



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлургия и технологии обработки материалов»

АВТОМАТИЗАЦИЯ, РОБОТОТЕХНИКА И ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

ПРАКТИКУМ

**по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности**

**1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением»
дневной формы обучения**

Гомель 2021

УДК 621.73.06(075.8)
ББК 32.816.1я73
А27

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 3 от 05.03.2020 г.)*

Рецензент: декан машиностр. фак. ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук, доц. *Г. В. Петришин*

А27 **Автоматизация**, робототехника и гибкие производственные системы : практикум по выполнению лаборатор. работ для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» днев. формы обучения / сост. И. В. Агунович. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – 53 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц; 32 Mb RAM; свободное место на HDD 16 Mb; Windows 98 и выше; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Содержит материал для закрепления теоретических сведений, изучения устройства и получения практических навыков работы со средствами роботизации кузнечно-штамповочного производства.

Для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» дневной формы обучения.

УДК 621.73.06(075.8)
ББК 32.816.1я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2021

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Работать на оборудовании студенты могут только под наблюдением преподавателя или учебного мастера. При выполнении работ группой студентов на оборудовании должен работать один человек, а остальные находиться на расстоянии не ближе 1 м.

При выполнении работ студент не должен отвлекаться и отвлекать других посторонними разговорами, при возникновении вопросов необходимо обратиться к преподавателю или учебному мастеру.

При работе в лабораторном корпусе необходимо быть внимательным к сигналам кранового оборудования; электроаппаратура должна находиться в закрытом шкафу, оборудование должно быть заземлено. Все измерения производятся при отключённом электропитании. При обнаружении неисправностей работа немедленно прекращается.

Общий инструктаж по технике безопасности осуществляется преподавателем в начале каждого семестра, а текущий – перед выполнением лабораторной работы. Проведение инструктажа регистрируется в кафедральном журнале по технике безопасности и подтверждается подписями студентов и преподавателя. Студенты, не получившие инструктаж по технике безопасности, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

Перед началом работы студенты изучают вводную часть и соответствующие разделы настоящих методических указаний. Всю работу студенты выполняют самостоятельно в присутствии преподавателя или учебного мастера. Включение используемого оборудования в работу производится только учебным мастером.

По окончании работы студенты сдают используемые инструменты и методические указания, составляют индивидуальный отчет о полученных результатах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА МП-9С

Цель работы: Изучение технических данных, конструкции и работы промышленного робота МП-9С.

1. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТ, ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения работы необходим робот МП-9С, заготовки, мерительная линейка, рулетка, штангенциркуль, секундомер.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Промышленный робот МП-9С предназначен для автоматизации технологических процессов, где необходимо осуществить взятие, перенос и установку детали на технологическое оборудование.

В состав робота входят следующие узлы:

- манипулятор;
- электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030;
- узел подготовки воздуха;
- захват;
- соединительные кабели.

Манипулятор представлен на рис. 1.1.

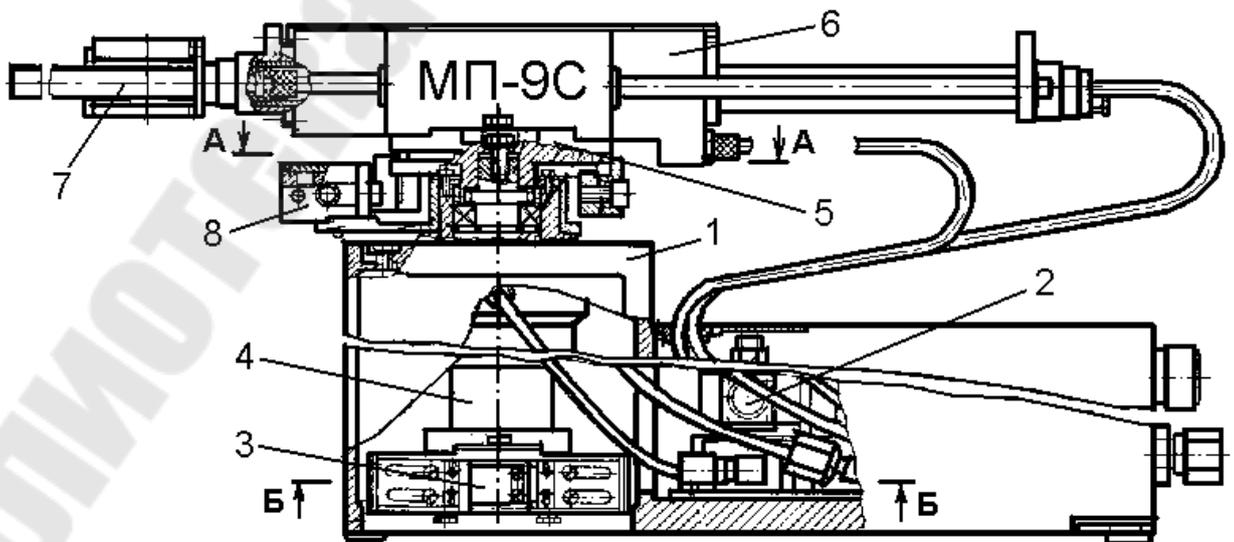


Рис. 1.1. Манипулятор МП-9С

Технические характеристики робота МП-9С представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Технические характеристики робота МП-9С

Наименование параметра	Значение	
Грузоподъемность, кг	0,2	
Выдвижение руки, мм	150	
Подъем руки, мм	30	
Поворот руки, град	120	
Время максимального перемещения по: (не более)	выдвижению и подъему, с	0,5
	повороту, с	0,8
Скорость линейного перемещения, м/с	0,7	
Скорость вертикального перемещения, м/с	0,2	
Скорость поворота руки, град/с	160	
Точность позиционирования	±0,05	
Тип привода	пневматический	
Тип системы управления	цикловой	
Рабочее давление воздуха, МПа	0,4-0,5	
Число кадров в программе	30	
Число технических команд	6	
Масса, кг:		
манипулятор	40	
устройство управления	26	

Манипулятор этого робота состоит из корпуса 1 (рис. 1.1), блока пневмораспределителей 2, модуля поворота 3, модуля вертикального перемещения 4, соединительной муфты 5, а также из закрепленной на ней руки 6 с механическим захватом 7 и демпфера поворота 8, установленного на модуле 4.

На манипулятор подается напряжение постоянного тока 24В от ЭЦПУ 6030, подключенного к сети переменного тока напряжением 220В.

Сжатый воздух подается к электропневматическим клапанам манипулятора от цеховой пневмомагистрали через узел подготовки воздуха, который обеспечивает регулировку необходимого давления, подачу воздуха и смазки в пневмоцилиндры.

В манипуляторе электропневматические клапаны установлены на каждое движение, а также один запасной для замены вышедшего

из строя или для обеспечения возможности выполнения какой-либо дополнительной команды. Каждый клапан снабжен дросселем, установленным на выходе, регулировка которого позволяет производить измерение скорости движения.

Работа манипулятора производится по конечным регулируемым упорам. Последовательность и количество движений в соответствии с принятой технологической схемой устанавливается набором программы на пульте ЭЦПУ-6030. Сигнал о выполнении каждого движения, за исключением захвата, выдают герконы (герметические магнитоуправляемые электрические датчики) при подходе к ним постоянных магнитов, установленных на подвижных частях. Сигнал о срабатывании захвата поступает с установленного на нем микропереключателя. Только после получения сигнала ответа о выполнении движения (команды) происходит выдача команды на выполнение следующего движения.

При отсутствии сигнала ответа от геркона (микропереключателя) о выполнении движения согласно программе манипулятор останавливается и до получения сигнала ответа последующих движений не происходит.

Амортизация выдвигания и поворота руки манипулятора осуществляется гидравлическими демпферами. Амортизация подъема (опускания) руки осуществляется дросселированием подачи и отвода воздуха.

