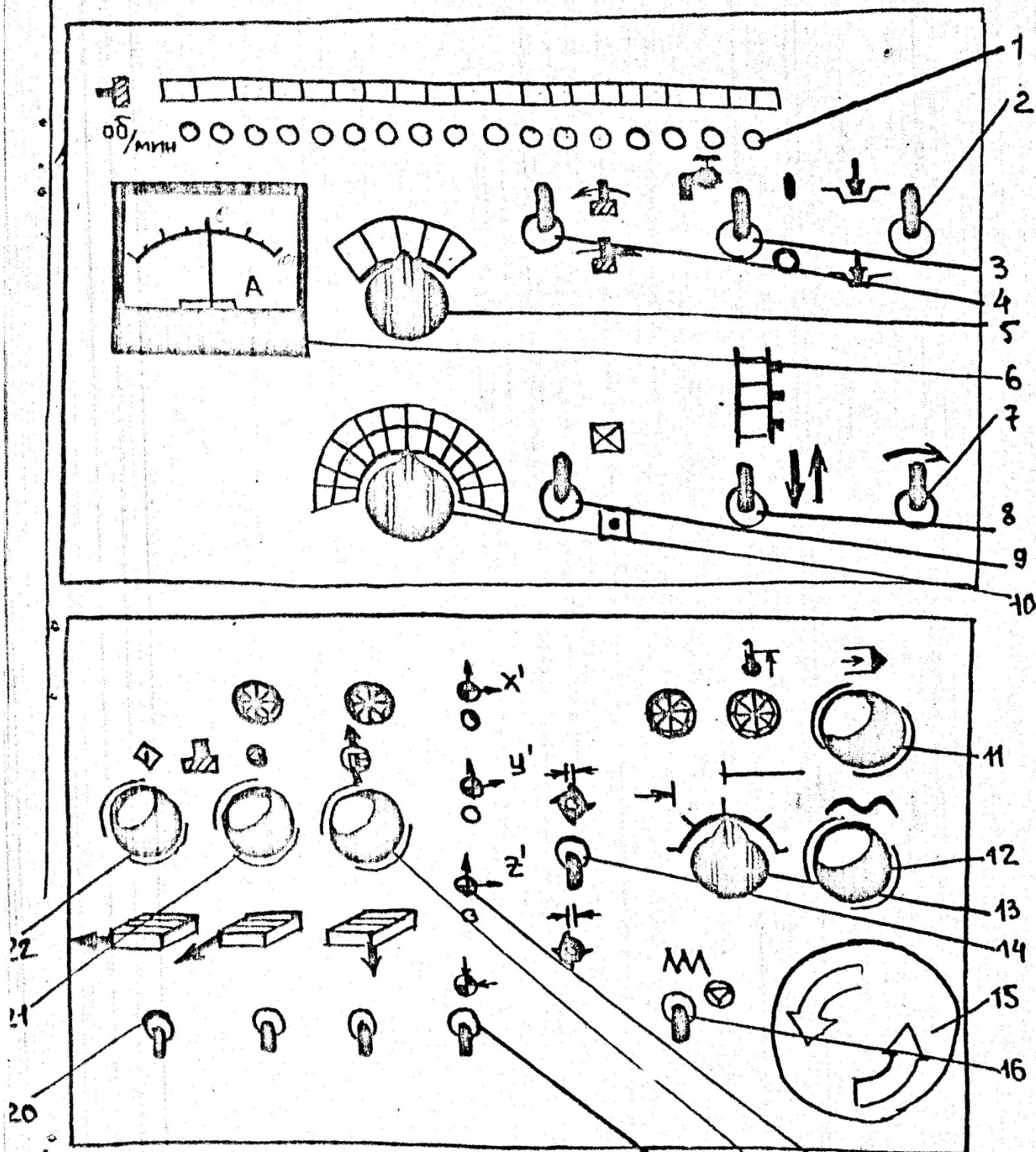
Ввод произведите следующим образом:

НР; I0; -91500 

I2; +6000 

I3; -104890 

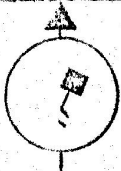



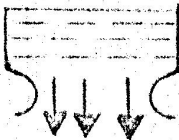
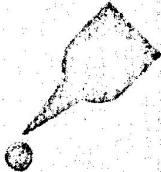


В режиме "Редактирование" просмотрите правильность вашего ввода. Если допустили ошибку, то нужную строку введите снова в режиме "Ввод" с ПО в 4.зону.



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




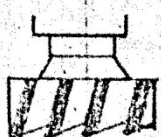

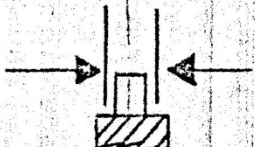
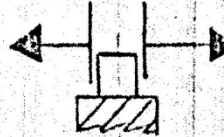
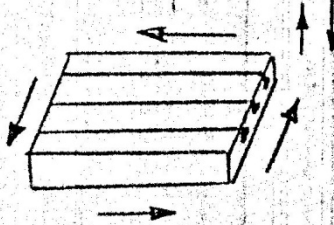

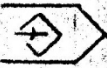

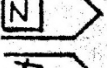

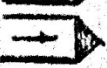
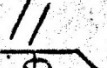

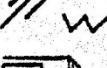
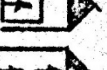

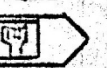
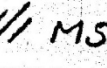


