



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Робототехника и мехатроника»

Учебно-методическое пособие

по дисциплинам

«Оборудование роботизированных производств»

«Подготовка производства мехатронных и
роботизированных узлов»

«Назначение, состав и технологические возможности роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2»

Автор
Череватенко В.А.

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

Изложена методика наладки токарного роботизированного комплекса на обработку деталей типа тел вращения. Рассмотрены особенности конструкции и эксплуатации комплекса.

Предназначены для бакалавров направления 15.03.06 "Мехатроника и робототехника".

Автор

доцент кафедры «РиМ» Череватенко В.А.



Оглавление

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	4
2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	4
3. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНА УПРАВЛЕНИЯ	7
4.КИНЕМАТИКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	16
5. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.....	19
6.РЕЖИМ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	24
7 НАЛАДКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА.....	31
8 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ	33
9 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	34
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	35

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является приобретение навыков наладки токарных роботизированных технологических комплексов на обработку различных деталей.

2 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Назначение и область применения комплекса

Роботизированный технологический комплекс состоит *из* токарного станка высокой точности с ЧПУ мод. ТПК-125ВН2 и робота мод. РП-901.

На станке можно производить расточку и обработку цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезание крепежной резьбы резцом, проточку канавок, подрезку торцов.

Пневматический робот мод. РП-901 предназначен для захвата заготовки из магазина, перемещения и установки в токарный патрон, а после обработки - захвата обработанной детали в патроне, перемещения и укладки её в тот же магазин.

Для обеспечения наивысшей точности обработки на комплексе и увеличения времени сохранения точностных параметров станка рекомендуется глубину резания устанавливать не более **0,5 мм** на сторону.

Программное управление комплексом позволяет обрабатывать детали сложного профиля с большим количеством переходов **в** автоматическом режиме, что является экономически выгодным для многономенклатурного серийного и мелкосерийного производства.

Станок укомплектован системой ЧПУ типа H22-1MT1. В режиме автоматического управления станок может работать одновременно по двум координатам с автоматической сменой инструмента.

2.2 Основные технические данные и характеристики комплекса

2.2.1 Техническая характеристика станка

Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм.....	20
Дискретность задания перемещения, мм:	
по оси Z	0,002
по оси X	0,001
Наибольшая высота реза, устанавливаемого в резцедержателе, мм.....	12
Количество управляемых координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Изменение частоты вращения шпинделя	бесступенчатое
Диаметр обрабатываемого изделия при автоматической загрузке, мм:	
наибольший	60
наименьший	4
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм.....	100
Длина обрабатываемого изделия при автоматическо й загрузке, мм:	
наибольшая	40
наименьшая».....	4
Центр в шпинделе по СТ СЭВ 147-75	Морзе №3
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин:	
при работе с кулачковым патроном....	50...2000
при работе цанговым патроном.....	50...4000
при включенном устройстве резьбонарезания.....	50...2000
Наибольшее перемещение суппорта, мм:	
поперечного.....	110
продольного.....	180
Нестабильность автоматического останова суппорта, мм:	
поперечного.....	0,001
продольного.....	0,002
<i>Диапазон</i> рабочих подач суппорта, мм/мин:	
поперечного.....	3...90
продольного.....	6...180
Скорость холостых перемещений суппорта, мм/мин:	
поперечного.....	400
продольного.....	800
Число позиций револьверной головки.....	6
Емкость магазина, шт.....	20
Максимально допустимая масса загружаемой заготовки, кг	0,15
Точность позиционирования, мм.....	+/- 0,1
Шероховатость поверхности обрабатываемых изделий (R a), мкм:	
цветные металлы (алмазным резцом).....	0,32
стали.....	1,25
Габариты станка (без ЧПУ), мм:	
длина.....	1810
ширина.....	920
высота.....	720

2.2.2 Техническая характеристика электрооборудования станка

Количество электродвигателей	4
Тип электродвигателя главного движения	ЦБСТ-32
Мощность электродвигателя главного движения, кВт.....	1,75
Наименьшая частота вращения электродвигателя гл. движения, об/мин. 3000	
Тип электродвигателя привода револьверной головки.....	РД-0,9
Мощность электродвигателя привода револьверной головки, Вт.....	9
Частота вращения электродвигателя револьверной головки, об/мин... ..	8,8
Тип электродвигателя привода подачи.....	Ц-ЭД1МУ3
Суммарная мощность всех электродвигателей, кВт.....	2,8
Суммарная мощность станка (с системой ЧПУ),кВт.....	4,5

2.2.3 Техническая характеристика робота

Емкость магазина, шт.....	20
Грузоподъемность, кг.....	0,15
Диаметр загружаемых заготовок, мм:	
наибольший.....	60
наименьший.....	5
Длина загружаемых заготовок, мм:	
наибольшая.....	40
наименьшая.....	4
Продолжительность (не совмещенная с работой станка) цикла выгрузки - загрузки. с.....	не более 22
Точность позиционирования, мм.....	+/- 0,1
Режим работы:	
а) ручной (при наладке)	
б) автоматический	
Габариты робота, установленного на основании, мм:	
длина.....	1360
ширина.....	360
высота.....	660
Масса, кг.....	100

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

2.2.4 Техническая характеристика устройства ЧПУ модели
Н22-ИМТ1

Тип системы.....	непрерывная
Тип интерполяции.....	линейная и круговая
Способ задания размеров.....	в абсолютных и приращениях
Число управляемых координат.....	2
Число одновременно управляемых координат.....	2
Программоноситель.....	8-дорожечная перфолента шириной 25,4 мм
Кодирование.....	по системе ISO
Способ кодирования.....	адресный
Максимальная длина прямой линии, запрограммированной в одной фразе.....	+/- 999999 единиц дискретности
Максимальный радиус окружности.....	+/- 499999 единиц дискретности
Дискретность устройства при работа, мм:	
по продольной оси (Z).....	0,002
по поперечной оси (X).....	0,001
Скорость считывания информации с перфолент.....	не менее 300 строк/с
Выходная частота устройства при рабочих подачах, Гц:	
наибольшая.....	2000
наименьшая.....	0,1
при быстром ходе.....	8000
Устройство обеспечивает ввод коррекции:	
по продольной координате Z.....	9
по поперечной координате X.....	9
парные коррекции по X и Z.....	9
Величина коррекции, мм.....	+/- 99,99
Тип привода.....	шаговый ЦДЭД1
Смещение начала отсчета.....	имеется
Цифровая индикация.....	имеется
Форма выдачи команд M, S и T.....	в двоично-десятичном коде

3. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ОРГАНА УПРАВЛЕНИЯ

Общий вид роботизированной технологического комплекса показан на рис.1, где : 1 - бабка передняя; 2 - патрон кулачковый; 3 - ограждение; 4 - станина; 5 - головка револьверная; 6 - плита фундаментная; 7 - суппорт двухкоординатный С-2К; 8- робот пневматический Н1-90И; 3- пневмооборудование; 10 - электрооборудование; 11 - пульт управления станка; 12 - пульт управления роботом; 13 - система ЧПУ Н22-ИМТ1.

3.1 Станина

Станина 4 представляет собой чугунную отливку коробчатой формы, усиленную внутренними продольными и поперечными ребрами. На станине устанавливается передняя бабка 1, двухкоординатный суппорт 7. Основанием станина крепится к фундаментной плите 6.

3.2 Передняя бабка

Передняя бабка I предназначена для крепления обрабатываемой детали, передачи ей вращательного движения.

Передняя бабка состоит из трех основных частей: шпиндельного узла; привода-коллектора; резьбонарезного устройства.

3.3 Шпиндельный узел

Представляет (рис.2) собой стальной стакан 13, который **закрепляется** в чугунном прямоугольном корпусе 12 передней **бабки**, в стакане монтируется шпиндель 14 на высокоточных подшипниках качения. Передняя опора шпинделя - жесткий триплекс из двух радиальных подшипников 2 класса точности (для восприятия осевой двухсторонней нагрузки) и одного радиального роликового **двухрядного** подшипника с внутренним коническим отверстием .

Задняя опора - радиальный роликовый двухрядный подшипник, плавающий в осевом направлении с целью компенсации температурных колебаний.

