



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Робототехника и мехатроника»

**Методические указания**  
по выполнению лабораторной работы по  
дисциплине «Оборудование  
роботизированных производств»

**«Изучение конструктивных  
особенностей и наладка  
роботизированного техно-  
логического комплекса  
мод. БРСК–01»**

Автор  
Череватенко В.А.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Дано описание конструктивных особенностей, состава, технологических возможностей и наладки роботизированного технологического комплекса мод. БРСК-01

Предназначены для бакалавров направления 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

## Автор

доцент кафедры «РиМ»  
Череватенко Виктор Алексеевич



## Оглавление

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ .....	4
2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....	4
3. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО РТК МОД. БРСК -01.....	5
4 МЕТОДИКА НАЛАДКИ ИНСТРУМЕНТА.....	24
5 СОСТАВЛЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ РАБОТЫ РТК .....	27
6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАЛАДКИ РТК И ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....	29
7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА .....	29

## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с назначением, устройством, техническими характеристиками, принципом работы и наладки роботизированного технологического комплекса.

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Промышленный робот (ПР) относится к обширному классу машин, называемых манипуляторами.

Манипулятор - управляемое устройство, оснащенное рабочим органом и предназначенное для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека, при перемещении объектов в пространстве.

Автооператор – автоматическая машина, включающая в себя манипулятор (или манипулятор и устройство передвижения) и не перепрограммируемое устройство управления.

Промышленный робот (ПР) – автоматическая машина, включающая в себя захватное устройство и перепрограммируемое устройство управления и предназначенная для выполнения (в процессе производства) двигательных и управляющих функций, заменяющих аналогичные функции человека, при перемещении предметов производства и (или) технологической оснастки.

Промышленный робот состоит из исполнительного устройства, устройства управления и рабочего органа.

Исполнительным называют устройство, осуществляющее все двигательные функции промышленного робота.

Устройство управления формирует и выдает управляющие команды исполнительному устройству в соответствии с управляющей программой.

Рабочий орган (сварочная головка, распылитель краски, захватное устройство и др.) непосредственно выполняет технологические или вспомогательные операции.

Управляющая программа (УП) – это совокупность команд, определяющих заданное функционирование промышленного робота и его взаимодействие с обслуживаемым технологическим оборудованием.

Снабженные роботами технологические ячейки, участки, линии именуется роботизированными технологическими комплексами (РТК).

РТК — совокупность единиц технологического оборудования, промышленного робота и средств оснащения, автономно функционирующая и осуществляющая многократные циклы.

Простейшим типом РТК является роботизированная технологическая ячейка. В ней выполняется минимум основных технологических операций.

### 3. НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО РТК МОД. БРСК -01

РТК мод. БРСК-01 (рис.1) предназначен для токарной обработки (в патроне) широкой номенклатуры деталей диаметром 40-160 мм и массой до 10 кг в условиях мелкосерийного и серийного производства. В состав РТК входят токарно-револьверный станок мод. 1В340Ф30 (поз.1), ПР мод. М20Ц48.01 грузоподъемностью 20 кг (поз.5), делительно-поворотного стола УХ2034 (поз.2), гидростанция (поз.3) и электрошкаф станка (поз.4).

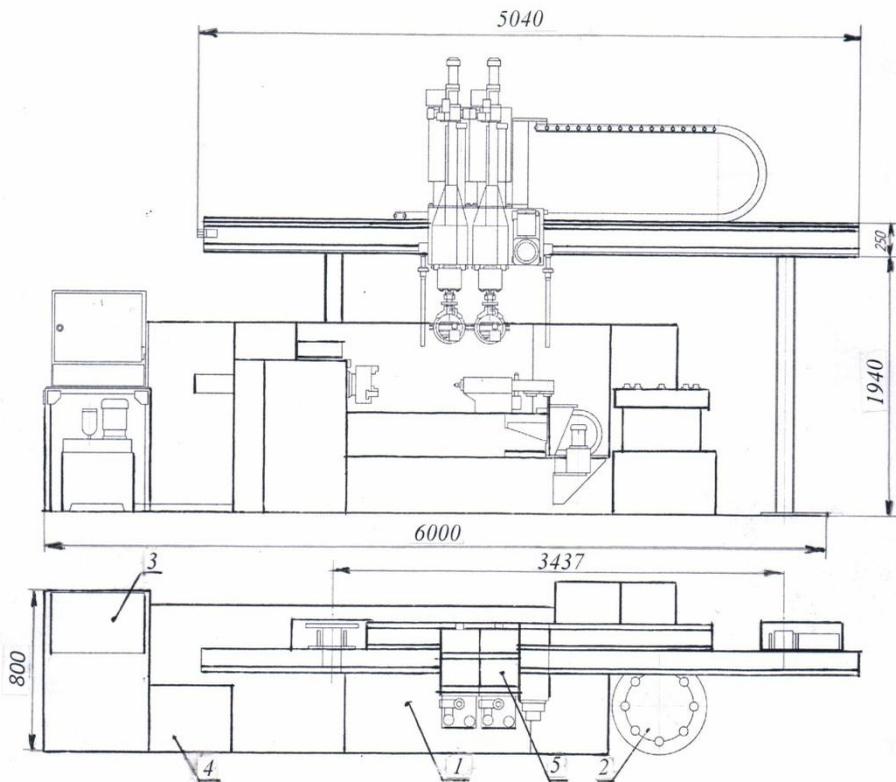


Рисунок 1 – Планировка РТК мод. БРСК-01

### **3.1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О РАБОТЕ И УСТРОЙСТВЕ СТАНКА МОД. 1В340Ф30**

Станок мод. 1В340Ф30 состоит из станины, коробки скоростей, механизма зажима и подачи материала, бабки шпинделя, суппортов револьверного и отрезного, приводов поперечных и продольных подач, пультов управления, гидростанции и др.

Станина состоит из основания, станины верхней и встроенной автоматической коробки скоростей типа АКС.

В нишах основания смонтированы станция смазки и станция охлаждающей жидкости. С левого торца основания на подмоторной плите установлен электродвигатель главного движения, а на задней стенке на подвижной плите – коробка скоростей.

Вращение от двигателя на входной вал коробки скоростей и с выходного вала на шпиндель передается плоскозубчатыми ременными передачами.

В четырехваловой коробке скоростей имеется пять электромагнитных муфт типа ЭТМ – 104, которые, включаясь попарно, дают на выходном валу 12 ступеней чисел оборотов.

Торможение выходного вала и коробки скоростей осуществляется одновременным включением трех муфт (типа ЭТМ – 114) на выходном валу при отключенных остальных муфтах.

Реверсирование шпинделя осуществляется электродвигателем.

Механизм зажима и подачи материала предназначен для зажима и подачи пруткового материала, а также для зажима штучных заготовок в трехкулачковом патроне. Конструкция механизма, включающая подвижную и неподвижную цанги зажима, обеспечивает высокую стабильность положения ( в пределах 0,2 мм) торца зажатого прутка.

Шпиндельная бабка устанавливается в горизонтальной плоскости станины и жестко крепится десятью болт

Основным элементом шпиндельной бабки является шпиндель, смонтированный на роликовом двухрядном подшипнике и радиально-упорном подшипнике.