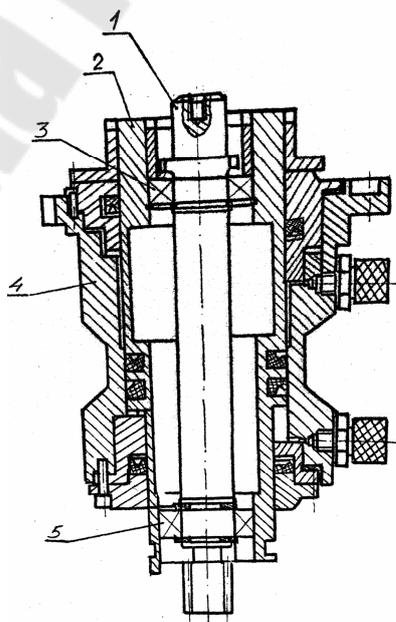


Рис. 1.2. Механизм подъема

Манипулятор комплектуется двумя **захватами**. Один предназначен для взятия детали путем сжатия губок захвата, другой - для взятия детали путем разжатия губок захвата. Корпус манипулятора является основанием, в котором размещен узел распределения воздуха состоящий из восьми электропневматических клапанов, снабженных дросселями и проведена вся электро - и пневморазводка. Для удобства обслуживания корпус имеет съемный кожух и две боковые крышки. На задней стенке корпуса размещен штуцер для подвода воздуха к узлу распределения и два разъема для подсоединения кабелей электропитания от ЭЦПУ-6030. Шток-поршень 2, (рис. 1.2) пневмоцилиндра **механизма подъема** выполнен полым, внутри которого на подшипниках качения 3 и 5 проходит вал 1 механизма поворота. Для регулировки хода механизма подъема (рис. 1.3) применяются закрепляемые на направляющей колонке 6, регулируемые упоры 1 и 10, на которых установлены платы 4 и 11 с герконами 5 и 12. Магниты 7 установлены на подвижном кронштейне 8, закрепленном на механизме подъема. Упоры 1 и 10 закрепляются на направляющей 6 винтами 2 и 13. Для более точной регулировки положения нижнего упора 10 применяется микровинт 14. Кронштейн 8 кроме крепления магнитов 7 используется для предотвращения поворота корпуса механизма подъема. Для этой цели находящимся на кронштейне винтом 9 устанавливается зазор по отношению к направляющей 6 не более 0,05 мм.

При регулировке хода механизма подъема после установки и регулировки упоров 10 и 16 осуществляют настройку. Для этой цели подводят кронштейн магнитами 7 к верхнему упору 1 и перемещением платы 4 и геркона 5 добиваются такого его положения, при котором он надежно срабатывает и закрепляют плату 4 винтами.

Механизм поворота (рис. 1.4) состоит из корпуса 11, в котором перемещается шток-рейка 10, уплотненная манжетами 12. Поршневая полость, по которой перемещается шток-рейка 10, закрывается фланцами 1 с прокладками 2. На шток-рейке 10 установлена планка 8 с магнитом 6, а на корпусе 11 установлены планки 3 и платы 4 герконами 5. Шток – рейка 10 входит в зацепление с шестерней вала, проходящего через поршень-шток механизма подъема. При подаче воздуха в пневмоцилиндр механизма поворота поступательное перемещение рейки преобразуется во вращательное движение вала, муфты и руки робота.

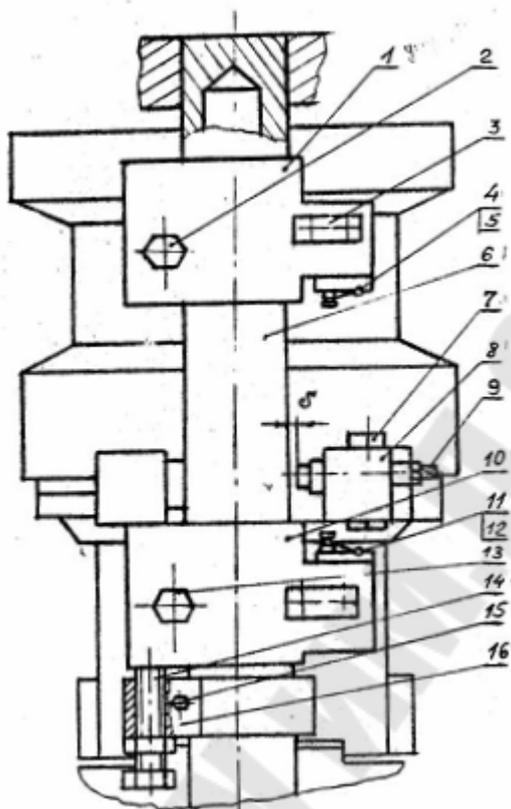


Рис. 1.3. Механизм подъема

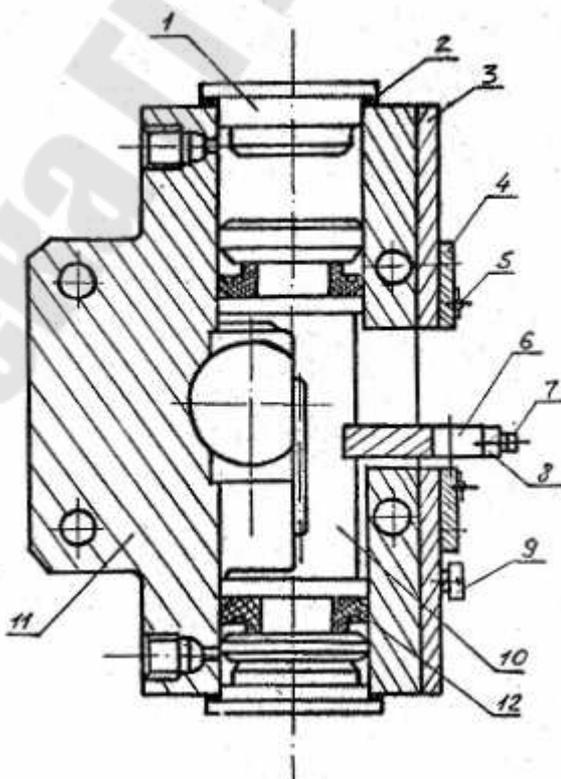


Рис. 1.4. Механизм поворота

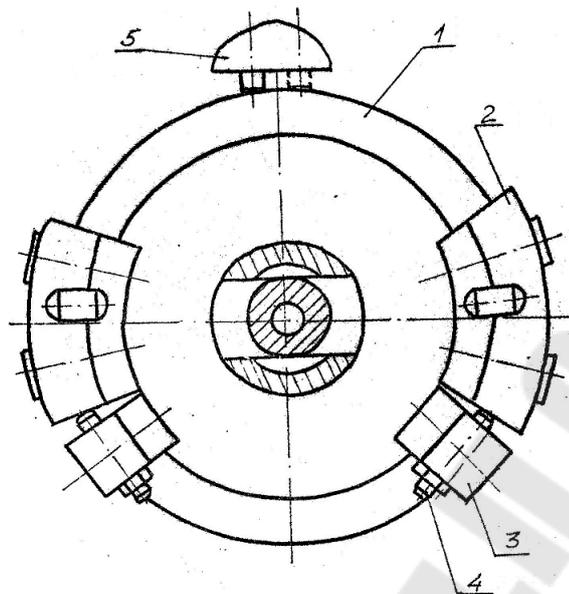


Рис. 1.5. Муфта с упорами

Муфта с упорами (рис. 1.5) обеспечивает соединение руки с валом и регулировку углов поворота руки.