На левом конце шпинделя закреплена шестерня 15, вращение от которого передается на фотоэлектрический датчик СИФ-3, служащий для нарезания резьбы на станке.

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

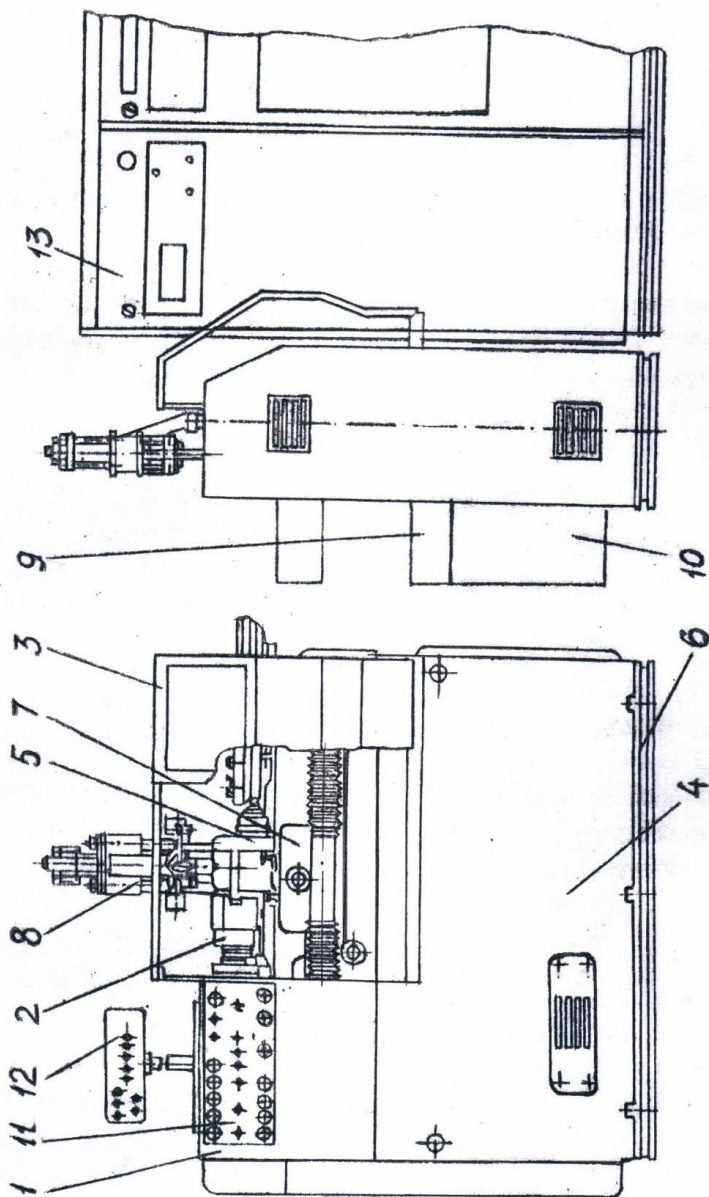


Рисунок 1 – Роботизированный технологический комплекс
ТПК 125ВН2

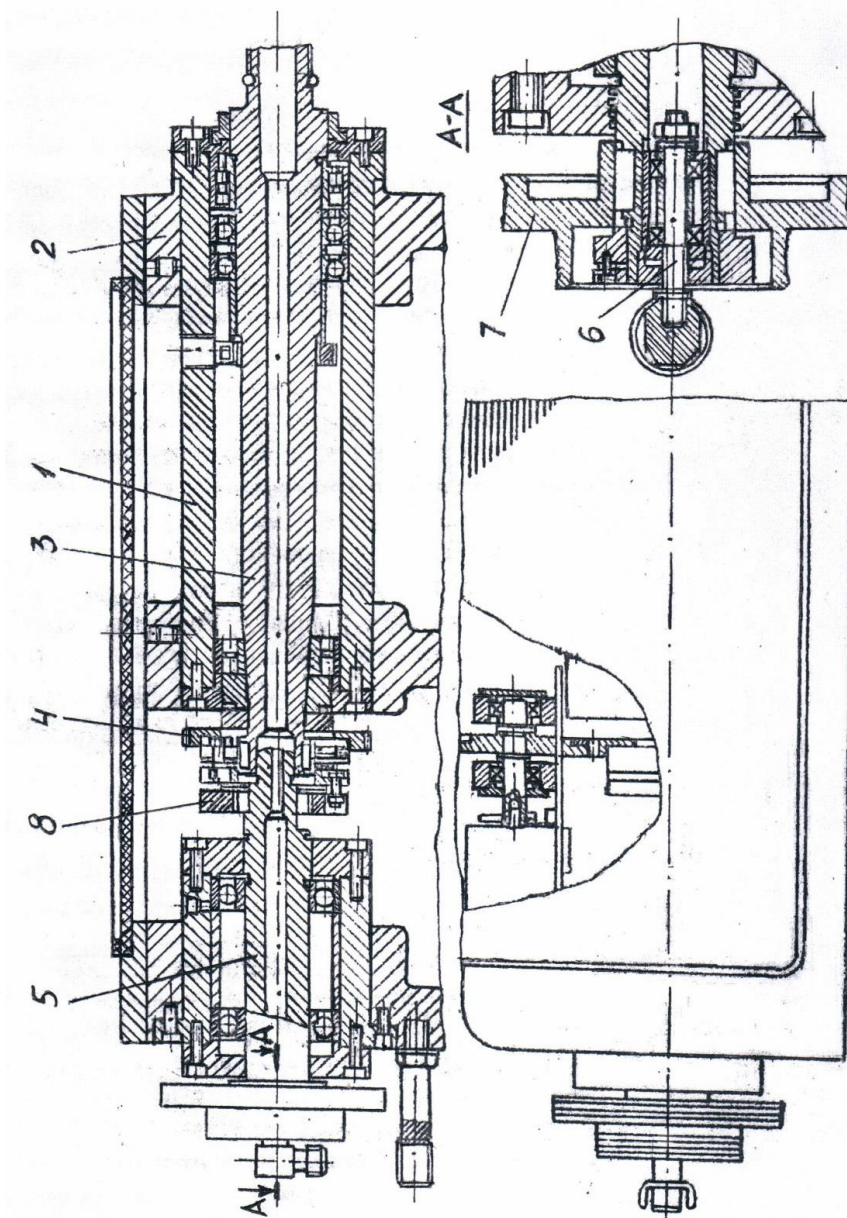


Рисунок 2 – Шпиндельный узел

3.4 Привод-коллектор

Предназначен для снятия усилия натяжения приводного реши с высокоточного шпинделя, обеспечения герметичности соединения шпинделя с магистралью сжатого воздуха и для фиксации углового положения шпинделя при установке патрона кулачкового.

Привод-коллектор состоит из пустотелого шпинделя I на двух опорах качения. В шпиндель коллектора на двух радиальных подшипниках устанавливается неподвижный воздух - подводной штуцер.

К штуцеру крепится переходник для подвода воздуха из сети.

На левом шпинделе I закреплен приводной двухступенчатый шкив 7, а на правом конце закреплена полумуфта 2 для передачи вращения(см.рис.2).

3.5 Револьверная головка

Револьверная головка 5 (см. рис.1) выполнена в виде разъемного корпуса, внутри которого расположена втулка. Проходящий через втулку вал вращается на двух радиальных подшипниках класса 5. К фланцу вала винтом крепится съемная планшайба, имеющая шесть пазов для крепления резцов. К другой стороне фланца вала крепится кольцо с шестью зубьями, которые служат для фиксации планшайбы на каждой позиции. За счет увеличения осевого натяга, который регулируется гайкой, возможна выборка радиального зазора.

Жесткость и надежность головки повышается за счет установки в корпусе пневмопоршня с клиновым зажимом, действующим на храповик, установленный на валу головки.

3.6 Кулачковый патрон

Кулачковый патрон 2 (см. рис.1) обеспечивает зажим обрабатываемых деталей с помощью сменных кулачком.

Конструкция патрона и технология его изготовления позволяют кулачкам разжиматься до 1,2 мм по диаметру, сохраняя точность.