Суппорт револьверный предназначен для сообщения режущему инструменту, закрепленному в револьверной головке, рабочим и вспомогательным перемещением по двум осям. Суппорт состоит из корпуса и поперечной каретки, в которой закреплена револьверная головка с механизмом зажима-разжима и поворота револьверной головки. Восьмипозиционная револьверная головка установлена на поршне цилиндра в упорных подшипниках и поворачивается вокруг вертикальной оси при помощи гидродвига-

## Оборудование роботизированных производств

теля через червячную пару, фланец, шестерню и вал.

Для ограничения перемещения револьверного суппорта по осям X и Z служат станции конечных выключателей.

Суппорт отрезной предназначен для проведения токарных работ по отрезке заготовок, подрезке торцев, прорезке канавок, проточке за буртом с применением копировального приспособления.

Продольные и поперечные перемещения револьверного суппорта осуществляются при помощи высокомоментных электродвигателей мощностью 1,5 кВт и частотой вращения 1000 мин. Для контроля положения револьверного суппорта имеются датчики обратной связи, валы которых соединены с парами винт-гайка качения при помощи специальных муфт.

Пульты управления станка показаны на рис.2.

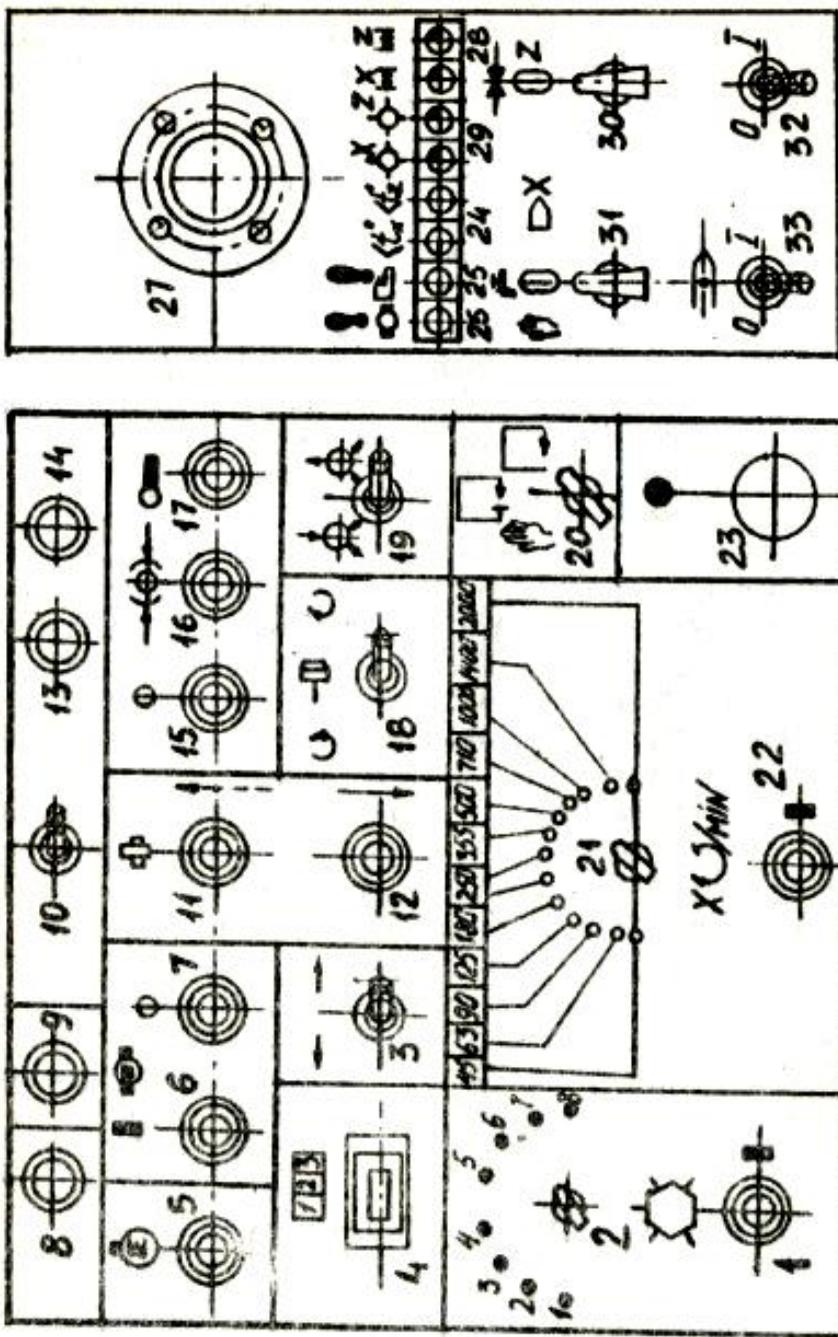


Рисунок 2 – Пульты управления станка

## Оборудование роботизированных производств

На рис.2: 1 – кнопка «Поворот револьверной головки»; 2 – переключатель «Выбор позиции револьверной головки»; 3 – тумблер «Разгрузочное устройство»; 4 – счетчик деталей; 5 – кнопка «Пуск гидропривода»; 6 – кнопка «Пуск приводов подач»; 7 – кнопка «Останов приводов подач»; 8 – сигнальная лампа «Отсутствии давления в системе смазки»; 9 – сигнальная лампа «Отсутствии давления в гидросистеме»; 10 – тумблер «Освещение»; 11 – кнопка «Исходное положение отрезного суппорта»; 12 – кнопка «Работа отрезного суппорта»; 13 – сигнальная лампа «Отсутствие питания на приводах»; 14 – сигнальная лампа «Станок включен»; 15 – кнопка «Останов шпинделя»; 16 – кнопка «Тормоз шпинделя»; 17 – кнопка «Пуск шпинделя»; 18 – тумблер «Выбор направления вращения шпинделя»; 19 – тумблер «Зажим-разжим изделия»; 20 – переключатель «Выбор пульта управления»; 21 – переключатель «Выбор скорости шпинделя»; 22 – кнопка «Прерывание оборотов шпинделя»; 23 – кнопка «Аварийный стоп»; 24 – сигнальные лампы «Тепловой перегрев приводов»; 25 – сигнальная лампа «Сбой станка»; 26 – сигнальная лампа «Сбой приводов»; 27 – механический штурвал; 28 – сигнальные лампы «Ограничение перемещения суппорта по осям»; 29 – сигнальная лампа «Исходное положение суппорта по осям»; 30 – переключатель «Зажим осей»; 31 – переключатель «Охлаждение»; 32 – тумблер «Прерывание рабочей подачи»; 33 – тумблер «Подтверждение останова».

Станок оснащен оперативной системой ЧПУ «Электроника НЦ-31», которая совмещает в себе традиционные функции систем ЧПУ (ввод и коррекция программы обработки, управление станком) с функциями расчета управляющей программы по минимальному объему исходных данных непосредственно на рабочем месте. Рассматриваемая система имеет широкие технологические возможности по заданию и коррекции программы в режиме диалога оператора с устройством ЧПУ.

Программа обработки детали, записанная технологом-программистом или оператором в виде символов, определенных математическим обеспечением системы, вводится в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ) с клавиатуры пульта управления (рис. 3).

Устройство оперативного программного управления (ОПУ) вырабатывает сигнал напряжения, пропорциональный заданной программой скорости перемещения, и подает его на вход тиристорного преобразователя. Преобразователь передает напряжение на якорь двигателя постоянного тока, который начинает вра-

щаться, передавая вращение ходовому винту и перемещая суппорт.