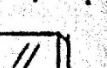


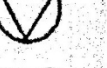





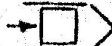








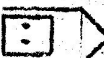
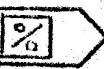
СИМВОЛ	НАИМЕНОВАНИЕ
	О П А С Н О ! ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ
	ВКЛЮЧЕНИЕ. ПУСК.
	ОТКЛЮЧЕНИЕ СТОП
	ФРЕЗЕРНЫЙ ШПИНДЕЛЬ
	ВКЛЮЧЕНИЕ ГИДРАВЛИКИ
	ЗАЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	РАЗЖИМ ИНСТРУМЕНТА
	ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СТОЛА ВПРАВО - ВЛЕВО ВПЕРЕД - НАЗАД ВВЕРХ - ВНИЗ
	ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

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@04R1E+1004@01R10

N1002X+R1Y+R2

N1003E-1000@02R10

N1004M17

N1005M30

%2

N1G28Z

N2G28XY

N3T1

N4G90G1X0Y0F1000

N5M3S26

N6M7

N7G1G43D20Z+2000F1000

N8G91G9X-5000Y0

N9F60L9401R1+15000R2+0R3+

+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

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.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Практическая работа №1 «Ознакомление с устройством и работой промышленного комплекса лазерной обработки металла. Наладка станка на обработку заданной детали» (на АО «УК» БМЗ»)

Практическая работа №6

Тема: «Ознакомление с устройством и работой промышленного комплекса лазерной обработки металла. Наладка станка на обработку заданной детали». (на АО «УК» БМЗ »)

1 Цель работы: практическое ознакомление с устройством, работой, методикой наладки промышленного комплекса лазерной обработки металла.

2 Исходные данные:

2.1 Станок мод. КС-3В «Навигатор».

2.2 Измерительные инструменты: штангенциркуль, шаблон.

2.3 Технологическая документация: чертеж детали, текст УП.

2.4 Руководство по эксплуатации станка.

2.5 Инструкция по технике безопасности.

3 Общие сведения о станке КС-3В «Навигатор».

Станок модели КС-3В «Навигатор» предназначен для раскроя, гравировки, маркировки металлических материалов, в т.ч. с покрытием, по раскройным программам.

Достоинства конструкции:

Новые конструкторские решения выгодно отличают комплексы «Навигатор» от функциональных аналогов.

Для перемещения режущей головки по каждой оси координат используется только один линейный двигатель, в результате достигается отличная управляемость на самых высоких скоростях.

Модульная конструкция координатного стола позволяет масштабировать станок, максимальная рабочая зона до 2550x12250 мм.

Для установки самой распространенной модели Навигатор КС-3В и ее двухбалочного аналога КС-5В не требуется специального фундамента. Станок устанавливается на обычный (промышленный) пол в цехе.

Высокая жесткость и виброустойчивость станка обеспечивают хорошее качество и точность обработки во всем диапазоне динамических параметров.

Композитная Y-балка значительно легче, чем у функциональных аналогов и разгоняется до более высоких скоростей.

Кабинетная система с раздвижными дверьми, датчиками контроля положения дверей и обзорными окнами из специального кварцевого стекла защищает оператора от инфракрасного излучения и продуктов горения.

Наличие сменных паллет позволяет производить быструю замену заготовок, не теряя времени на извлечение готовых деталей, опционально поставляется автоматическая система смены паллет.

Комплекс обеспечивает стабильность параметров резки и полную автоматизацию процесса раскроя металла, включая врезку в импульсном режиме, гравировку, изменение мощности лазера в зависимости от мгновенной скорости.

Конкурентные преимущества:

- за счет разницы в коэффициентах поглощения взаимодействие излучения с металлом происходит эффективнее для волоконного лазера (длина волны 1,07 мкм), чем для газового лазера (длина волны 10,6 мкм). Волоконный лазер более эффективно режет сплавы цветных металлов;
- благодаря высокому КПД генерации (20-30%) значительно снижается потребление электроэнергии по сравнению с газовым лазером;
- высокое качество и более короткая длина волны позволяет фокусировать излучение в пятно меньшего диаметра;
- на большинстве обрабатываемых металлов волоконный лазер способен вырезать отверстия диаметром значительно меньше $\frac{1}{2}$ толщины листа;
- излучение волоконного лазера транспортируется до режущей головки без использования «летающей оптики», по оптоволокну, что исключает необходимость юстировки, термостабилизации зеркал, поддержания их в чистоте, облегчает настройку режимов работы станка и повышает уровень безопасности;
- зона термического влияния достаточно мала, что позволяет обрабатывать тонкие и легко деформируемые материалы.

4. Технические характеристики координатного стола КС-3В «Навигатор»:

Длина-9800мм

Ширина-2700мм

Высота-2100мм

Вес-11500кг

Электропитание- 380/415/3ф/50Гц/20кВт

Зона обработки X/Y/Z – 3050/1550/200 мм

Максимальная скорость холостых перемещений X/Y/Z – 150/150/60 м/мин

Максимальная скорость рабочих перемещений X/Y/Z, которые обеспечивает система слежения – 60/60/60 м/мин

Максимальные ускорения X/Y/Z – 25/25/25 м/с²

Точность позиционирования- $\pm 0,01$ мм/м

Погрешность повторного позиционирования – 5мкм

Максимальная высота заготовки – 200мм

Максимальный вес заготовки – 900кг

5. Основные узлы станка.



Рисунок 1 Общий вид станка

- 1 Станина
- 2 Координатный стол
- 3 Портал
- 4 Траверса
- 5 Оптоволоконная лазерная головка

6. Наладка станка

- 1 Ввод УП
- 2 Привязка системы координат детали к системе координат станка
- 3 Определение коррекции

Содержание отчета

- 1 Тема работы
- 2 Цель работы
- 3 Оборудование
- 4 Наладка станка