3.7 Суппорт двухкоординатный

Двухкоординатный суппорт 7 (см. рис1) представляет собой чугунное основание, на котором крепятся две направляющие планки прямоугольной формы, по которым на роликах перемещается продольный суппорт.

Аналогично к верхней части продольного суппорта перпен-

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

дикулярно к его продольным направляющим крепятся две направляющие планки прямоугольной формы, по которым также на роликах перемещается поперечный суппорт в поперечном направлении.

От загрязнения направляющие защищены поливинилхлоридными гармошками. Соединение «винт-гайка» беззазорное с предварительным натягом, осуществляемым тарельчатой пружиной.

Для ограничения движения суппортов имеются микропереключатели, которые отключают привод при подходе суппортов к крайнему положению.

Привод двухкоординатного суппорта выполнен в виде разъемного корпуса, внутри которого расположена шестеренная передача, Соединение электродвигателя с валом-шестерней осуществляется беззазорной упорной муфтой.

Наибольшее перемещение продольного суппорта - 210 мм, поперечного – 110 мм. Цена деления продольного лимба - 0,010 мм, поперечного - 0,005 мм. Цена деления продольного нониуса - 0,002 мм, поперечного - 0,001 мм. Число оборотов выходного вала при рабочих подачах - 0...60 об/мин, при ускоренных перемещениях (в режиме разгона) - 240 об/мин.

3.8 Пульт управления станка

Управление станком может производиться как с пульта 11 (см. рис.1), расположенного на самом станке, так и пульта размещенного на устройстве числового программного управления.

Пульт управления станка показан на рис.3, где:

1- регуляторы «ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ»; 2- переключатель «ПНЕВМОПАТРОН - МЕХАНИЧЕСКИЙ ПАТРОН»; 3 - переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ» 4 - регулятор «ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ»; 5 - кнопка «ПУСК ШПИНДЕЛЯ»; 6 - переключатель «РАЗЖИМ ПНЕВМОПАТРОНА»; 7 - тумблер «ВКЛЮЧЕНИЕ МЕСТНОГО ОСВЕЩЕНИЯ»; 8 - кнопка «УПРАВЛЕНИЕ ПОВОРОТОМ РЕВОЛЬВЕРНОЙ ГОЛОВКИ»; 9 - переключатель «СКОРОСТЬ ПРОДОЛЬНОЙ И ПОПЕРЕЧНОЙ ПОДАЧ СУППОРТА»; 10 - переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СУППОРТА»; 11 - кнопка «УСКОРЕННОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ СУППОРТА»; 12 - переключатель «НАПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО СУППОРТА»; 13 - кнопка «УПРАВЛЕНИЕ ВКЛЮЧИТЬ»; 14 - переключатель режима работы «АВТОМАТ-НАЛАДКА»; 15 - кнопка «ПУСК ЦИКЛА В АВТОМАТИЧЕСКОМ

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

РЕЖИМЕ»; 16 - кнопка «ВСЕ СТОП»; 17 - лампа «УПРАВЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО»; 18 - лампа «СЕТЬ».

Пульт управления роботом

Пульт управления роботом 12 (см.рис.1) расположен на передней бабке станка. Общий вид пульта представлен на рис.4, где 1 - тумблер «ВКЛЮЧЕНИЕ И ВЫКЛЮЧЕНИЕ СЕТИ»; 2 - сигнальная лампа «ВКЛЮЧЕНИЕ СЕТИ»; 3 - сигнальная лампа «ПОЛОЖЕНИЕ ШАГОВОГО ИСКАТЕЛЯ»; 4 - кнопка «СБРОС» - установка шагового искателя в позицию "0"; 5 - кнопка «РАБОТА РОБОТА В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ»; 6 ~ тумблер «РАБОТА КРОНШТЕЙНА»; 7 - тумблер «РАБОТА ГОЛОВКИ»; 8 - тумблер «РАБОТА МЕХАНИЗМОВ ПОВОРОТА НА 90 и 100°»; 9 - тумблер «РАБОТА МАГАЗИНА»; 10 - тумблер «ПЕРЕМЕЩЕНИЕ КАРЕТКИ»; 11 - сигнальная лампа «НАЛИЧИЕ НАПРЯЖЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВОГО ИСКАТЕЛЯ»; 12 - тумблер «ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ РЕЖИМА РАБОТ».