Обратная связь по скорости снимается тахогенератором и служит для поддержания постоянства заданной скорости. Датчики положения (АП) дают сигналы на вход измерительной системы устройства ОПУ и сообщает им реальные координаты рабочего органа (РО). По достижении РО заданной координаты сигнал задания скорости снимается, и двигатель останавливается.

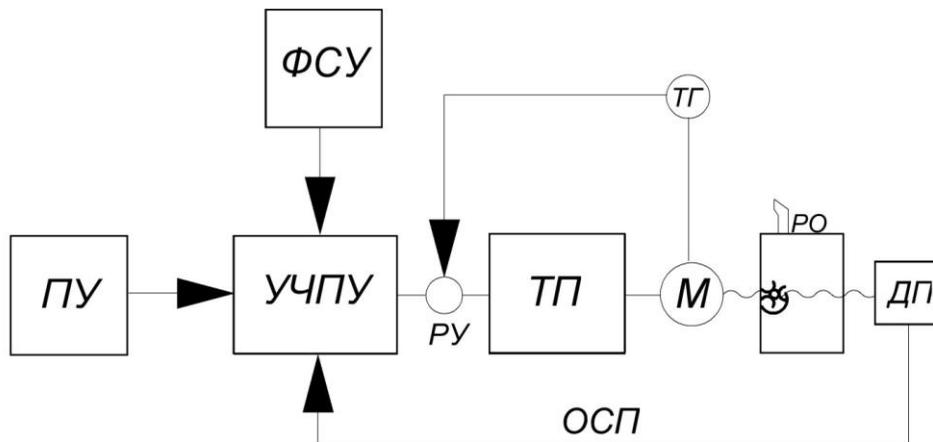


Рисунок 3 - Принципиальная схема управления перемещением реза:

ТП - тиристорный преобразователь; ФСУ – фотосчитывающее устройство; М – электродвигатель; ОСС – обратная связь по скорости; ОСП – обратная связь по положению; ПУ – пульт управления; ТГ – тахогенератор; РО – рабочий орган; ДП – датчик положений; РУ – регулирующее устройство.

Микропроцессорное устройство ЧПУ на базе микро-ЭВМ «Электроника НЦ-31» конструктивно выполнено в виде объединенного блока, который встраивается в специальный вентилируемый отсек фартука станка, защищенный от попадания стружки, масла, эмульсии и пыли.

В состав устройства входят (рис.4) процессоры 1,2 ; память 3,4; пульт оператора 5, адаптер канала и таймеров 6, контроллер электроавтоматики 7, контроллер импульсных преобразователей 8, контроллер электропривода 9. Все функциональные модули структурной схемы УЧПУ взаимодействуют между собой с использованием магистрали, которая построена по принципу «Общая

шина».

На общей магистрали одновременно могут взаимодействовать только два модуля из общего числа модулей, подключенных к магистрали. Бывают двух видов: передача управления магистралью, обмен информацией.

В свою очередь, взаимодействие «обмена информацией» подразделяется на чтение по адресу, запись по адресу, чтение по адресу с последующей записью по этому адресу.

Все подключенные к магистрали модули делятся на ведущие или ведомые. Ведущие модули (1, 2, 5, 6, 7, 8) в процессе работы требуют обмена информацией с другими ведомыми модулями или прерывают работу других модулей. Ведомые модули (3, 4, 9) участвуют в обмене информацией только после адресного вызова, поступившего от ведущего модуля.

Обмен информацией между модулями осуществляется 16-разрядными словами. Адрес хранения слова также представляется в виде 16-разрядного двоичного кода. Объем адресного пространства, в котором возможны обмены по общей магистрали, равен  $64K$ , где  $K=1024$ .

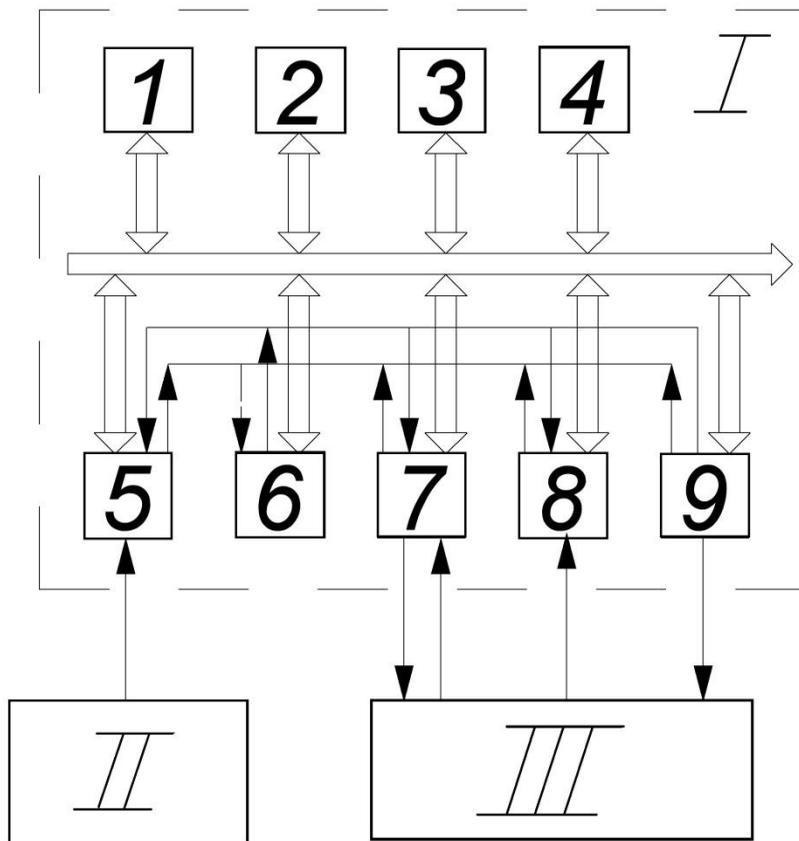


Рисунок 4 - Структурная схема контурного микропроцессорного устройства ЧПУ на базе микро-ЭВМ «Электроника НЦ-31»: I – устройство ЧПУ; II – оператор; III- станок.

Запросы на обмен информацией по магистрали возникают от ведущих модулей асинхронно и независимо. Для обеспечения истинности обмена в составе первого процессора (3) имеется функциональный узел – арбитр магистрали одному из нескольких ведущих модулей, запросивших обмен.

Кроме общей магистрали имеется дополнительный канал, по которому связаны только модули 5, 6, 7, 8, 9. Если общую магистраль представить в виде кольцевой магистрали, то этот дополнительный канал является радиальным преобразованием

## Оборудование роботизированных производств

магистралами. Модуль 6, подключенный к общей магистрали, преобразует (соответствующим образом) сигналы на магистраль и управляет обменами с модулями 5, 6, 7, 8, 9, используя радиальный принцип управления. Этот дополнительный канал управления увеличивает функциональную гибкость УЧПУ в целом и позволяет сократить аппаратную часть в модулях 5, 7, 8, 9.

Процессоры 1,2 являются одной из основных частей ЧПУ, выполняют алгоритмы работы устройства и осуществляют весь процесс обработки данных(включая интерполяцию), поступающих на его входы( из программы обработки детали, данные коррекции программы и из контроллера импульсных преобразователей).

Выходные сигналы процессоров поступают на ряд узлов, в том числе и на контроллер электропривода. Всего в устройстве два процессора, построенных на основе больших интегральных схем, что позволило получить у них малые габариты при больших функциональных возможностях.