Регулировка механизма поворота осуществляется перемещением упоров 2 и последующей настройкой герконом. Для этой цели необходимо вначале ослабить затяжку винтов крепления упоров 2 и 3, затем повернуть руку робота в необходимое положение и зафиксировать ее; передвинуть упоры 2 и 3 до выступа амортизатора 5, выбрав ход амортизатора; затянуть винт крепления регулировочного упора 3 и при помощи микровинта 4 установить необходимое точное положение основного упора 2, затянуть винт крепления основного упора 2 после неоднократной проверки отрегулированного положения. Аналогично производится установка другой пары упоров 2 и 3.

Настройка герконов производится в следующем порядке: поворачивается рука робота до упора в выступ амортизатора; перемещением планки 3 (рис. 1.4) и геркона 5 добиваются такого положения геркона, при котором он надежно срабатывает, закрепляется планка 3 винтами 9. Аналогично производится установка срабатывания другого геркона.

ВНИМАНИЕ! Во избежание поломки герконов необходимо перед каждой последующей установкой угла поворота отодвигать планки 3 с герконами и только после установки необходимого угла поворота производить настройку срабатывания герконов.

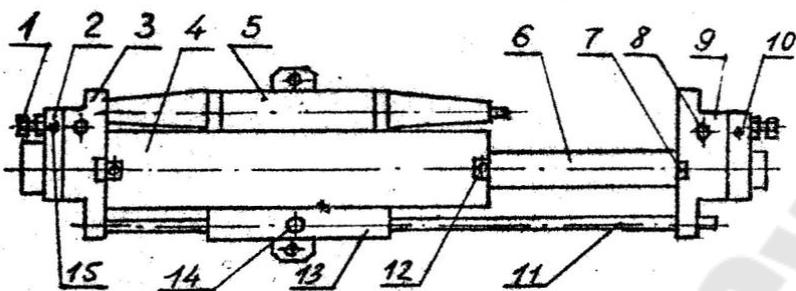


Рис. 1.6. Рука манипулятора:

1. Микровинт регулировочный;
2. Упор регулировочный передний;
3. Упор основной передний;
4. Корпус руки;
5. Амортизатор руки;
6. Шток-поршень;
7. Магнит;
8. Винт крепления основного упора;
9. Упор основной задний;
10. Упор регулировочный задний;
11. Направляющая;
12. Геркон;
13. Втулка направляющая;
14. Пресс-масленка;
15. Винт крепления регулировочного упора.

Рука работа (рис. 1.6) предназначена для обеспечения выдвижения захвата в рабочую зону и состоит из корпуса 4, штока 6, направляющей 11, основных упоров 3 и 9, регулировочных упоров 2 и 10, амортизатора 5. В корпусе установлена уплотненная кольцами гильза, в которой ходит шток-поршень 6, уплотненный манжетами воздух подводится к штуцерам и через каналы, выполненные внутри корпуса, поступает в штоковые полости. Направляющая 11 служит ограничителем штока, следовательно, и захвата от поворота. Периодическая смазка направляющей втулки 13 осуществляется через пресс-масленку 14.

Под крышкой корпуса руки размещены герконы 12 и провода, подходящие к ним, а на основных упорах 3 и 9 установлены магниты 7. При подаче воздуха происходит перемещение штока-поршня 6 вместе с направляющей 11 и упорами 2, 3, 9, 10. Упор 9 находит на амортизатор, вдавливая шток амортизатора 5 до упора. Одновременно маг-

нит 7 подходит к геркону 12, который срабатывает и выдает сигнал о выполнении команды.

Регулировка руки сводится к установке упорами 2, 3, 9 и 10 необходимой величины выдвижения штока, для чего необходима:

- Ослабить затяжку винтов 8 и 15 крепления упоров 9 и 10 до свободного перемещения последних;
- Выдвинуть шток на необходимую величину;
- Передвинуть упоры 9 и 10 до упора, выбрав ход штока амортизатора;
- Затянуть винт 15 крепления регулировочного упора 10 и микровинтом 1 установить необходимое точное положение основного упора 9;
- Затянуть винт 8 основного упора 9 после неоднократной проверки от регулируемого положения;

Аналогично производится установка другой пары упоров 2 и 3;

Для настройки герконов руки необходимо:

- Выдвинуть шток с упором 9, выбрав ход штока амортизатора 5, до упора;
- Установить перемещением находящейся под крышкой корпуса скобы и геркона 12 положение, при котором геркон 12 надежно срабатывает;
- Закрепить скобу геркона винтами.

Аналогично проводится установка срабатывания другого геркона.

Амортизатор руки предназначен для обеспечения плавного торможения подвижных элементов руки при выходе на упор. Амортизатор состоит из корпуса, в котором установлены два притертых и дополнительно уплотненных резиновыми кольцами штока, из регулировочной иглы, притертого стержня, втулок, уплотненных кольцами, и фланцев. Под крышкой амортизатора размещен заполненный маслом подпиточный резервуар.

При перемещении штока вначале происходит перекрытие отверстия, соединяющего подпиточный резервуар со штоковой полостью, а затем отсеченный объем масла по каналу, за дросселированному иглой, придавливается в противоположную штоковую полость, образующуюся при выдвижении противоположного штока. При полном вдавливании штока происходит перекачка масла в противоположную полость, полное выдвижение противоположного штока и соединение образовавшейся штоковой полости с подпиточным резервуаром. Наличие подпиточного резервуара позволяет компенсировать возможные утечки масла и обеспечивает надежную работу амортизатора.

Подпиточный резервуар заполняется маслом индустриальным И-20А ГОСТ 20799–75. Верхний уровень масла должен быть на 1...2 мм ниже плоскости корпуса, а нижний уровень масла должен быть на 1...2 мм выше плоскости днища резервуара. После заполнения резервуара маслом необходимо произвести удаление воздуха из внутренних объемов путем прокачки, т.е. перемещением штоков, добиваясь прекращения выделения воздушных пузырьков. После прокачки доливается масло до необходимого уровня.

Регулировка амортизатора сводится к обеспечению плавного торможения, для чего устанавливается необходимое проходное сечение регулировочной иглой.

Амортизатор поворота предназначен для обеспечения плавного торможения поворачивающихся элементов механизма поворота и руки. По исполнению, работе и эксплуатации аналогичен амортизатору руки, различие только в том, что штоки связаны между собой скобой, имеющей выступ, который при повороте руки взаимодействует с упорами.

Захват предназначен для взятия, переноса и установки детали в штамп. Захват, прикрепленный к руке винтами, состоит из корпуса, рычагов, на которых крепятся сменные (в зависимости от детали) губки, поршня, пружины, микропереключателя и регулировочных винтов.

При подаче воздуха поршень перемещается, сжимает возвратную пружину и, упираясь скосами поршня в ролики рычагов, сжимает последние. Разжатие рычагов происходит под действием усилия пружины (при снятом давлении воздуха). Размах рычагов определяется габаритами детали и устанавливается винтами. Одним из этих винтов регулируется разжатие, а другим сжатие губок захвата. Настройку микропереключателя производят винтом, обеспечивая срабатывание микропереключателя только при отсутствии детали в губках захвата. После регулировки винты законтриваются контргайками.

3. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Зона перемещения руки манипулятора должна быть ограждена.

1. Устройство ЭЦПУ-6030 должно находиться вне зоны действия руки манипулятора и иметь хороший доступ.
2. Манипулятор МП-9С и устройство ЭЦПУ-6030 должны быть заземлены.