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

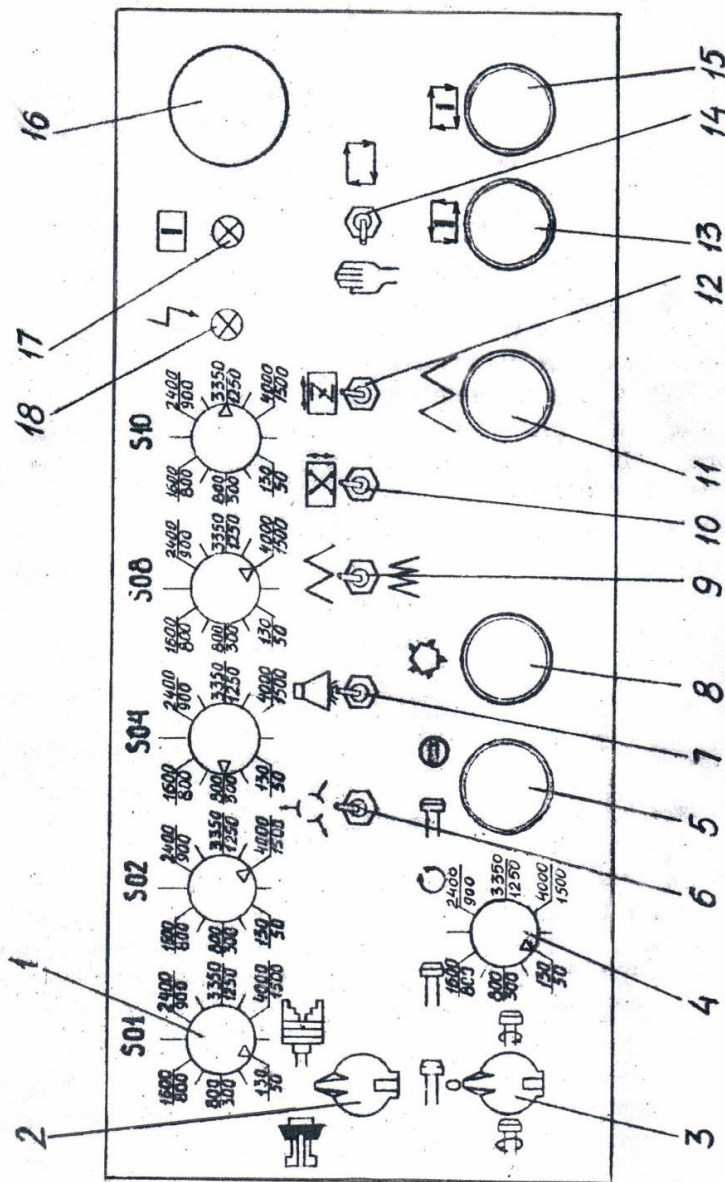


Рисунок 3 – Пульт управления станка

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

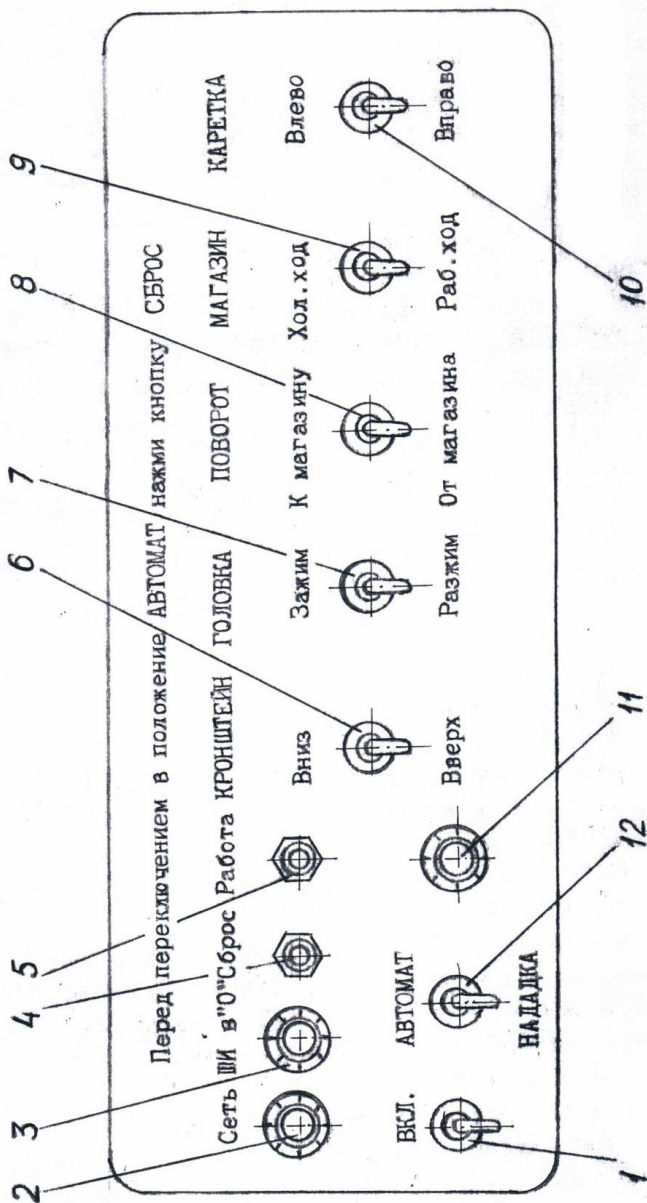


Рисунок 4 – Пульт управления робота

4. КИНЕМАТИКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

4.1 Привод главного движения станка

От электродвигателя I (рис.5) постоянного тока, работающего совместно с тиристорным преобразователем, вращение передается шпинделю посредством поликлиновой двухступенчатой передачи (шкив 2 и 3), обеспечивающей при переналадке станка возможность ручного переключения поддиапазонов частоты вращения от 50...4000 об/мин. до 50...1500 об/мин.

4.2 Привод подачи станка

Перемещение продольного и поперечного суппортов осуществляется от шаговых электродвигателей 4 и 7 через зубчатые редукторы с передаточным отношением $i = 25/3$ и ходовые винты 5 и 6. Соответственно винт 5 продольной подачи с шагом $t = 4$ мм и винт 6 поперечной подачи с шагом $t = 2$ мм.

Диапазон рабочих и ускорении подач обеспечивается бесступенчатым регулированием частоты следования импульсов на обмотке шаговых двигателей.

Наибольшая подача:

$$S_{\max} = f \times k \times 60 \times t_{\text{х.в.}} / 360 \times i,$$

где S_{\max} - наибольшая подача в мм/мин;

f - частота следования импульсов на обмотке двигателя от 0 до 6700 Гц;

k - цена импульса, равная $1,5^\circ$ для шагового двигателя ШД-5Д1МУЗ;

i - передаточное отношение, равное 25/3;

$t_{\text{х.в.}}$ - шаг ходового винта;

Наибольшая рабочая подача суппорта при $f = 1500$ Гц - 90 мм/мин.

Ускоренное перемещение поперечного суппорта при $f = 6700$ Гц -

- 400 мм/мин.

Наибольшая рабочая подача продольного суппорта при $f = 1500$ Гц -

- 130 мм/мин

Ускоренное перемещение продольного суппорта при $f = 6700$ Гц -

- 800 мм/мин.

Привод робота

Приводами для перемещения всех исполнительных механизмов робота являются пневматические цилиндры.

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

Поворот кронштейна 4 (рис.6) с закрепленной на нем головкой с приводам 7 на 100° в горизонтальной плоскости к магазину 11 и от магазина осуществляется от пневмоцилиндра I через шток-рейку 2 и шестерню 3, жестко установленную на валу I.