Память является важной частью устройства, и выполняется в виде постоянной и оперативной памяти 3 и внешней памяти 4. Постоянная память имеет емкость до 8 Кбайт ( с резервированием места для расширения до 16 Кбайт) и хранит неизменную часть программ. Содержимое ее не изменяется в процессе выполнения программ. Оперативная память имеет емкость 4 Кбайт и используется для хранения программ обработки деталей и промежуточных результатов. Содержимое ее может изменяться в процессе исполнения программы. Модуль внешней памяти 4, представляющий собой кассету электронной памяти емкостью 4 К слов, выполняет следующие функции: расширение объема оперативной памяти УЧПУ от 4 К до 8 К слов; ввод в УЧПУ или вывод из УЧПУ отлаженной программы обработки детали в целях дальнейшего тиражирования этой программы для других станков с подобным УЧПУ. При отключении кассеты от разъема модуля информации в кассете сохраняется в течение 100 ч. Благодаря использованию автономного источника питания.

Пульт оператора 5 обеспечивает управление на разных режимах работы УЧПУ. Он состоит из цифровых индикаторов, клавиш и дискретных индикаторов, объединенных в группы по функциональному признаку с учетом удобства работы оператора.

Адаптер каналов и таймеров 6 функционально и конструктивно является самостоятельным устройством и имеет два интерфейсных стыка. Он выполняет функцию преобразования магистрали в радиальный канал управления модулями 5,7, 8, 9. Помимо этого модуль 6 реализует функцию временного отсчета про-

## Оборудование роботизированных производств

граммно задаваемых интервалов времени. Дискретность задания интервала  $\Delta t=0,1$  мс ; максимально возможная длительность задаваемого интервала 64 тысячи дискрет. Задание на отработку интервала времени может поступить в модуль 6 от любого из процессоров (1, 2). По окончании отработки заданного интервала времени модуль 6 сообщает об этом процессорам 1 и 2, вызывая их прерывание.

При необходимости обмена информацией с пульта оператора или с одним из контроллеров (7, 8, 9) инициатор обмена запрашивает разрешение захвата общей магистрали и после разрешения генерирует адрес ведомого устройства. Модуль 6 преобразует этот адрес в радиальное воздействие на вызываемый в обмене ведомый модуль. По окончании обмена информацией магистраль освобождается.

При необходимости задавать таймеру в модуле 6 отработку временного интервала инициатор такого задания через магистраль по адресу таймера выдает код значения временного интервала. Этот код записывается в таймер, и с момента этой записи начинается отсчет заданного интервала в реальном времени с дискретной  $\Delta t=0.1$  мс. Можно запретить прерывание процессоров 1 или 2 от таймера по истечении заданного временного интервала, что обеспечивается адресной записью определенной информации в регистр памяти таймера.

Контроллер электроавтоматики 7 осуществляет переключение исполнительных реле станка и прием сигналов состояния контактов реле и кнопок, расположенных в электросиловой части станка, т.е. необходимое электрическое согласование сигналов между УЧПУ и электроавтоматикой станка. Кроме того, модуль КЭ сигнализирует процессору 1 об изменении состояния электроавтоматики станка, в результате чего происходит прерывание процессора 1 при изменении любого из сигнализаторов электроавтоматики. Во время работы УЧПУ любой из процессоров (1 или 2) может записать на этот регистр необходимую информацию. Интерфейс модуля электроавтоматики имеет 16 входных и 16 выходных линий.

Контроллер импульсных преобразователей 8 предназначен для приема сигналов с фотоэлектрических импульсных преобразователей, установленных на приводах, шпинделе, штурвале, и преобразования их в стандарте, цифровые сигналы, воспринимаемые цифровыми блоками устройства ЧПУ на базе микроЭВМ «электроника НЦ-31». Электрическое преобразование сигналов, поступающих от датчиков, выполняется с помощью оптронов, а

логическое преобразование унитарного кода в двоичный код – посредством двоичного счетчика. Эти счетчики доступны ( по чтению) процессорам 1, 2. По окончании чтения счетчик обнуляется. На модуль 8 поступают унитарные коды от четырех датчиков, размещенных на осях X, Z, маховичке и шпинделе станка.

Показания счетчика, связанного с датчиком шпинделя, характеризуют частоту вращения шпинделя, обеспечивающую нарезания резьбы. Показания счетчиков, связанных с датчиками осей X и Z, определяют относительные линейные перемещения режущего инструмента станка по этим осям. Показания счетчика, связанного с датчиком маховичка, определяют относительное линейное перемещение резца (по оси X или Z), задаваемое оператором вручную (вращением маховичка).

Контроллер привода 9 обеспечивает управление от устройства ЧПУ скоростью движения (подачи) режущего инструмента по осям Z и Z, выполняя при этом функцию преобразования двоичного кода скорости подачи (за счет наличия цифроаналогового преобразователя) в строго пропорциональный этому коду аналоговый сигнал. В состав модуля 9 входит в 12-разрядных регистра ( по одному на координату) , каждый из которых имеет свой фиксированный адрес в общей магистрали. Любой из процессоров может записывать в эти регистры необходимые коды скорости. Аналоговый сигнал изменяется в диапазоне от -10В до +10В.

Нулевой код соответствует отсутствию движения режущего инструмента по соответствующей оси.

Принцип работы устройства ЧПУ на базе микроЭВМ «Электроника НЦ-31» заключается в следующем. Программа обработки детали и необходимые данные о ее коррекции с пульта оператора вносятся в оперативное запоминающее устройство и запоминаются в нем. В ходе работы устройства ЧПУ процессоры осуществляют необходимую обработку информации с учетом сигналов обратной связи и выдают ее на электронные блоки, в том числе и на контроллер привода. В последнем осуществляется преобразование кода скорости подачи в аналоговый сигнал, который направляется в электропривод станка. Электропривод приводит во вращательное движение ходовой винт передачи винт-гайка качения и таким образом осуществляется перемещение суппорта станка в определенном направлении.

### **3.1.1 Режимы работы станка**

С помощью автоматического или ручного управления от пульта станка осуществляют поиск кадра, начальную установку

(сброс), ввод и размещение программ обработки в оперативной памяти, их редактирование, вывод, проверку выполнения программ обработки баз перемещения органов управления, ручное управление исполнительными органами станка и электроавтоматикой, работу в однопроходных и многопроходных (продольных и поперечных) автоматических циклах (в том числе многопроходное нарезание резьбы), обработку по дуге окружности, повторение части программы заданное число раз, коррекцию зазоров звеньев кинематики станка, смещение инструмента (ручное от маховичка и по программе), изменение скорости подач в автоматическом режиме.

Техническая характеристика ЧПУ.

Дискретность задания геометрической информации, мм:	
по оси <b>X</b> .....	0,01
по оси <b>Z</b> .....	0,01
Наибольшая величина перемещений, задаваемых	
\ в кадре, мм.....	999,99
Диапазон рабочих подач, мм/об .....	0,01...40,95
резьбонарезание.....	7000
автоматическая обработка.....	5000
ускоренное перемещение.....	10000
Габаритные размеры, мм.....	483x335x300
Габаритные размеры блока питания, мм .....	344x250x175
Масса ( с блоком питания), кг, не более.....	40.

Информация задается в абсолютных и относительных размерах.