3. Винты упоров всех степеней подвижности должны быть надежно затянуты, а регулирующие винты законтрены.
4. Герконы должны быть настроены и надежно закреплены.
5. Амортизаторы залиты маслом индустриальным И-20А ГОСТ 20799-75 и отрегулированы.
6. Трущиеся поверхности смазаны смазкой ЦИАТИМ 221 ГОСТ 9433-60.
7. Запрещается производить смазку трущихся поверхностей манипулятора МП-9С во время его работы.
8. Запрещается привлечение к работе с роботом лиц, не прошедших инструктаж по ТБ. Все работы производятся в присутствии лаборанта и преподавателя.
9. При первых признаках неисправности и неуправляемости робот следует немедленно остановить нажатием красной кнопки "Аварийная остановка", расположенной сверху устройства ЭЦПУ-6030 и известить об этом преподавателя.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить устройство и работу робота МП-9С, используя настоящее руководство.
2. Не включая робот в сеть, установить упоры манипулятора в соответствии с принятой технологической схемой, обеспечив необходимые величины перемещения руки.
3. Настроить герконы, обеспечив надежное срабатывание в конце прямого и обратного хода по каждой степени подвижности манипулятора.
4. Произвести регулировку амортизаторов.
5. Проверить наличие масла в маслораспылителе. Долить при необходимости до требуемого уровня.
6. Проверить фильтр влагоотделителя. При наличии воды слить ее.
7. Открыть запорный вентиль сжатого воздуха.
8. Установить редуционным клапаном по манометру давление воздуха 0,4 МПа (4 кг/см²).
9. Включить питание робота нажатием кнопки "Сеть" на пульте ЭЦПУ. При этом загорится лампочка "Сеть".
10. Поставить кнопочный переключатель режимов в положение "ручной".
11. Проверить в ручном режиме готовность к работе робота:
-по скорости перемещения каждой степени подвижности;

-по эффективности торможения в конце установленных ходов механизмов выдвигания и поворота руки;

-по надежности захвата заготовки;

-по точности укладки заготовки в штамп.

12. Проверить с пульта оператора нажатием последовательно на кнопки "Степень, ориентируясь по условному обозначению каждого движения. Каждая кнопка "Степень" управляет своим (прямым или обратным) ходом.

13. Проверить регулировку скорости всех степеней подвижности манипулятора, изменяя проходное сечение, при помощи дросселей узла распределения.

14. Осуществить настройку амортизаторов с помощью регулировочных игл.

15. Проверить работу робота в других режимах.

5. СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы. Назначение робота.
3. Техническая характеристика робота МП-9С.
4. Устройство робота МП-9С, рис. 1.1.
5. Устройство и принцип действия механизма подъема.
6. Устройство и принцип действия механизма поворота.
7. Устройство и принцип действия руки.
8. Устройство и принцип действия захвата.
9. Результаты измерений в виде таблиц.
10. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и устройство робота МП-9С.
2. Устройство, работа и регулирование механизма подъема.
3. Устройство, работа и регулирование механизма поворота.
4. Устройство и регулировка руки.
5. Устройство, работа и регулировка захвата.
6. Требования техники безопасности при работе с роботом МП- 9С.
7. Последовательность действий при подготовке робота МП-9С к работе.
8. Режимы работы робота.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ЦИКЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УСТРОЙСТВА ЭЦПУ-6030

Цель работы: Изучение принципа действия и приобретение навыков программирования электронного циклового программного устройства ЭЦПУ-6030.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030 предназначено для управления автоматическими манипуляторами, имеющими двухпозиционные степени и сопутствующим технологическим оборудованием при автоматизации технологических операций в условиях мелкосерийного производства.

Таблица 2.1

Технические характеристики

Тип системы управления	Цикловой
Число управляемых звеньев манипулятора	До 6
Количество звеньев, управляемых по путевому принципу	4
Количество звеньев, управляемых по путевому и по временному принципам	2
Количество точек останова на управляемом звене	2
Количество технологических команд	До 6
Количество блокировок	До 4
Количество программируемых выдержек времени	1
Диапазон временных интервалов	0–0,7 с
Число шагов программы	До 30
Количество выходов управления звеном манипулятора	2

Продолжение табл. 2.1

Параметры сигналов управления электромагнитами пневмоклапанов золотников и технологическим оборудованием: Ток	До 0,4 А
Напряжение питания датчиков технологического оборудования и манипулятора	24 ± 2 В
Устройство обеспечивает цифровую индикацию номера кадра	2 десятичных разряда
Устройство обеспечивает световую индикацию включения сети, работы по программе, состояния звеньев манипулятора	
Элементная база - интегральные микросхемы серии К155 в сочетании с дискретными элементами	
Конструкция	В виде настольного пульта
Габаритные размеры	480х435х220 мм
Масса	Не более 20 кг

Электронное цикловое программное устройство ЭЦПУ-6030 построено по схеме синхронного программного автомата с жестким циклом управления. Структурная схема устройства представлена на рис. 2.1. Она показывает основной функциональный состав устройства и характерные связи между узлами и блоками.

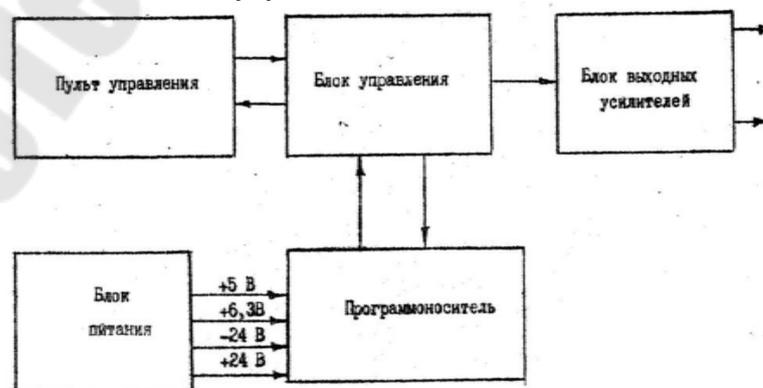


Рис. 2.1. Структурная схема ЭЦПУ-6030

Устройство состоит из следующих основных узлов и блоков:

- Блок управления, предназначенный для обработки информации по заданной программе и выдачи управляющих воздействий на манипулятор и технологическое оборудование;
- Пульт управления, обеспечивающий задание режимов работы устройства, выполнение операций включения-выключения питания, запуска в работу, а также ручное управление звеньями манипулятора;
- Программоноситель, предназначен для набора и хранения требуемой программы работы робота;
- Блок усилителей, обеспечивающий выдачу управляющих команд необходимой мощности на золотники манипулятора и технологическое оборудование;
- Блок питания, обеспечивающий питание электронного оборудования, датчика манипулятора и технологического оборудования.

Основными режимами работы устройства являются: РУЧНОЙ, КОМАНДА, ЦИКЛ, АВТОМАТ.

В ручном режиме команды на манипулятор задаются с пульта управления и поступают на блок усилителя и далее на манипулятор для управления его подвижными органами.

Контроль положения рабочих органов манипулятора осуществляется с помощью табло состояния звеньев манипулятора.

В режиме КОМАНДА - устройство обеспечивает отработку одного кадра программы, набранного на программоносителе. После отработки команд, заданных в кадре, происходит останов устройства. В режиме ЦИКЛ - устройство обеспечивает однократную отработку всех кадров программы. В режиме АВТОМАТ–устройство обеспечивает многократную отработку рабочего цикла робота.

Состав кадра программы устройства.

В каждом кадре могут быть записаны одна или две команды, набранные на верхнем и нижнем поле программоносителя.

Система команд устройства приведена в таблице 2.2.

Блок управления при отработке кадров, набранных на многопозиционных переключателях программоносителя, в соответствии с содержанием кадров, формирует управляющие воздействия, поступающие на манипулятор и технологическое оборудование.

Ответные реакции в виде сигналов от датчиков манипулятора и технологического оборудования, поступающие в блок управления, являются условиями перехода работы устройства к выполнению очередного кадра программы.

Последовательность отработки программы отображается с помощью цифровой индикации пульта, управления.

Конструктивно устройство выполнено в виде настольного пульта.

Блок управления размещен на двух печатных платах, устанавливаемых на шасси устройства с помощью специальных стоек с направляющими.

Программоноситель выполняется в виде двух наборных нолей из многопозиционных переключателей и размещен в верхней части устройства в специальной нише, закрываемой крышкой. Связь программноносителя с блоком управления осуществляется с помощью тех монтажа.