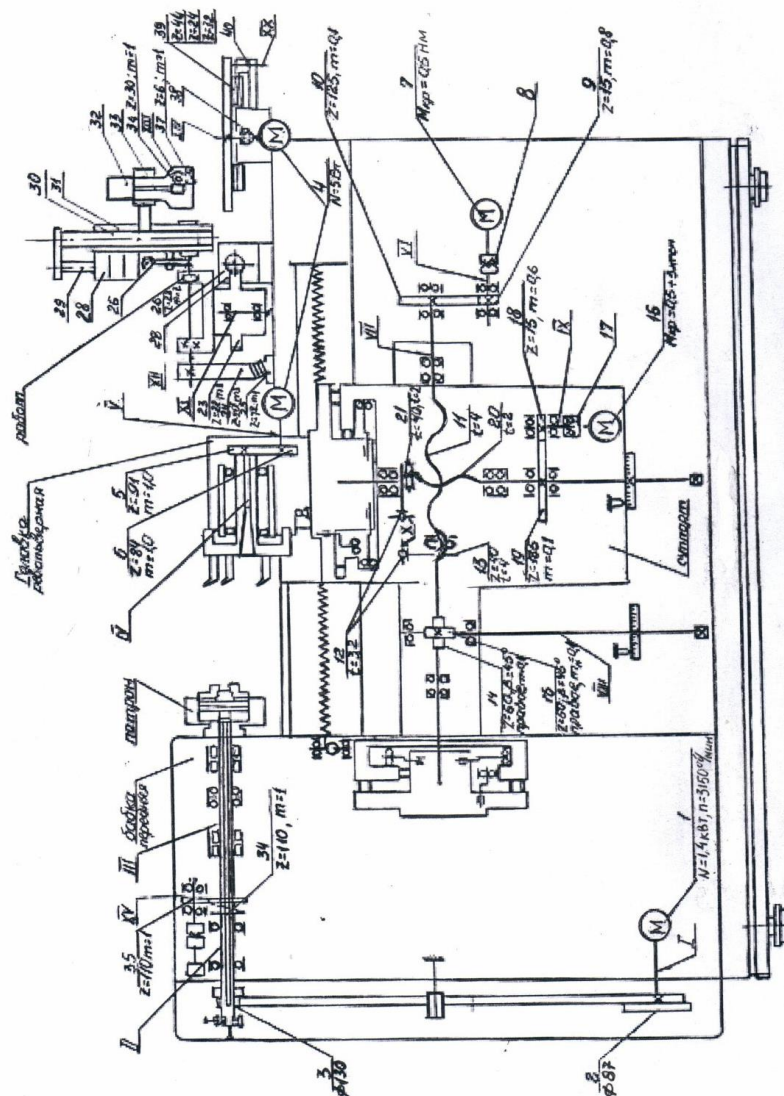


Рисунок 5 – Кинематическая схема роботизированного технологического комплекса

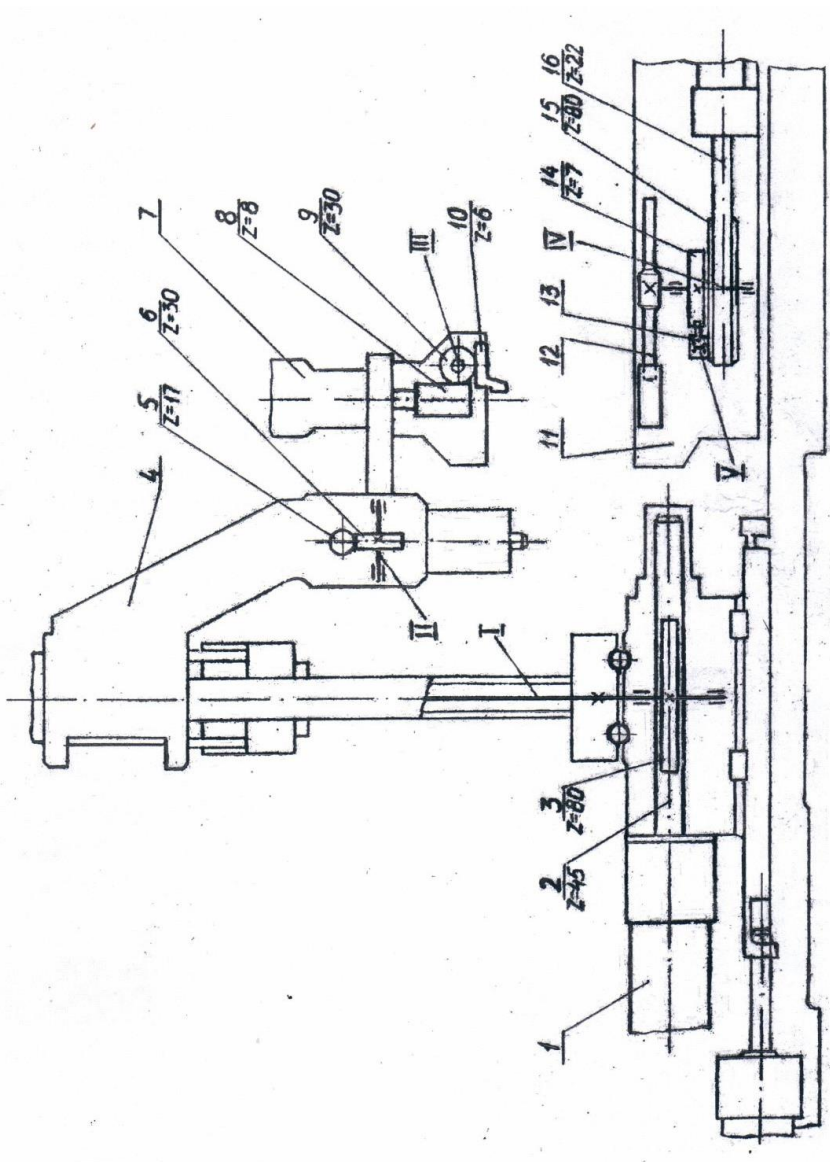


Рисунок 6 – Привод робота РП-901

Поворот головки с приводом на 90° обеспечивается двумя односторонними пневмоцилиндрами через общую для обоих цилиндров шток-рейку 5 и шестерню 6, посаженную на шпонке на валу II, в отверстии которого устанавливается головка с при-

водом.

Перемещение кулачков головки обеспечивается пневмоприводом головки и пружиной от трехсторонней рейки 3, секторов 9, свободно сидящих на осях Ш и ползунов 10, на которых крепятся кулачки.

Перемещение спутников в замкнутом желобе магазина осуществляется от пневмоцилиндра через шток-рейку 16, сцепленную свободно посаженным на валу 1У сектором 15 и собачку 13, подвижно установленную на секторе на оси У. Собачка 13 при выдвигании шток-рейки 16 сцепляется с храповиком 14, установленным на шпонке на валу 1У, и поворачивает на 1/7 оборота звездочку 12, которая перемещает спутники. На спутниках устанавливаются быстросъемные приспособления, которые обеспечивают необходимое положение заготовок в магазине.

5. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Устройство ЧПУ модели П22-1МТ1 относится к разомкнутым устройствам ЧПУ 111 поколения. Оно построено на база интегральных кремневых микросхем и применяется для управления токарными станками, выполняющими прямоугольную, конусную и фасонную обработку, а также нарезание резьбы.

Конструктивно устройство ЧПУ (рис.7) состоит из двух частей: вычислителя А и устройства управления шаговыми приводами (УУШП) - Б.

5.1 Вычислитель А

Вычислитель А является одной из основных частей устройства и предназначен для: ввода информации с перфоленты или переключателей пульта; преобразования входной информации в удобный для интерполирования; выполнения линейно-круговой интерполяции с выдачей сигналов на устройство управления шаговым приводом; управления технологическими командами станка; индикации информации номера кадра и технологических команд.

В состав вычислителя «ходят следующий устройства и блоки.

Блок реле I предназначен для связи станка с устройством ЧПУ.

Устройство синхронизации II используется для формирования и выдачи стробов и тактов и обеспечивает временное согласование передачи информации. Устройство ввода Ш предназначается для ввода и контроля информации с восьмидорожечной

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

формации с перфолент со скоростью 800 строк в секунду и управляется специальным блоком управления 4; регистры 2 для записи и хранения различной информации, поступающей от фотосчитывающего устройства; блоки памяти 3 для хранения технологической информации ,S, M, T; дешифратор 5, производящий расшифровку адресов.

Устройство задания скорости 1У служит для выдачи в устройство интерполяции сигналов заданной частоты следования, определяющие скорость отработки программы. При этом он обеспечивает: поддержание постоянства контурной скорости обработки; осуществление разгона и торможения рабочего органа; рабочие подачи и подачу быстрого хода по координатам X и Z.

Устройство задания скорости состоит из следующих узлов.

Узел разгона и торможения 6 предназначен для формирования сигналов управления генератором разгона и торможения в соответствии с программой.

Генератор разгона и торможения 7 служит для выработки непрерывной серии прямоугольных импульсов с частотой от 400 до 600Гц с возможностью ступенчатого изменения частоты.

Узел поддержания постоянства контурной скорости 8 обеспечивает поддержание постоянства контурной скорости, меняющейся в зависимости от угла наклона обрабатываемой прямой.

Узел памяти скорости 9 предназначен для переписи информации, поступающей в узел разгона и торможения.

Интегратор 10 служит для записи величины скорости подачи и формирования управляющей выходной частоты с учетом сигналов обратной связи, поступающих от узла поддержания постоянства контурной скорости.

Узел приема информации II сложен для приема входной информации, характеризующей величину скорости подачи и режим скоростей.

Формирователь выходные сигналы 12 формирует выходные сигналы устройства задания скорости с учетом сигналов интегратора, команд быстрого хода и режимов генератора разгона и замедления для управления координатами X и Z .

Устройство управления и преобразования У предназначено для формирования сигналов управления в различных: режимах, сигналов пуска и остановки устройства ЧПУ, преобразования выходной информации от устройства ввода в двоичный код. Устройство управления и преобразования позволяет вводить коррекцию на радиус и длину инструмента, в также величины смещения нуля по координатам X и Z .

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

Устройство управления и преобразования включает в сеть следующие узлы.

Пульт коррекции 13 обеспечивает ввод информации о величинах коррекции и смещении нуля на входы устройства ввода.

Узел управления коррекцией 14 и линейка ручного ввода 16 формируют сигналы опроса декадных переключателей, сигналы считывания информации и записи её в устройстве ввода,

Узел режимов управления 15 задает режим работы устройства управления и преобразования.

Узел формирования режимов 17 формирует сигналы режимов работы системы «УЧПУ - станок» по сигналам пульта оператора, а также вырабатывает сигнал разрешения пуска фотосчитывающего устройства.

Счетчик цифр и строк 18 предназначен для счета количества циклов вычисления в регистре-сумматоре с момента установки очередной строки.

Регистр-сумматор 19 предназначен для сложения и вычитания непрерывно циркулирующей двоичной последовательности чисел.

Пульт оператора 20 предназначен для задания режимов работ системы "УЧПУ - станок", регулирования величины подачи и других команд.

Устройство интерполяции У1 является основным вычислительным электронным узлом устройства ЧПУ, реализующим алгоритм и интерполяции.

Основной функцией устройства интерполяции является обработка траектории движения инструмента по заданному закону линейной или круговой интерполяции с заданной точностью аппроксимации и равномерным распределением импульсов по двум осям.

Узел интерполяции состоит из ряда узлов.

Узел **G**- функции 21 определяет режим работы устройства интерполяции: линейную или круговую интерполяцию, возврат "0" и др. Интерполяция на вход узла **G**-функции поступает в двоично-десятичном коде.

Буферная память 22 используется для временного хранения информации, а рабочая память 23 предназначена для занесения и хранения текущих значений осей координат.

Выходная схема устройства интерполяции 24 формирует сигналы, управлявшие работой шагового привода с признаками направления перемещения.

Ячейка индикации УП предназначена для высвечивания

цифр и знаков цифр.

Блоки питания V111 используются для питания всех устройств ЧПУ и выпрямителей и преобразовывает переменное напряжение трехфазной сети в постоянное стабилизированное.

5.2 Устройство управления шаговым приводом

Предназначено для преобразования, формирования и усиления сигналов, поступающих из интерполятора, в сигналы управления шаговыми двигателями станка.

Устройство управления шаговым приводом (УУШП) состоит из блока управления шаговыми приводами 25.1 и 25.2 и узлов форсировочных регистров 26.1 и 26.2 (см. рис.7).

В качестве двигателя в этих устройствах применяется шаговый двигатель типа ШД-5Д1, управляемый по 12-тактной схеме коммутаций. Цена шага двигателя - $1,5^\circ$, максимальная частота - 8000 Гц, напряжение питания- 48В.