### **3.1.2 Пульт оператора**

Пульт оператора (рис.5) включает в себя ряд органов управления и индикации, расположенных на левой панели. С пульта устройства оператор может ввести программу обработки емкостью до 250 и более кадров. Наибольший по информационному объему кадр может содержать: символ координат (**X** или **Z**), знак числа ( + или -), число из шести десятичных цифр, признак фаски ( +45°, - 45°, нет).

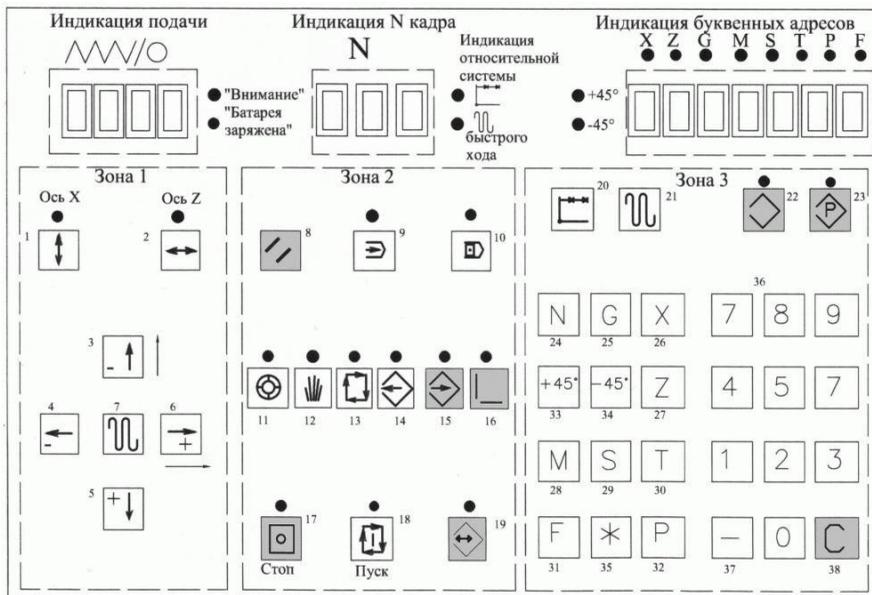


Рисунок 5 - Панель пульта оператора устройства ЧПУ на базе микроЭВМ «Электроника НЦ-31»

Рассмотрим назначение клавиш пульта, объединив их в группы по функциональному признаку. Режим задается нажатием клавиши. Предыдущий режим отменяется. Индикатор над клавишей сигнализирует о разрешении работать в данном режиме или подрежиме. Нумерация клавиш на рис.5 условная.

Управление рабочими перемещениями суппорта в ручном режиме (зона1). Клавиша 1 – поперечное перемещение рабочего органа и индикации положения по оси **X**. При нажатии на клавишу в случае вращения ручного маховичка суппорт перемещается в поперечном направлении, а при нажатии на клавишу во время автоматической обработки программы на цифровом индикаторе выдается информация о положении суппорта по оси **X**.

Клавиша 2 – то же, по оси **Z**. После первого нажатия клавиши 1 и 2 остаются включенными, горит соответствующая сигнальная лампочка. Клавиши и сигнальные лампочки выключаются после повторного нажатия.

Составление и ввод УП для обработки деталей производится оператором непосредственно на клавиатуре пульта станка с использованием буквенных адресов и цифровой нумерации функ-

ций.

Устройство ЧПУ, установленное на станке, включается непосредственно при подаче питающего напряжения на блок питания. При подаче напряжения происходит запуск резидентного проверяющего теста. На индикаторах пульта оператора отображается количество циклов проверок и тип обнаруженной неисправности. Если устройство неисправно, то постоянно идет циклическая проверка ячеек УЧПУ и на индикаторе подачи последовательно высвечиваются цифры 101,201,202... и т.д. до 277, после чего увеличивается на единицу число, состоящее на индикаторе номера кадра. Время полного одного цикла проверка занимает около пяти минут. Прохождение теста можно прервать нажатием клавиши 18, после чего ЧПУ переходит в режим работы со станком. При обнаружении неисправности загораются все буквенные индикаторы и на индикаторе числа стоит код неисправности. После устранения неисправности можно включить привод станка.

В каждый момент времени можно работать только в одном из режимов. Переход от одного режима к другому осуществляется нажатием соответствующей клавиши включения режима. После нажатия клавиши над ней загорается индикатор, сигнализируя о том, что система готова к работе в выбранном режиме. Предыдущий режим отменяется и устройство переходит в новый режим работы. Индикатор подрежимов предыдущего режима и индикаторы числа гаснут. При переходе из режима вывода в режим ввода находящаяся на индикаторе информация сохраняется, позволяя редактировать выведенный кадр или параметр.

*Режим ручного управления* используется для управления перемещениями суппорта от клавиши ручного управления как на быстром ходу, так и на скорости заданной ручной подачи. Переход в этот режим осуществляется нажатием клавиши 12.

Ускорение перемещения осуществляется одновременным нажатием одной из клавиш 3,4,5 или 6 и клавиши ускоренного перемещения 7. Перемещение осуществляется до тех пор, пока клавиши нажаты.

Перемещение суппорта на скорости рабочей подачи осуществляется только от клавиш 3,4,5 или 6. При этом должна быть задана скорость подачи и включено вращение шпинделя.

Ввод величины рабочей подачи производится в следующей последовательности. Нажать клавишу 31, затем величину подачи в дискретах на оборот на клавишах 32. Нажатием клавиши 15 набранное значение вводится в устройство. В результате значе-

ние подачи на индикаторе III число гаснет и появляется на индикаторе подачи I.

Введенное значение подачи сохраняется устройством до введения нового значения подачи. Оно не зависит от изменения значения подачи автоматического режима и каждый раз при переходе в ручной режим восстанавливается на индикаторе подачи.

*Подрежим выхода в фиксированную точку* служит для привязки измерительной системы устройства ЧПУ и базовой поверхности станка. Эта точка служит промежуточной нулевой точкой, к которой затем осуществляется привязка инструмента. Подрежим устанавливается нажатием кнопки 20. Затем устанавливается рабочая подача, включается главный привод (МЗ), устанавливается скорость вращения  $S$  и с помощью кнопок ручного управления координатами раздвигатель подводится для наезда на кончик. Следует иметь в виду, что съезжать с кончиков надо в направлении точки, относительно которой производится привязка. Для повторения цикла по другой оси нужно повторно нажать клавишу 20.

*Автоматический режим работы* предназначен для отладки (проверки правильности) и выполнения предварительно введенной программы обработки детали.

В автоматический режим устройство переходит при нажатии клавиши 13. Над ней загорается лампочка. Одновременно загорается лампочка над клавишей 10.- подрежим покадровой работы.

Для отладки УП используются два подрежима: покадровой отработки – с остановкой после выполнения каждого элемента УП и подрежим отработки без перемещения суппорта. Отлаженная программа автоматически выполняется при отмене этих подрежимов.

В покадровом режиме после нажатия клавиши 18 устройство обрабатывает один элемент УП. Для отработки следующего элемента УП нужно снова нажать на эту клавишу.

Выполнение УП можно прервать нажатием клавиши 17. При этом отстанов происходит в любом месте траектории.

В подрежиме отработки без перемещения система не выполняет перемещения суппорта, а только имитирует это перемещение. Имитируемое перемещение можно наблюдать и проверить включив индикацию положения 1 или 2. В этом случае на индикацию будет выводиться расчетное положение. После того как УП проверена, можно приступить к выполнению ее в чисто авто-

## Оборудование роботизированных производств

матическом режиме. Для этого стоит набрать номер начального кадра УП (чаще всего это ноль), нажать клавиши 8 или 18. Над клавишей 18 загорится индикаторная лампочка, что свидетельствует о начале выполнения УП в автоматическом режиме.