Блок выходных усилителей состоит из трех плат, установленных на шасси устройства с помощью специальных стоек с направляющими. Платы имеют разъемы для связи с блоком управления и выходными разъемами устройства.

Блок питания состоит из двух трансформаторов, выпрямителей и стабилизатора, размещенных на шасси устройства.

Пульт управления встроен в устройство и является его неотъемлемой частью.

Связь устройства с манипулятором и технологическим оборудованием - кабельная. Длина кабеля – до 5 м. Платы, входящие в устройство, имеют двухсторонний печатный монтаж.

Таблица 2.2

Система команд устройства

Группа	Команда	Название команды	Код	
			Верхнее поле	Нижнее поле
1	1	Звено 1-1	1	х-х
	2	Звено 1-2	2	х-х
	3	Звено 2-1	3	х-х
	4	Звено 2-2	4	х-х
	5	Звено 3-1	х	1
	6	Звено 3-2	х	2
	7	Звено 4-1	х	3
	8	Звено 4-2	х	4

Продолжение табл. 2.2.

	9	Звено 5-1	5	х-х
	10	Звено 5-2	6	х-х
	11	Звено 6-1	х	5
	12	Звено 6-2	х	6
2	13	Тех команда 1	9	1
	14	Тех команда 2	9	2
	15	Тех команда 3	9	3
	16	Тех команда 4	9	4
	17	Тех команда 5	9	5
	18	Тех команда 6	9	6
3	19	Опрос 1	7	х-х
	20	Опрос 2	8	х-х
	21	Опрос 3	х	7
	22	Опрос 4	х	8
	23	Выдержка времени	х	9
4	24	Пропуск	9	7
	25	Переход	9	8
	26	Остановка	9	9
	27	Конец программы	0	0

2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

При подготовке устройства к работе ознакомьтесь с пультом управления. На пульте управления расположены следующие органы управления:

- а) переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ, устанавливающий один из 4 возможных режимов работы (АВТОМАТ, ЦИКЛ, КОМАНДА или РУЧНОЙ);
- б) 12 кнопок управления звеньями манипулятора;
- в) кнопка ПУСК;
- г) кнопка СТОП;
- д) кнопка СБРОС СЧК;
- е) кнопка +1СЧК; к) кнопка СЕТЬ.

На пульте размещены следующие элементы индикации:

- а) табло индикации состояния звеньев манипулятора;
- б) табло РАБОТА;
- в) табло десятичной индикации номера шага;
- г) табло СЕТЬ.

Установка режима работы устройства производится путем нажатия соответствующей кнопки переключателя режимов.

Кнопки ручного управления звеньями манипулятора функционируют только в режиме РУЧНОЙ.

Для того чтобы вывести звено манипулятора в требуемое положение, необходимо нажать кнопку под табло индикации состояния звеньев, на котором нанесена соответствующая мнемоника.

Кнопка ПУСК функционирует только в режимах АВТОМАТ, ЦИКЛ и КОМАНДА. Эта кнопка используется для запуска устройства. При нажатии на кнопку ПУСК загорается табло РАБОТА, которое горит до конца работы устройства по программе.

Кнопка СТОП служит для останова устройства, работающего по программе. (При нажатии на кнопку СТОП питание устройства не выключается).

Кнопка СБРОС СЧК используется для предварительной установки счетчика кадров в начальное (нулевое) состояние.

Кнопка +1СЧК используется для пуска программы с произвольного шага. Для установки на СЧК произвольного номера шага необходимо:

- а) нажать кнопку СБРОС СЧК, т.е. установить в счетчике кадров нулевой код;
- б) многократно нажимая кнопку +1СЧК, установить в СЧК желаемый номер шага.

Контроль состояния СЧК осуществляется с помощью табло десятичной индикации.

Включение питания устройства производится с помощью кнопки СЕТЬ. Выключение устройства, (в том числе и аварийное), осуществляется кнопкой аварийного отключения устройства, расположенной в верхней части устройства.

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

Наладка устройства перед началом эксплуатации.

Установите режимы отработки 5,6, звеньев манипулятора и технологических команд с помощью тумблера ЗВ5, ЗВ6, ТК1, 2, ТК3,4, ТК5,6, расположенных на задней панели устройства. Для этого соответствующий тумблер установите в положение вверх, если звено или технологическая команда обрабатывается по ответу, и в положение вниз, если звено или технологические команды обрабатываются по времени.

Тумблеры ТК1,2, ТК3,4 и ТК5 устанавливают режимы обработки одновременно для пары технологических команд. ТК1, 2 – для техкоманды 1 и техкоманды 2 и т.д. Примечание. При выполнении отладочных работ в случае необходимости выдача всех технологических команд может быть заблокирована. Для этого тумблер ОТМЕНА надо установить в положение вверх. Выставьте выдержку времени на отработку 5,6 звеньев манипулятора. Снимите крышку, закрывающую потенциометры регулировки выдержек времени, на задней панели устройства, для регулировки выдержки времени на отработку звена манипулятора на программноносителе наберите программу: шаг 1 50 шаг 2 60 шаг 3 00.

Установите режим работы АВТОМАТ, нажав на одноименный переключатель на лицевой панели. Нажмите кнопку СБРОС СЧК. Потенциометр РЕГУЛИРОВКА ВВ, которым устанавливаются выдержка времени на отработку 5 и 6 звеньев манипулятора, поверните до отказа по часовой стрелке (что соответствует максимальной выдержке времени). Нажмите кнопку ПУСК. Визуально контролируя исполнение команд движения 5 звена, уменьшайте выдержку времени поворотом потенциометра РЕГУЛИРОВКА ВВ1 с таким расчетом, чтобы выставленная величина выдержки времени несколько превышала длительность выполнения движения данного звена. Аналогично производится настройка выдержки времени на отработку 6 звена (коды команд - 0,5,0,6). В случае если для отработки команд (движения 5 и 6 звеньев) требуется различное время, потенциометром РЕГУЛИРОВКА ВВ1 устанавливается большая выдержка.

Примечания: 1. В случае если 5 и 6 звенья манипулятора обрабатываются по ответу, выдержка времени не устанавливается.

Каналы ЭЦПУ-6030 для управления 5 и 6 звеньями манипулятора целесообразно использовать для управления захватами, обычно обрабатываемыми по времени. Выставьте выдержку времени на отработку технологических команд. Регулировка выдержки времени на отработку технологических команд производится потенциометром РЕГУЛИРОВКА ВВ2 по методике, аналогичной методике для 5, 6 звеньев. В случае, если для отработки технологических команд требуется различное время, потенциометром РЕГУЛИРОВКА ВВ2 выставляется наибольшая выдержка. Регулировка программой выдержки времени производится потенциометром РЕГУЛИРОВКА ВВ3 на этапе отладки программы.

Программирование устройства. Ознакомьтесь с системой команд устройства, приведенной в табл. 2.1, и следующим порядком программирования. Программа составляется по циклограмме работы робота, которая разбивается по шагам. Максимальное количество шагов рабочего цикла (и соответственно программы) – 30. Программоноситель, на котором запоминается программа, выполнен в виде двух наборных полей многопозиционных переключателей по 30 штук в каждом поле (по числу шагов программы). Переключатели верхнего и нижнего полей, имеющие одинаковые порядковые номера, образует замкнутую ячейку, в которую записывается кадр программы. На каждом шаге программируется один кадр программы, состоящий из одной или двух одновременно исполняемых команд. Все кадры в программе располагаются последовательно друг за другом, начиная с нулевого шага. Система команд устройства (см. таблицу 2.2) включает 27 команд, разбитых на 4 группы. В первую группу входят команды управления звеньями манипулятора с порядковыми номерами с 1 по 12. В таблице 2.2 приведены условные названия команд, которые заменяются на конкретные при стыковке с манипулятором определенного типа. Например, если канал управления первым звеном манипулятора используется для управления выдвигания руки, то команды "Звено 1-1" и "Звено 1-2" интерпретируются как команды "Вперёд" и "Назад".