УУШП может работать в двух режимах : "РАБОТА" - по сигналам интерполятора, используемого при автоматическом управлении станка, и "ПРОВЕРКА" - по сигналам автономного генератора, используемого при настройке и проверке работоспособности устройства.

Рассмотрим взаимодействие основных частей комплекса по его упрощенной структурной схеме, представленной на рис. 8.

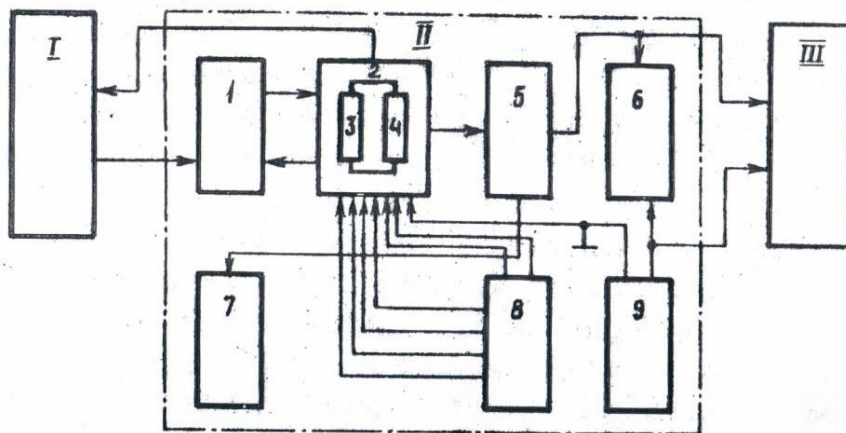


Рисунок 8 – Упрощенная система управления шаговым приводом по одной координате:

Назначение, состав и технологические возможности роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

1 – вычислитель; 11 – устройство управления шаговым приводом; 111 – станок.

Вычислитель I в соответствии с заданной программой обработки детали выдает на устройство управления шаговыми приводами 11 управляющий сигнал, несущий информацию о скорости, величине и направлении заданного перемещения.

Блок контроля I используется для контроля выполнения заданных режимов работы УУШП.

Блок управления шаговым приводом 2 предназначен для управления шаговым приводом по одной координате и включает в себя две платы, на одной из которых размещается схема формирования 3, а на второй усилитель мощности 4.

Узел форсировочных резисторов 5 применяется для обеспечения номинального тока в фазовых обмотках шагового двигателя.

Узел демпфирующих цепей 6 предназначен для ограничения перенапряжений, возникающих на коллекторах мощных транзисторов выходных каскадов усилителей мощности в моменты отключения обмоток шагового двигателя.

Пульт индикации 7 предназначен для индикации состояния фаз шаговых двигателей, а также для включения и выключения питания УУШП и УЧПУ,

Блоки питания используются *для* питания УУШП и шаговых двигателей. Они состоят из типовых блоков питания 8 и выпрямителя 9.

УУШП преобразовывает и усиливает сигналы, поступающие на интерполятора, в сигналы, управляющие шаговыми двигателями станка. Шаговые двигатели приводят во вращательное движение винт передачи винт-гайка каления и обеспечивают линейное перемещение суппорта станка.

6. РЕЖИМ РАБОТЫ РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

6.1 Режимы работы токарного станка с ЧПУ

Основные режимы работы станка задаются изменением положения переключателя 16 режимов на пульте оператора устройства ЧПУ (рис.9). Переключатель может быть установлен в следующие положения: "АВТОМАТ" - автоматическая работа по программе от перфоленты; "ПОИСК КАДРА" - автоматический поиск кадра требуемого номера; "УСКОРЕННАЯ ОТРАБОТКА" - програм-

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

ма обрабатывается независимо от заданной величины подачи на перфоленте на максимальной рабочей подаче, "ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ" - программа принимается устройством без её отработки на станке, проверяется на четность строки и по структуре кадра; "РУЧНОЙ ВВОД" - ручной ввод информации в объеме одного кадра; "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ" - перемещение по заданной координате в любом направлении; "ВОЗВРАТ В 0" - ручной режим установки подвижных органов станка в нулевую точку станка **с** подачей, равной скорости ускоренных переключений; "СБРОС" - режим начальной установки устройства.

Начальная (исходная) установка устройства происходят автоматически при включении питания. Во всех остальных случаях, при необходимости, установка логических схем УЧПУ **в** исходное состояние производится при использовании режима "СБРОС". Для этого переключатель режимов ставится в соответствующее положение и производится общий сброс цепей логических устройств УЧПУ путем нажатия кнопки 17 "ЛОГИКА". Отдельно осуществляется сброс логических цепей в устройстве управления шаговым приводом, путем нажатия кнопки 20 "ПРИВОД". После этого возможна работа в других режимах.

В режиме "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ" перемещение подвижных органов станка происходит в соответствии с командами как с пульта управления станка, так и с пульта оператора УЧПУ.

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

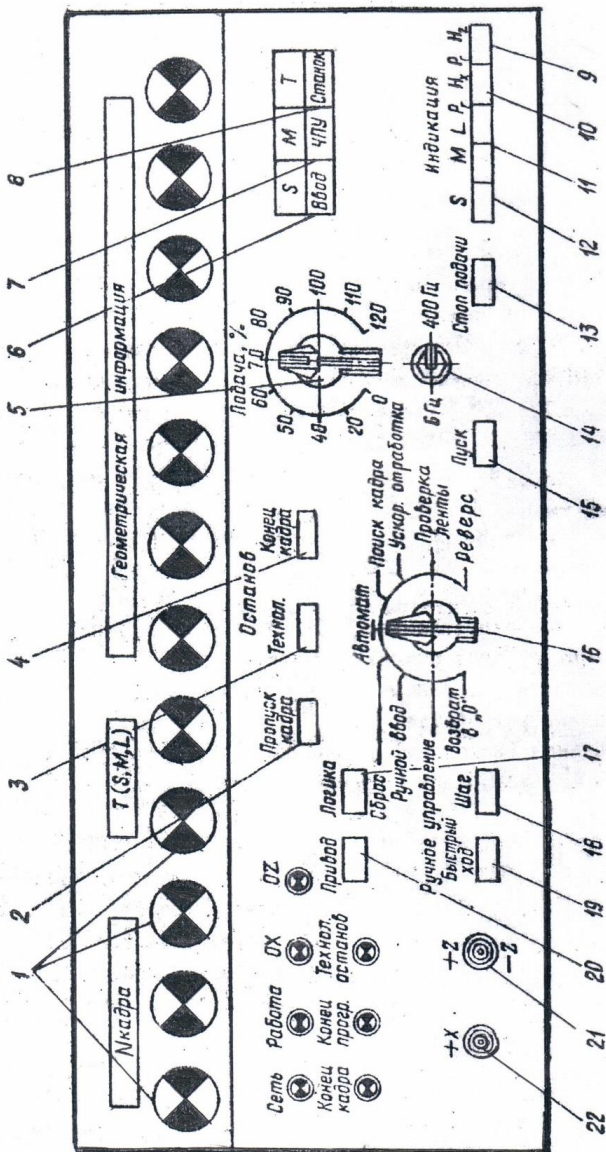


Рисунок 9 – Панель пульта оператора устройства ЧПУ

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

В этом режиме направление перемещения зависит от положения тумблеров 22 и 21 (X и Z). При установке тумблеров X и Z в положение "плюс" или "минус" происходит перемещение суппорта станка по соответствующей координате в заданном направлении. В режиме "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ" УЧПУ вычислительных операций не производит, а величина перемещений зависит от подачи, заданной на тумблере 14 (6 - 400 Гц), и времени нахождения тумблеров X и Z. в крайнем положении. Нажатием кнопки 19 "БЫСТРЫЙ ХОД" можно задать максимально возможную скорость перемещения. При этом предварительно должно быть выбрано направление (тумблер **21** и **22**), а затем нажата кнопка. При выключении сначала отжимается кнопка "БЫСТРЫЙ ХОД", а затем отключается направление. Нажатием кнопки 18 "ШАГ" задается перемещение на одну единицу дискретности. При включенной кнопке 13 "СТОП ПОДАЧИ". Работа системы в режиме "РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ" осуществляется по командам с пульта станка (см. рис. 3).