*Режим размерной привязки инструмента* необходим в тех случаях, когда производится установка инструмента, либо по мере износа уже установленного инструмента. Это процедура размерной привязки инструмента и измерительной системы УЧПУ.

Перед привязкой инструмента необходимо вызвать инструмент в рабочую позицию, т.е. набрать T (номер инструмента).

Режим размерной привязки инструмента включается клавишей I6. Затем осуществляется в следующей последовательности: включается шпиндель и в режиме I2 инструмент подводится к детали; в режиме 11 производится проточка вдоль образующей детали; шпиндель останавливается и производится замер диаметра; устройство переводится в режим 16 и замеренный диаметр вводится в память; включается шпиндель и в режиме 12 инструмент подводится к торцу детали, производится точение торца; инструмент отводится по оси X, останавливается шпиндель, производится замер от торца детали до зажимных кулачков патрона, из замеренной величины вычитается припуск; устройство переводится в режим 16 и замеренная величина вводится в память.

*Переход в режим ввода программы* осуществляется при нажатии клавиши 15. Индикатор над ней загорается. Затем нажать клавишу 22 деблокировки памяти. В режиме входа индикатор над этой клавишей должен постоянно гореть, а над клавишей 23 погашен. Кадр состоит из трех частей: номер кадра, буквенный адрес и признаки (относительная система, быстрый ход,  $+45^\circ$ ,  $-45^\circ$ ).

После ввода кадра на индикаторе П увеличивается на 1, но если перейти в режим индикации, то номер уменьшится на 1 и будет указывать на номер только что введенного кадра.

*Переход в режим вывода (индикации)* производится нажатием клавиши 14 и подтверждается срабатыванием контрольного индикатора над клавишей. В этом режиме особое внимание нужно уделять значению индикатора номера. Именно это значение указывает номер кадра программы или параметра, который введен на индикацию.

Тип индикации определяется состоянием индикатора над клавишей 23. Если индикатор погашен, то индицируются кадры программы обработки, если индикатор горит – индицируются па-

раметры и станка, и устройства. Состояние индикатора меняется при каждом нажатии клавиши 23. Состояние индикатора над клавишей 22 не влияет на тип индикации.

*Вход в режим обучения* осуществляется нажатием клавиши 22. Для выхода из режима обучения нужно повторно нажать клавишу 22.

В режиме обучения формирование кадров M,S,T, и F происходит автоматически при их обработке системой.

*Редактирование программ* осуществляется в двух режимах: вывода на индикацию и ввода. В режиме вывода осуществляется просмотр введенной программы с целью контроля. В этом же режиме производится вызов измененного кадра, если ошибка обнаружена при отработке, или требуется ввести изменения. В этом случае вызов режима вывода производится нажатием клавиши 14. В режиме вывода можно вводить параметры станка и системы и работать с архивами программ обработки.

*Ввод и индикация параметров станка* производится соответственно в режиме вывода при деблокировки памяти, в режиме вывода только в подрежиме работы с параметрами. Подрежим включается клавишей 23. Индикатор под клавишей загорается, сигнализируя о нахождении в данном подрежиме. Оператору станка предназначается область параметров с адресом Р. Для чтения (записи) параметров этой области необходимо нажать клавишу 14 или 15 и 22, затем деблокировать область параметров клавишей 23, набрать номер кадра, установить адрес области Р (нажать клавишу 32 и набрать его значение клавишами 36).

### 3.2 ПРОМЫШЛЕННЫЙ РОБОТ М20Ц.48.01

Специализированный ПР М20Ц.48.01 предназначен для выполнения загрузочно –разгрузочных операций при обслуживании токарно-револьверного станка мод.1В340Ф30. ПР приспособлен для работы с накопителем заготовок и деталей, уложенных на делительно-поворотном столе в ориентированном виде. Типовая деталь – короткие тела вращения (типа фланцев) диаметром от 40 до 160мм и высотой до 160мм.

Промышленный робот имеет порталную конструкцию (см. рис.1). Каретка перемещается по монорельсу, закрепленному на портале, который установлен на колоннах.

На каретке установлены две поворотные плиты, к каждой из которых крепится корпус выдвижной руки. Робот имеет две руки – разгрузочную и загрузочную, имеющих одинаковую конструкцию.

## Оборудование роботизированных производств

Управление ПР осуществляется от устройства ЦПУ типа УЦМ-663.

Устройство модели УЦМ-663 построено по принципу синхронного программного автомата с жестким циклом управления. Управляющая программа хранится в блоке памяти и сохраняется при отключении питания. По заданной управляющей программе в блоке управления обрабатывается информация. Затем через блоки выходных матриц и выходных усилителей управляющие команды выдаются на ПР и технологическое оборудование. Управляющие команды блока управления формируются на основе информации, поступающих из следующих блоков: памяти управляющей программы; связи с ПР и технологическим оборудованием; накопителя информации датчиков ПР.

Привод горизонтального перемещения каретки по моно-рельсу осуществляется электродвигателем постоянного тока типа ДПУ 160.

Вертикальное перемещение каждой руки производится пневмоцилиндром, штоки которого связаны с рукой через пружину, позволяющую осуществлять движение до упора схвата в заготовку или деталь.

### 3.2.1 Основные технические характеристики работа

1. Грузоподъемность, кг.....10x2
2. Количество степеней подвижности.....9
3. Максимальный горизонтальный ход каретки, мм.....3500
4. Максимальный вертикальный ход каретки, мм.....630
5. Угол поворота схвата, град.....90
6. Максимальная скорость линейных перемещений, м/с:  
каретки.....1,2  
руки.....0,5
7. Точность позиционирования каретки, мм.....  $\pm 1$
- 8.

### 3.3 ДЕЛИТЕЛЬНО – ПОВОРОТНЫЙ СТОЛ МОД. УХ2034

Делительно-поворотный стол относится к вспомогательному оборудованию РТК.

Делительно-поворотный стол мод. УХ2034 содержит корпус с вертикальной осью, планшайбу, а также привод ее поворота, включающий мальтийский механизм и механизм фиксации планшайбы в заданном положении.

Мальтийский механизм - [механизм](#) прерывистого движения, преобразующий равномерное вращательное движение в прерыви-

стое вращательное движение. Мальтийские механизмы отличаются высоким КПД и простотой конструкции. Они обеспечивают достаточную плавность и быстроту поворота при высокой надежности в работе. К их недостаткам относятся непостоянство скорости креста и связанных с ним деталей, большие пики ускорения (особенно при малом числе пазов), что вызывает повышенные инерционные нагрузки. Для обеспечения плавной работы механизма угловая скорость креста должна быть равна нулю в момент входа пальца кривошипа в паз креста и в момент выхода из него. Для этого центр кривошипа расположен так, чтобы в момент входа и выхода пальца вектор его скорости был направлен вдоль оси паза креста.

Планшайба стола закреплена на стакане, смонтированном на опорах качения на оси. Механизм фиксации планшайбы выполнен в виде фиксатора, установленного в корпусе с возможностью поворота и подпружиненного в направлении планшайбы. На боковой поверхности планшайбы имеются пазы для захода фиксатора. На фиксаторе расположен ролик, контактирующий с копиром, закрепленном на валу, смонтированном в корпусе параллельно оси.