Команды управления звеньями 1, 2 и 5 набираются на верхнем поле программоносителя, а команды управления звеньями 3,4 и 6 на нижнем. Это позволяет формировать кадры программы, состоящие из одной или двух команд управления звеньями. Если в кадре при программировании соответствующая команда набирается на верхнем поле программоносителя, а на нижнем поле вместо знака хх устанавливается цифра 0, то данный кадр состоит из одной (набранной на верхнем поде) команды. В случае, если команда набирается на нижнем поле, а на верхнем вместо знака х устанавливается цифра 0, то кадр также состоит из одной команды (набранной на нижнем поле).

Кадр совместной отработки формируется из двух команд, набираемых на одном шаге на верхнем и нижнем полях. Переход к следующему после кадра совместной отработки шагу происходит только после отработки команд управления звеньями манипулятора, набранных на программоносителе. Во вторую группу входят команды управления технологическим оборудованием с порядковыми номерами с 13 по 18.

В кадре программ может быть набрана только одна технологическая команда. При наборе техкоманд на верхнем поле набирается цифра 9, а на нижнем – номер команды (от 1 до 6). В третью группу входят команды опроса датчиков с порядковыми номерами с 19 по 22 и команда "Выдержка времени". Команды опроса могут быть использованы для проверки блокировочных сигналов со специальных датчиков, расположенных на манипуляторе или технологическом оборудовании. Например, для проверки наличия деталей в захвате манипулятора или для проверки состояния пресса. При использовании команд опроса в качестве блокировочных вместо знаков x и xx необходимо набирать нули.

С помощью команд опроса может быть организован специальный режим совместной отработки команд управления звеньями, при котором исполнение одной из команд начинается до окончания выполнения другой. Для этого на звене манипулятора устанавливается датчик, срабатывающий при определенном промежуточном положении звена.

Рассмотрим программирование указанного режима совместной отработки, например, 1 и 3 звеньев. Будем считать, что датчик опроса номер 3 установлен на 1 звене. Тогда на верхнем поле на i -том шаге набирается одна из команд управления 1 звеном, а на нижнем поле - команда "Опрос 3". На $i+1$ шаге программируется второй кадр: на верхнем поле вновь набирается команда управления 1 звеном, а на нижнем - команда управления 3 звеном (например, выдвижение с поворотом).

Отработка i -го кадра начинается с выполнения команды управления 1 звеном манипулятора. В момент срабатывания датчика опроса 3, т.е. в момент, когда звено 1 придет в промежуточное положение, устройство переходит к выполнению следующего $i+1$ кадра. При этом совместно с уже обрабатываемой командой управления 1 звена начинает исполняться команда управления 3 звеном. Переход к следующему $i+2$ кадру происходит после совместной обработки команд управления 1 и 2 звеньями манипулятора. Рассмотренный режим совместной отработки команд может быть использован для обхода препятствий в зоне работы робота. Команда "выдержка времени" служит для введения технологической задержки между шагами программ. В этом случае в коде технологической команды вместо знака x набирается цифра 0. С помощью команды "Выдержка времени" может быть также реализован режим совместной отработки команд, в кото-

ром одна команда начинает обрабатываться спустя заданное время после начала другой. Программирование этого режима производится аналогично описанному выше режиму совместной отработки с той разницей, что вместо команды "Опрос" набирается "Выдержка времени". В четвертую группу команд входят команды управления с порядковыми номерами с 24 по 27. Команда "Пропуск" служит для организации пропуска одного кадра программы при невыполнении внешнего условия УСЛ ПРОП.

В случае если на вход устройства УСД ПРОП не приходит сигнал с датчика, установленного на внешнем оборудовании или на манипуляторе, устройство переходит к выполнению кадра, записанного на $i+2$ -ом шаге (на i -том шаге запрограммирована команда "Пропуск"). Если внешнее условие выполняется, т.е. на входе УСЛ ПРОП присутствует сигнал -4 В, пропуск кадра не происходит. Команда "Переход" служит для организации условного перехода к фиксированному номеру шага (шаг 20) с произвольного места программы. Условный переход выполняется при отсутствии на входе устройства УСЛ ПЕР сигнала -24 В.

В случае, если на входе УСЛ ПЕР присутствует сигнал -24 В с датчика, установленного на манипуляторе или внешнем оборудовании, переход не выполняется и устройство переходит к исполнению кадра, следующего за командой "Переход". Команда "Останов" служит для остановки устройства, работающего по программе. Эта команда может быть использована для остановки устройства, работающего с накопителем, в случае, когда в нем не останется заготовок.

Команда "Конец программы" служит для зацикливания программы работы робота. При выполнении этой команды счетчик кадров сбрасывается в исходное нулевое состояние, после чего начинается повторное исполнение набранной программа. В режиме ЦИКЛ, кроме того, при выполнении команды "Конец программы" производится останов устройства. Перед программированием устройства следует составить программу по образцу таблицы 2.3.

Таблица 2.3

Программа работы манипулятора

Номер шага	Код кадра	Наименование команд в кадре
0	11	Вперёд. Подъём
1	05	Открытие захвата
2	■	■
3	■	■

Снимите крышку, закрывающую программноноситель. Наберите составленную программу на программноносителе. Отладка программы. Отладка программы производится последовательно в режимах КОМАНДА, ЦИКЛ и АВТОМАТ на включенном устройстве. Перед началом отладки необходимо звенья манипулятора вывести в исходное положение. Для этого установите режим работы РУЧНОЙ и кнопками ручного управления звеньями выведите звенья в исходное положение. Установите режим КОМАНДА. Нажмите кнопку СБРОС СЧК. Нажмите кнопку ПУСК. Убедитесь визуально в том, что первый кадр программы исполняется верно. При нажатии кнопки ПУСК на время исполнения кадра загорается табло РАБОТА, после выполнения кадра устройство останавливается, табло РАБОТА гаснет. Вторично нажмите кнопку ПУСК и убедитесь в исполнении следующего кадра программы. Повторите нажатие кнопки ПУСК до конца программы. Убедившись в правильности составленной программы, проверьте функционирование устройства в режиме ЦИКЛ. Установите режим ЦИКЛ. Нажмите кнопку СБРОС СЧК. Нажмите кнопку ПУСК. Убедитесь в том, что программный цикл полностью выполнен и устройство остановилось на 0 шаге. Установите режим работы "автомат". Нажмите кнопку ПУСК. Убедитесь, что робот выполняет цикл за циклом по составленной программе. Установите режим работы ЦИКЛ, не останавливая устройство, устройство дорабатывает последний цикл и остановится.

Выключите питание устройства, нажав на кнопку аварийного отключения питания. Закройте программноноситель крышкой. Отладка закончена. Эксплуатация устройства. При включении питания звенья манипулятора автоматически приходят в положение, соответствующее мнемонике на нижнем ряду табло индикации состояния звеньев манипулятора. Чтобы избежать нежелательных перемещений звеньев при включении питания, переносные звенья манипулятора перед

включением сети необходимо вручную вывести в положение, соответствующее мнемонике на нижнем ряду табло индикации состояния звеньев. Включите питание устройства нажатием кнопки СЕТЬ. Установите режим работы РУЧНОЙ и с помощью кнопок ручного управления звеньями манипулятора выведите их в исходное положение. Установите режим АВТОМАТ. Нажмите кнопку СБРОС СЧК. Нажмите кнопку ПУСК. При этом робот начнет функционировать по программе. Перед остановкой устройства целесообразно установить режим работы ЦИКЛ. Робот доработает последний цикл и остановится, манипулятор придет в исходное состояние. Выключите питание устройства нажатием кнопки аварийного выключения питания.

4. СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы. Назначение устройства.
3. Структурная схема ЭЦПУ-603
4. Перечень и описание режимов устройства.
5. Таблица программы работы.
6. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение устройства ЭЦПУ-6030.
2. Рассказать принцип работы устройства и его структурную схему.
3. Режимы работы устройства и порядок их установки, устройство пульта управления.
4. Последовательность действий при подготовке и работе устройства.
5. Порядок работы устройства.
6. Порядок действий при наборе программы.
7. Порядок действий при установке и выдержки времени.
8. Как организуется совместная отработка команд управления звеньями?
9. Применение команд "ПРОПУСК" и "ПЕРЕХОД".

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РФ-202 М

Цель работы: изучение назначения технических данных, конструкции и работы промышленного робота РФ - 202 М.

1. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТ, ОБОРУДОВАНИЕ

Промышленный робот РФ-202 М, штамп, цилиндрические заготовки, лоток, тара для заготовок, штангенциркуль, рулетка, секундомер, весы с разновесом.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Промышленный робот РФ-202 М предназначен для обслуживания холодноштамповочных прессов, металлорежущего оборудования, для выполнения сборочных и транспортных операций.

Таблица 3.1

Технические характеристики робота РФ-202 М

Количество рук, шт.	2
Грузоподъемность каждой руки, Н	2
Линейное перемещение руки, мм	200 - 5
Вертикальное перемещение колонок, мм	30-20
Величина поворота рук, град.	$120^{\circ} + 20^{\circ}$
Величина ротации левой руки, град.	$0-90^{\circ}$
Величина ротации правой руки, град.	$0-100^{\circ}$
Величина линейной досылки, мм	10
Скорость линейного перемещения, м/с	0,7
Скорость вертикального перемещения, м/с	0,2
Скорость поворота рук, °/с	180
Скорость ротации, °/с	360

Промышленный робот РФ–202 М состоит из устройства подготовки воздуха I, манипулятора II и системы управления СУ–202 М III (рис.3.1).

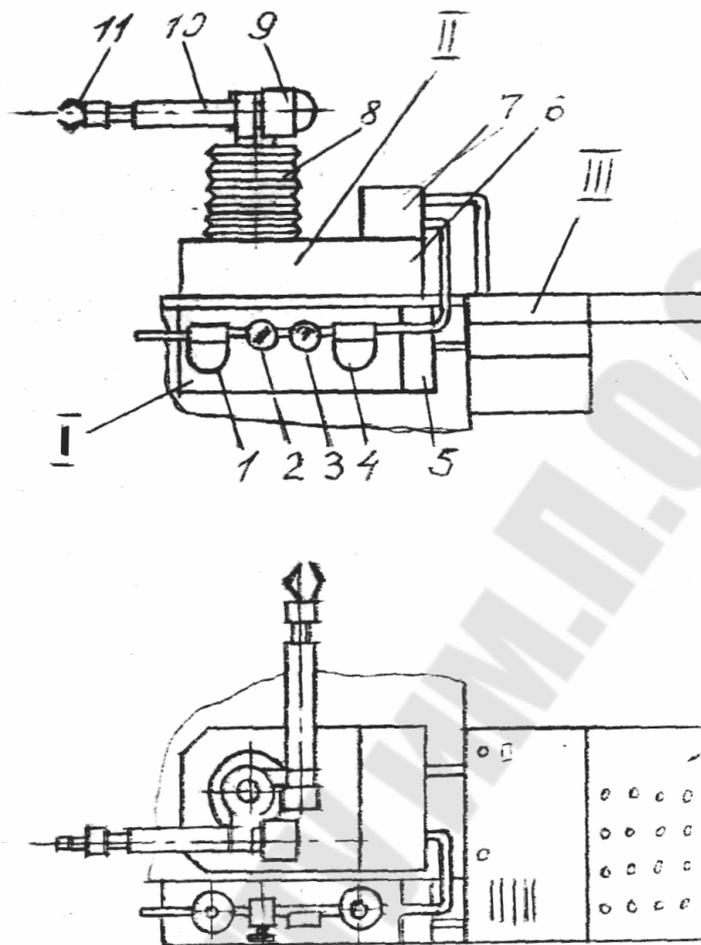


Рис. 3.1. Промышленный робот РФ-202М
 I – устройство подготовки воздуха; II – манипулятор; III – СУ-202 М

Устройство подготовки воздуха I включает в себя фильтр-влажготделитель 1, редукционный пневмоклапан 2 с манометром 3, маслораспылитель 4 и блокирующее устройство 5.

Манипулятор II состоит из модуля поворота 6, блока управляемых пневмоклапанов 7, модуля подъема 8, модулей ротации 9, модулей линейного перемещения рук 10, модулей захватов 11.

Модульное исполнение манипулятора позволяет собирать из набора модулей манипуляторы различного исполнения: одорукого двурукого, с модулем подъема и без модуля подъема. Установка двух модулей поворота позволяет добиться независимого поворота каждой руки. Может быть установлен дополнительный модуль линейной до-сыпки.

Устройство управления СУ-202 М (III) обеспечивает управление работой манипуляторов и технологического оборудования роботизи-

рованной системы, записывание и корректировку программ работы в режиме чтения, контроль над работой манипулятора и технологического оборудования.

Модуль поворота (рис. 3.2.) предназначен для поворота колонны с одной или двумя руками вокруг вертикальной оси. Поворот осуществляется двумя пневмоцилиндрами 2 установленными на шарнирах 1 в основании 7 модуля. Штоки пневмоцилиндров шарнирно связаны с сектором 6, соединенным с колонной 8. При подаче сжатого воздуха в ближайший пневмоцилиндр, шток его выдвигается в сектор с колонной, поворачивается по часовой стрелке. Для поворота в обратном направлении необходимо подать сжатый воздух во второй пневмоцилиндр. Угол поворота колонны ограничивается регулируемыми упорами 5. Для плавной безударной остановки в конце поворота упор 5 воздействует на демпфер 3. Сигнал об окончании поворота дает магнитоуправляемый электроконтактный датчик – геркон 4.

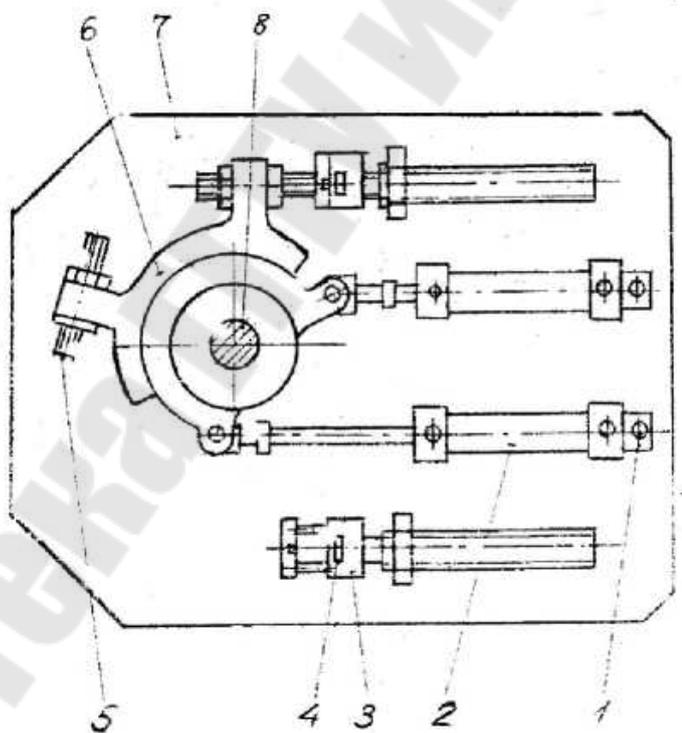


Рис. 3.2. Модуль поворота

Блок электроуправляемых пневмоклапанов предназначен для подачи сжатого воздуха в пневмоцилиндр манипулятора, или выпуска сжатого воздуха в атмосферу, при поступлении соответствующей команды от системы управления СУ-202 М. Модуль подъема (рис. 3.3) – пневмоцилиндр 9 двухстороннего действия. Внутри цилиндра нахо-

дится поршень 6 связанный гайкой 7, к которому на крышке 1 крепятся руки. В поршне находятся уплотнительные манжеты 10. При подаче сжатого воздуха через канал 13 под поршень осуществляется подъем рук. Направляющие 8, имеющие квадратную форму в плане, перемещаясь по сопряженным с ними плоским наружным поверхностям цилиндра 9 обеспечивают направление, препятствующее повороту составных частей модуля подъема таким образом, что модуль подъема может поворачиваться вокруг вертикальной оси только как одно целое. При подаче сжатого воздуха в поршневое пространство по каналу 11 осуществляется опускание колонны. Для герметизации применяются пробки 4, крышки 3 и 12, гофрированная резиновая трубка 2.