Устройство ЧПУ позволяет покадрово вводить программную информацию для управления станком с пульта операторе **и** пульта коррекции (рис. 10) без использования перфоленты.

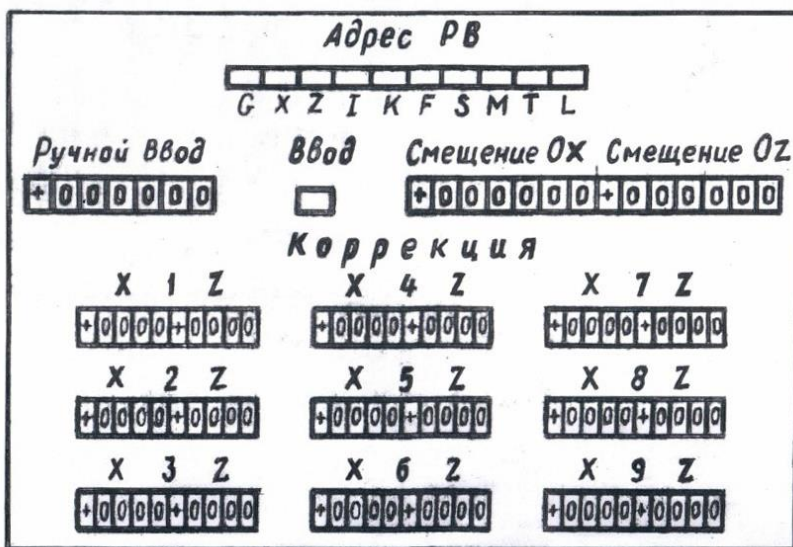


Рисунок 10 - Панель пульта коррекции устройства ЧПУ

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

Для этого переключатель режимов на пульте оператора необходимо поставить в положение "РУЧНОЙ ВВОД". На пульте коррекции на переключателе "АДРЕС" нажимается кнопка выбранного адреса, например **G** и на декадных переключателях "РУЧНОЙ ВВОД" набирается требуемая информация. Затем необходимо нажать кнопку "ВВОД" и продолжить набор информации по другим адресам. После набора на пульте коррекции всего кадра включается кнопка 15 «ПУСК» на пульте оператора и производится отработка кадра на станке. Для ввода и отработки следующего кадра все действия необходимо повторить. В режиме "РУЧНОЙ ВВОД" программа вводится по одному кадру последовательно адрес за адресом и заносится в регистр буферной памяти интерполятора УЧПУ. Оработка вводимой информации производится с момента нажатия кнопки "ПУСК".

Ручной ввод смещенного нуля на пульте коррекции производится тремя кадрами в следующем порядке:

а) на пульте коррекции вводится функция G27, включается кнопка "ВВОД", а потом включается кнопка "ПУСК" на пульте оператора;

б) далее вводится функция **G** 58, при этом необходимо убедиться по цифровому индикатору на пульте оператора, что величины смещения, набранные на переключателях "СМЕЩЕНИЕ OX", и "СМЕЩЕНИЕ OZ", введены в регистры-накопители;

в) по адресам X и Z вводятся нулевые перемещения путем набора на переключателе "РУЧНОЙ ВВОД" числа +000000 и скорости перемещения по адресу F (например, 10600). После нажатия на пульте оператора кнопки "ПУСК" произойдет отработка смещенного нуля.

Для автоматического выполнения рабочей программы от перфоленты переключатель режимов на пульте оператора необходимо поставить в положение "АВТОМАТ". При этом возможны два подрежима работы системы: 1) автоматическое непрерывное считывание всех кадров перфоленты с их обработкой до команды на перфоленте "Конец программы" и 2) автоматическое покадровое считывание с покадровой обработкой информации. Для работы системы в первом подрежиме нужно включить тумблер фотосчитывающего устройства и установить перфоленту с программой на начало программы. Далее с пульта оператора необходимо произвести сброс устройства, как было показано ранее. После положения "СБРОС" переключатель режимов ставится в положение "АВТОМАТ". При наличии в карте наладки указаний на смещение нуля и ввод коррекции на соответствующих декадных пе-

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

рекламаторах ("Смещение 0X"; "Смещение 0Z; коррекция) пульта коррекции набирается требуемая информация.

Устройство ЧПУ позволяет с помощью переключателя 5 "ПОДАЧА,%" корректировать заданные в программе подачи в широком диапазоне - от 0 до 120%. Для этого переключатель ставится в требуемое положение, и в процессе отработки программы все подачи изменяются на соответствующую величину. Автоматическое считывание и отработка программы производится после нажатия кнопки "ПУСК" на пульте оператора. При необходимости осуществления технологического останова программы нужно нажать кнопку 3 "Технологический останов" и для продолжения дальнейшей работы - кнопку "ПУСК". Если в процессе работы необходимо произвести пропуск выделенных в программе кадров, то следует нажать кнопку 2 "ПРОПУСК КАДРА".

Автоматическое покадровое считывание и покадровая отработка информации производится при нажатии кнопки 4 "КОНЕЦ КАДРА". Запуск следующих кадров, если кнопка "КОНЕЦ КАДРА" будет отпущена осуществляется вручную от кнопки "ПУСК" пульта оператора.

В ряде случаев в процессе отработки программы требуется найти какой-либо кадр. Для этого переключатель режимов на пульте оператора надо поставить в положение "ПОИСК КАДРА". Затем перфолента с программой устанавливается в устройство ввода программ УЧПУ на начало или между двумя любыми кадрами, если лента склеена в кольцо. На декадных переключателях пульта коррекции "РУЧНОЙ ВВОД" набирается номер требуемого кадра, и после включения кнопки "ПУСК" на пульте оператора фотосчитывающее устройство автоматически считывает перфоленту до заданного кадра с высвечиванием его на цифровых индикаторах I (см. рис.9). При этом режиме на станок выдается технологическая информация - S, M, T, но отработка перемещений не производится.

Для предварительной проверки правильности подготовленной управляющей программы переключатель режимов на пульте оператора нужно поставить в положение "УСКОРЕННАЯ ОТРАБОТКА". В этом режиме перемещение всех рабочих органов станка происходит на максимальной рабочей подаче. Заготовка на станок при проверке его работы в этом режиме не ставятся.

Если при работе в режиме "АВТОМАТ" или "УСКОРЕННАЯ ОТРАБОТКА" появились сигналы "СБОЙ УВ" (устройства ввода 6), необходимо провести проверку ленты. Переключатель режимов на пульте оператора ставится в положение "ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ", и

нажимается кнопка "ПУСК". При наличии сбоя в программе происходит останов устройства ввода программ и загорается табло "СБОЙ ЧПУ" 7 (при сбое по структуре адреса) или "СБОЙ ВВОДА" и "СБОЙ ЧПУ*" (при сбое четности). В случае сбоя станка загорается табло "СБОЙ СТАНКА" В.

Для того, чтобы вернуть подвижные органы станка в нулевую (исходную) точку, необходимо переключатель режимов поставить в положение "ВОЗВРАТ В "О". После этого тумблер направления по X поставить в положение "+X" и включить подачу. При выходе в «0» по оси X на пульте оператора загорается лампа Ох, и дальнейшее перемещение прекращается. То же самое необходимо произвести и по оси Z . При работе с пульта оператора переключатель режимов 14 на пульте станка (см. рис. 3) должен находиться в положении "АВТОМАТ". С помощью кнопок 11 и 12 производится проверка кодов частоты вращения шпинделя и вспомогательной функции.

6.2 Режимы работы робота мод. РП-901

Режимы работы робота задаются изменением положения тумблера 12 режимов на пульте управления робота (см. рис. 4).