Привод поворота планшайбы включает червячный механизм, червяк которого имеет возможность кинематического соединения с двигателем, а червячное колесо закреплено на валу. Диск с пазами мальтийского механизма выполнен на стакане, а поводок установлен на диске, закрепленном на корпусе.

УХ2034 - восьмипозиционный поворотный стол с восемью ячейками. В начале работы РТК семь ячеек заполнены заготовками, а одна не занята, так как предназначена для готовых деталей. В каждую ячейку устанавливают по несколько деталей. Расположение ячеек и деталей на столе показано на рис.б.

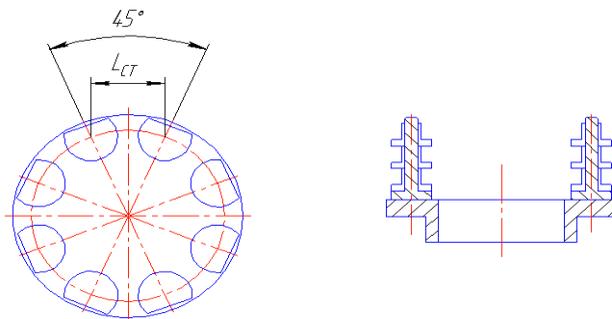


Рисунок 6 – Схема расположения ячеек и деталей на столе  
 Электромеханический привод стола с мальтийским механизмом поворота показан на рис.7. На рис.7а – кинематическая схема привода, на рис.7б – мальтийский механизм.

Привод состоит из электродвигателя 1, червячной передачи 2, мальтийского механизма 3 с внешним зацеплением и блока зубчатых колес 4, соединяющих мальтийский крест 3 с индексирующим столом 5.

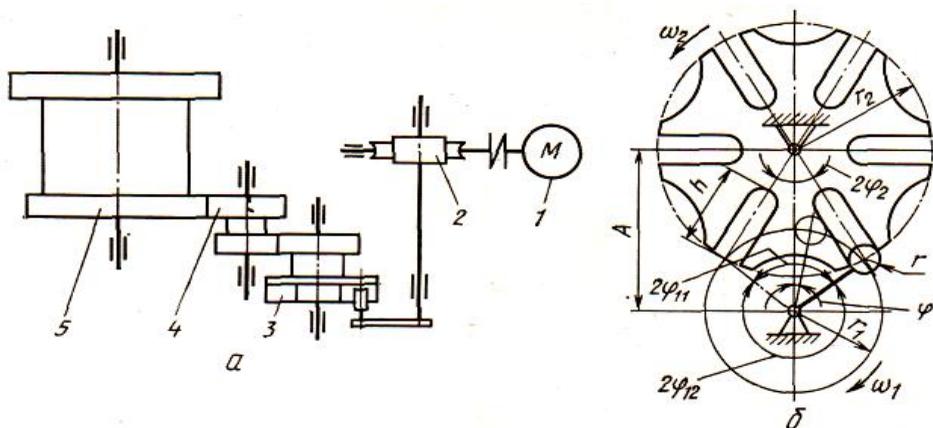


Рисунок 7– Электромеханический привод стола

#### 4 МЕТОДИКА НАЛАДКИ ИНСТРУМЕНТА

В качестве нулевых точек станка принимается положение револьверного суппорта, при котором ось инструментальных отверстий головки совпадает с осью шпинделя, и суппорт зажимает крайнее правое положение, обеспечивающее поворот револьверной головки с инструментом с минимально возможным расстоянием между заготовкой и самым длинным инструментом.

Для обеспечения безопасности обслуживания станка минимально допустимый вылет инструмента от грани револьверной головки не должен превышать 200 мм.

Выход инструмента на ось X возможен двумя способами:

- а) с помощью чистовой проточки образца;
- б) с помощью контрольной оправки.

Первый способ заключается в следующем. Зная расстояние от режущей кромки до оси державки, в которой установлен резец, и полученный в результате проточки диаметр, определяем величину, на которую необходимо отметить поперечную каретку суппорта. Смещение с учетом знака производится по индикации оси

Х.

С помощью контрольной оправки, установленной в инструментальной отверстии с минимальным зазором и индикатора с ценой давления 0,001 мм, установленного на шпинделе в горизонтальной плоскости.

Поворачивая шпиндель на  $180^\circ$ , и смещая револьверную головку с оправкой по оси X (поперечное направление), добиваются соосности шпинделя с оправкой (индикатор при повороте шпинделя на  $180^\circ$  показывает одну и ту же величину).

Величину  $Z_0$  определяют масштабной линейкой с точностью  $\pm 1$  мм или по индикации, смещая суппорт от известного расстояния от торца шпинделя до исходного положения.

Наладка концевого инструмента (сверла, зенкера, развертки метчика, плашки, зенковки) заключается в определении величины пути на ускоренном ходу по заготовке и рабочего хода (рис.8)

Расстояние от торца шпинделя до точки начала обработки  
 $Z_2 = Z_{м3} + Z_{заг}$ ,

где  $Z_{м3}$  – размер механизма зажима (расстояние от торца шпинделя до торца зажима цанги или торцевой базовой поверхности зажимного патрона);

$Z_{заг}$  – размер заготовки.

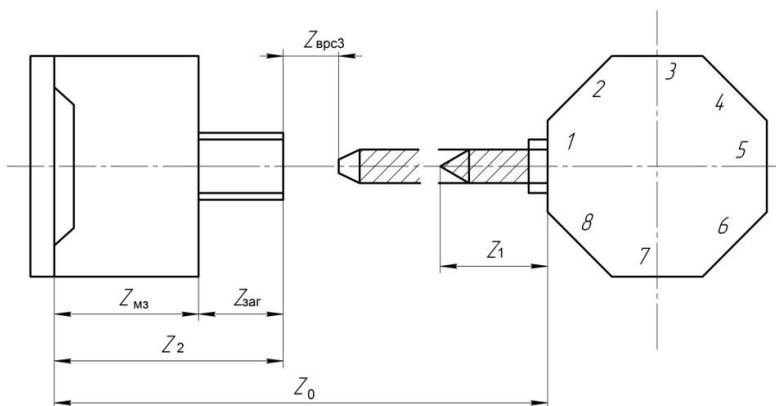


Рисунок 8 - Схема наладки концевого инструмента

Длина ускоренного хода  $Z_{уск} = Z_0 - Z_2 - Z_1 - Z_{врез}$

## Оборудование роботизированных производств

Длина рабочего хода  $Z_{\text{раб}} = Z_{\text{обр.}} + Z_{\text{вр.}} + Z_{\text{пер.}}$ ,

где  $Z_{\text{обр.}}$  - длина обработки;

$Z_{\text{вр.}}$  - величина врезания;

$Z_{\text{пер.}}$  - величина перебега.

При обработке деталей резцами определение перемещений до оси осуществляется аналогично перемещению концевого инструмента от грани револьверной головки.

Необходимо иметь виду, что ось инструментальных отверстий в исходном положении совпадает с осью шпинделя, а при работе станка может смещаться только в сторону рабочего места.

Если режущая кромка располагается при наружной обработке со стороны рабочего места, и при этом ось хвостовика державки находится, как показано на рис. 9, то координата установки суппорта по оси X равна:

$$a_1 = X_1 + d/2$$

Для внутренней обработки при правом вращении шпинделя (рис.10);

$$a_1 = d/2 - X_1$$

Во всех расчетах  $d$  принимается из чертежа детали с учетом допусковых отклонений.

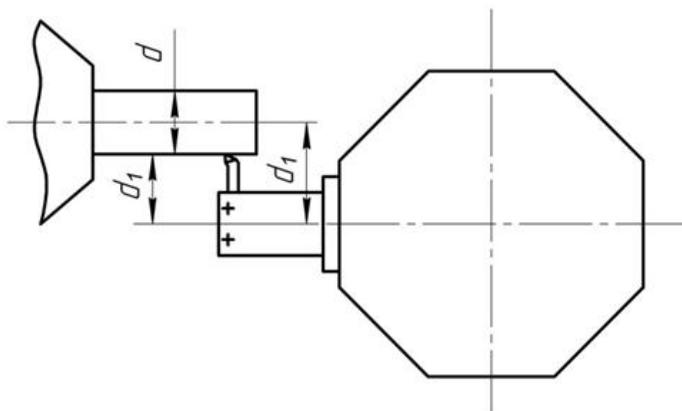


Рисунок 9 - Схема наладки при наружном точении

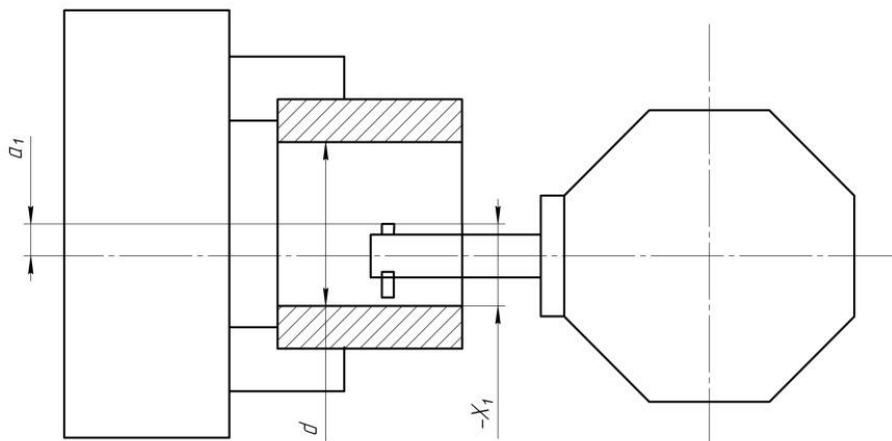


Рисунок 10 - Схема наладки при внутреннем точении

Следует иметь в виду, что величина  $a_1$  (смещение по оси X) при первоначальном позиционировании инструмента может быть только положительной (с плюсом) и не превышать 100 мм (ограничение связано с техническими характеристиками станка).

## 5 СОСТАВЛЕНИЕ ЦИКЛОГРАММЫ РАБОТЫ РТК

Циклограмма работы РТК имеет особую важность, так как она отображает длительность, последовательность выполнения операций, следовательно, маршрут и направление движения материальных потоков объектов обработки, а так же маршрут и направление движения сопутствующих им потоков энергии и информации. Циклограмма – самый наглядный и информативный способ представления работы РТК, что позволяет задавать программы, вводимые в систему управления РТК.

Исходное положение манипулятора – манипулятор находится над магазином заготовок, левая и правая поступательные пары находятся в крайнем верхнем положении. Процессы, которые протекают на РТК и обеспечивают обработку детали типа фланец, имеют следующий вид:

- подход магазина на позицию;
- подвод двух рук манипулятора к магазину заготовок;
- зажим одной заготовки;

## Оборудование роботизированных производств

- подъем двух рук манипулятора от магазина заготовок;
  - подвод двух рук к положению над позицией загрузки станка, поворот кистей двух рук;
  - подвод заготовки к оси шпинделя станка;
  - подвод заготовки к позиции зажима заготовки шпинделем станка;
  - зажим кулачков шпинделя станка за внешний диаметр заготовки;
  - разжим заготовки рукой манипулятора;
  - отвод вправо двух рук манипулятора;
  - подъем руки манипулятора до конечного положения;
  - обработка детали;
  - подвод двух рук манипулятора к положению над позицией загрузки станка;
  - подвод руки манипулятора к позиции загрузки станка;
  - подвод двух рук манипулятора к позиции захвата детали на станке;
  - закрывается захватное устройство руки манипулятора;
  - отвод двух рук от позиции зажима детали шпинделем станка вправо;
  - подъем руки манипулятора до конечного положения;
  - подвод двух рук манипулятора к положению над позицией разгрузка, поворот кистей двух рук манипулятора;
  - подвод двух рук манипулятора к позициям загрузка и разгрузка;
  - разжим захватного устройства (ЗУ) руки с заготовкой;
  - подъем двух рук манипулятора к положению над позициями загрузка и разгрузка;
  - подвод двух рук к позициям загрузка и разгрузка магазина;
  - разжим детали рукой 2, зажим заготовки рукой 1;
  - подъем двух рук манипулятора от магазина заготовок.
- Конец первого цикла работы РТК.

Поворот тактового стола производится после обработки всех деталей в ячейке стола.

Для контроля наличия заготовок и деталей на тактовом столе установлен индуктивный датчик FESTOSEIN-M18-B-PS-S-L. При подводе манипулятора на позицию захвата заготовок руки манипулятора находится в исходном положении. Как только датчик SEIN-M18 подаст сигнал наличия заготовок в исходном положении, выключатели на ограждении подадут сигнал «ограждение закрыто» (что означает отсутствия человека в зоне

работы РТК) и после сигналов «ПР готово к работе» и «станок готов к работе», промышленный робот начинает выполнять последовательно свои действия.

Контроль разжима осуществляет герконовый FESTOSME-8-K-LED-24 датчик, расположенный на пневмоцилиндре, который осуществляет зажим и разжим заготовок. Если же разжим не осуществился, то происходит аварийный останов линии.

## **6. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ НАЛАДКИ РТК И ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ**

После ознакомления с расположением и назначением основных узлов

РТК, органов и индикации станка и устройств ЧПУ, лабораторную следует

выполнять в такой последовательности:

1. Получить у преподавателя чертеж обрабатываемой на РТК детали

2. Разработать техпроцесс обработки детали и рассчитать режимы резания.

3. Подготовить текст УП.

4. Составить циклограмму работы РТК.

5. Загрузить заготовки в ячейку поворотного стола.

6. Включить гидравлику, смазку, приводы подач станка.

7. Определить исходные (нулевые) точки станка, необходимые для расчета наладки.

8. Закрепить инструмент в револьверной головке и вывести в исходное положение суппорт по обеим осям.

9. Ввести  $P$  – параметры станка и привода в памяти УЧПУ и проверить правильность их записи.

10. Ввести УП в память УЧПУ.

11. Произвести редактирование программы в двух режимах – вывода на индикацию и ввода.

12. Отработать два подрежима – покадровой обработки и отработки без перемещения суппорта.

13. Произвести обработку детали в автоматическом режиме.

14. Составить отчет о выполненной работе.

## **7 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

1. Цель работы.

2. Эскиз обрабатываемой детали.

3. Техпроцесс обработки детали.

4. Текст управляющей программы.

Оборудование роботизированных производств

5. Циклограмма работы РТК.
6. Упрощенная структурная схема контурного микропроцессорного устройства ЧПУ на базе микро-ЭВМ
7. Заключение по выполненной работе.