Для проверки функционирования механизмов робота в режиме "НАЛАДКА" необходимо:

- отвести револьверную головку станка по координате X на расстояние не менее 35 мм от оси шпинделя;
- на пульте управления робота визуально проверить правильность положения тумблеров (все тумблеры должны находиться **в** нижнем положении);
- включением автомата подать напряжение на станок и стойку ЧПУ;
- на пульте оператора устройства ЧПУ (см. рис.9) установить переключатель режима работ в положение "НАЛАДКА";
- на пульте управления робота (см.рис. 4) тумблер I "СЕТЬ" установить в положение "ВКЛ". При этом должна загореться лампочка 2. Сжатый воздух будет подан в пневмосистему робота;
- поочередно включая тумблеры "КРОНШТЕЙН", "ГОЛОВКА", "ПОВОРОТ", "МАГАЗИН", "КАРЕТКА" проверить функционирование исполнительных механизмов робота.

Для перевода робота в автоматический режим работы необходимо нажать кнопку 4 "СБРОС" (см. рис. 4). При этом шаговый искатель в блоке управления робота будет выведен в исходное положение, **что будет соответствовать** исходному **положению исполнительных** механизмов робота. На пульте заго-

рится сигнальная лампа 3.

Исходным положением механизмов является положение, при котором кронштейн с приводами и закрепленной на нем головкой с приводом находятся в крайнем верхнем положении, ось головки расположена параллельно оси шпинделя станка, кулачки головки разжаты, кулачки токарного патрона сжаты, каретка - в крайнем правом положении.

После установки механизмов робота в исходное положение следует нажать и отпустить кнопку 5 "РАБОТА". Механизмы робота выполняют полный цикл работы.

7 НАЛАДКА РОБОТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

7.1 Наладка робота

Наладку робота на автоматическую загрузку заготовок в патрон произвести в следующей последовательности:

- подготовить кулачковый патрон к работе;
- подготовить и установить на спутниках магазина технологические быстросъемные приспособления;
- установить необходимую головку в зависимости от захватываемого диаметра загружаемой заготовки;
- произвести регулировку жесткого упора перемещения каретки;
- произвести регулировку жесткого упора вертикального перемещения кронштейна у магазина.

7.2 Наладка станка

На пульте управления станком установить требуемую частоту вращения шпинделя - номера скоростей. На пульте системы ЧПУ установить переключатели ввода коррекции в среднее положение.

7.2.1 Установка и настройка инструмента

В качестве приспособления для выставки резцов относительно резцедержателя на станке используется специальное индикаторное приспособление.

Приспособление установить на станок так, чтобы плоскость скобы была параллельно суппорту станка в пределах 0,1мм. После закрепления приспособления на станке установить начальные положения индикаторов:

- на координате "X". Вставить стержень диаметром 8-0,01мм в отверстие скобы индикатора оси "Z", При соприкосновении со **стержнем** индикатор должен показывать 0,1 мм;

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

- по координате " **Z** ". Установить на линейке продольный суппорт в положение 153мм. Вставить индикатор в отверстие скобы так, чтобы при соприкосновении с торцом планшайбы револьверной головки показал "0" с натягом 0,1 мм.

Выставка резцов в револьверной головка заключается в последовательной выставке вершины каждого резца относительно установочных поверхностей резцедержателя револьверной головки и вершин резцов между собой с точностью +/- 0,2 мм, а по высоте резца 10+/- 0,1 мм. Вылет резца для наружного точения рекомендуется по оси X - 28 мм, по оси Z - 14 мм.

По линейкам и лимбам продольный суппорт установить в положение 153 мм лимб "0", а поперечный в положение 28,0 мм лимб "0". Нулевое положение лимбов выставить при исходном положении лампочек индикации на пульте оператора ЧПУ.

7.2.2 Выставка исходного положения револьверной головки относительно координат станка «Хо» «**Zo**».

За начало координат на станке принимается точка пересечения оси шпинделя с торцом патрона (детали). При сборке станка устанавливаются начальные положения координат $X_0=85,0$ мм и $Z_0=34,0$ мм, соответствующие крайним положениям суппортов.

В соответствии с картой наладки выставить исходные положения суппортов (вершину первого по циклу обработки резца) от базового торца приспособления (патрона, оправки) **Zo** и от шпинделя X_0 .

Выставку исходного положения револьверной головки произвести в следующей последовательности;

- подвести продольный суппорт до прикосновения резца с торцом оправки;

- установить "микронный" лимб в положение "0";

- отвести суппорт на величину, равную **Zo**;

- установить заготовку детали;

- включить вращение шпинделя с частотой включения **n** об/мин в соответствии с картой наладки;

- подвести продольный суппорт до соприкосновения с торцом вращающейся детали и проточить торец детали с заданной глубиной резания;

- установить "микронный" лимб в положение "0";

- отвести поперечный суппорт в исходное положение, не трогая продольный;

- выключить шпиндель, снять заготовку, измерить размер между базовыми и обработанным торцом заготовки;

- отвести продольный суппорт на величину **Zo**;

Назначение, состав и технологические возможности
роботизированного технологического комплекса ТПК 125ВН2

- установить поперечный суппорт по показаниям линейки и лимба на величину, равную Хуст. + Хо;
- установить заготовку обрабатываемой детали.

8 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

После ознакомления с расположением и назначением основных узлов, органов управления и индикации роботизированного технологического комплекса работу следует выполнить в такой последовательности:

1. Произвести наладку робота на автоматическую загрузку заготовки в патрон станка.

2. Проверить функционирование всех механизмов робота в режиме "НАЛАДКА".

3. Проверить работу в режиме "АВТОМАТ".

4. В соответствии с картой наладки (см. отчет по лаб. работе «Разработка техпроцесса обработки деталей на РТК», [Электр. ресурс] ДГТУ, сайт ЦДО) установить и настроить инструмент в револьверной головке.

5. Выставить исходное положение револьверной головки относительно координат станка "Хо" и "Zo".

6. Подготовить перфоленту с управляющей программой, полученной при выполнении вышеуказанной лабораторной работы.

7. Вставить перфоленту в фотосчитывающее устройство тремя дорожками внутрь.

8. Нажать кнопку "СЕТЬ" на пульте оператора устройства ЧПУ.

9. Отработать режим "ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ".

10. Проверить правильность подготовленной управляющей программы в режиме "УСКОРЕННАЯ ОБРАБОТКА" без детали.

11. Отработать режим "ПОИСК КАДРА*" по заданию преподавателя.

12. Осуществить ручной ввод числовой информации и провести наблюдения за отработкой *её* управляемым объектом.

13. Произвести автоматическое покадровое считывание и покадровую отработку информации.

14. Отработать режим исходного положения (установка **В** ноль).

15. Установить переключатели режимов работы на станке и пульте оператора ЧПУ **в** положение "АВТОМАТ".

16. На пульте управления станком установить требуемые

частоты вращений шпинделя.

17. Кнопками "ПУСК ЦИКЛА" с пульта управления станком и "ПУСК" с пульта оператора ЧПУ запустить станок без детали и контролировать правильность выполнения программы по цифровой индикации H22-1MT1 и лимбам станка, правильность выбора инструмента, выход в исходное положение, работу робота в цикле.

18. Обработать пробную деталь по программе.

19. На пульте коррекций ЧПУ установить нужную величину коррекция по длине и диаметру на каждый инструмент.

20. Нажать кнопку "ПУСК ЦИКЛА" и произвести обработку детали в автоматическом режиме.

21. Составить отчет о выполненной работе.

9 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Эскиз обрабатываемой детали.
2. Упрощенная структурная схема система ЧПУ.
3. Протокол наблюдений отработки режимов (табл. 1).
4. Заключение по выполненной работе.

Таблица1 - Протокол наблюдений отработки режимов

Режим работы	Числовая информация											Результаты наблюдений	
	N	G	F	X	Y	Z	I	J	K	S	M		L
1.Установка в ноль													
2.Ручной ввод													
3.Поиск кадра													
4.Покадровая работа													
5.Автоматический режим													

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вереина Л.И., Краснов М.М., Фрадкин К.И. Металлообработка: Учебное пособие. – М.: ИНФРА, 2013. – 320 с.
2. Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование. Металорежущие станки: Учебное пособие / М.Ю. Сибикин – М.: ФОРУМ, 2012. – 448 с.
3. Лопыгин А.А., Тверовский Л.В. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM- система. – М.: ДМК Пресс, 2012 – 280 с.
4. Устройства числового программного управления: Учебное пособие для технических вузов / И.Г. Гусев, В.Г. Елисеев, А.А. Маслов - М.: Высш. шк., 1996.