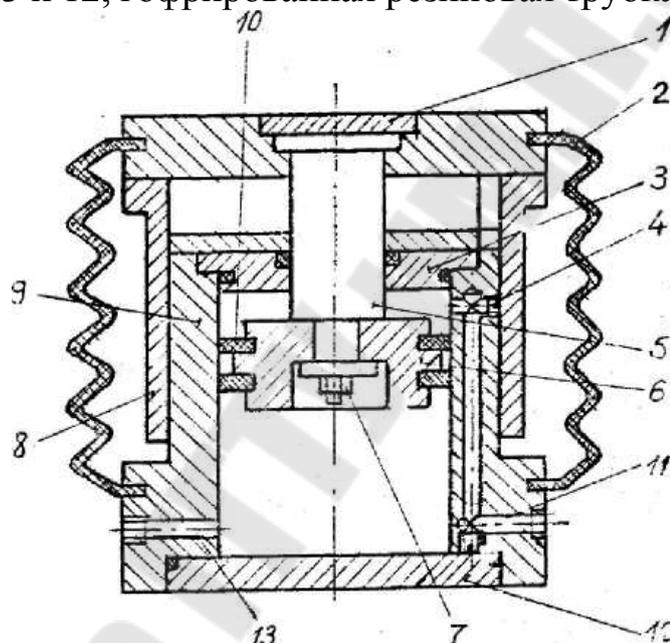


Рис. 3.3. Модуль подъема

Модуль ротации (рис. 3.4) предназначен для поворота захвата вокруг горизонтальной оси руки. По конструкции он представляет собой поворотный лопастной пневмодвигатель. При подаче сжатого воздуха по каналу 6 в правую полость 4 лопасть 3 с поворотной осью 2 поворачивается относительно корпуса 1 против часовой стрелки. При подаче сжатого воздуха по каналу 7 в левую полость 8 осуществляется ротация по часовой стрелке. Уплотнения 5 обеспечивают герметизацию и смягчают удары в конце поворота.

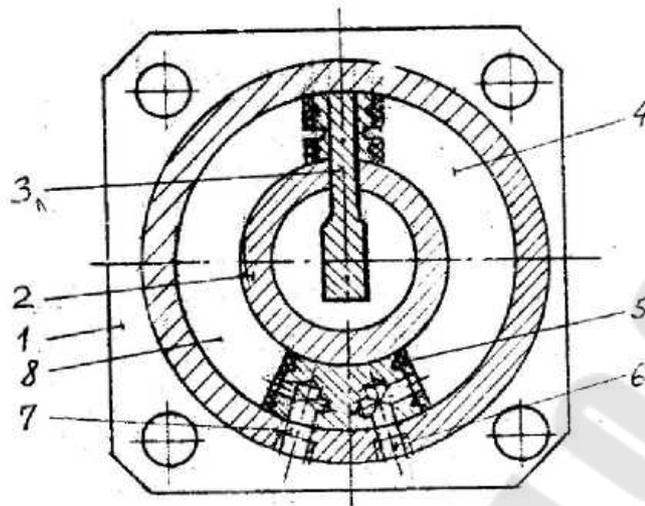


Рис. 3.4. Модуль ротации

Модуль линейного перемещения руки представляет собой пневмоцилиндр двухстороннего действия с полым штоком, через который проходит поворотная ось модуля ротации и пропускается сжатый воздух привода захвата. При подаче сжатого воздуха в заднюю полость пневмоцилиндра рука выдвигается, а при подаче воздуха в переднюю полость – втягивается.

Захват (рис. 3.5) содержит корпус 7, внутри которого перемещается поршень фиксатор 4. При подаче сжатого воздуха уплотнённый манжетой 6 поршень фиксатор выдвигается, воздействуя своей конусной частью на ролики 3 поворачивая рычаги 1 в шарнирах 2. Рычаги сходятся, зажимая объект манипулирования. При выпуске сжатого воздуха под воздействием пружины 5 поршень фиксатор 4 отходит вправо освобождая ролики 3 рычагов 1. Под действием пружины 8 рычаги расходятся, освобождая объект манипулирования.

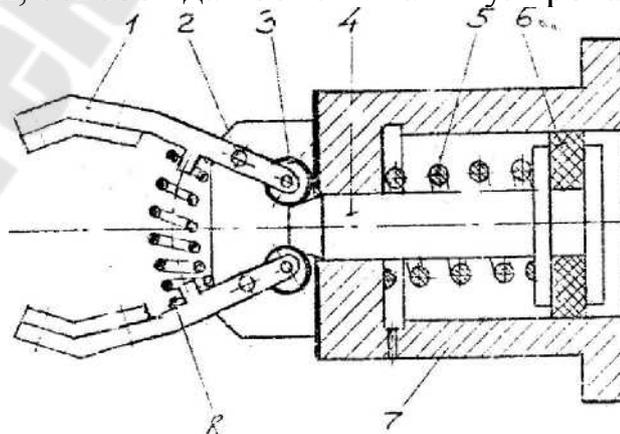


Рис. 3.5. Захват

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Изучить устройство и работу робота РФ-202М, используя настоящее руководство.
2. Измерить размеры и массу заготовки, сравнить их с техническими возможностями работы.
3. Измерить расстояния проходимые захватом при манипулировании заготовкой.
4. Управляя манипулятором в режиме обучения с пульта, определить время выполнения каждого движения и среднюю скорость, сравнить с техническими возможностями робота.
5. При работе робота в автоматическом режиме, определить время цикла по заданной преподавателем программе.

4. СТРУКТУРА ОТЧЁТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы. Назначение работы.
3. Техническая характеристика робота РФ-202М.
4. Устройство робота РФ-202М.
5. Результаты измерений в виде таблицы.
6. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение робота РФ-202М.
2. Основные технические характеристики робота РФ-202М.
3. Устройства робота РФ-202М.
4. Устройство модуля поворота.
5. Устройство модуля подъёма.
6. Устройство модуля ротации.
7. Устройство модуля линейного перемещения руки.
8. Устройство модуля захвата.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБУЧЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА РФ-202 М

Цель работы: изучение принципа действия системы программного управления СУ - 202 М, приобретение навыков программирования обучением роботизирующих устройств.

1. МАТЕРИАЛЫ, ИНСТРУМЕНТ, ОБОРУДОВАНИЕ

Для выполнения работы необходимы: промышленный робот РФ-202 М, штамп, цилиндрические заготовки, лоток, тара для заготовок.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Блок системы управления СУ-202М состоит из трех частей: блока электропитания, расположенного в нижней части; блока логических плат, расположенного в средней части; блока управления расположенного в верхней части откидной крышки.

В режиме обучения система управление обеспечивает управление и программирование движений подвижных звеньев манипулятора. Максимальное число управляемых координат, включая захват - 2, минимальное - 1. Кроме того система управления обеспечивает выдачу и программирование от 1 до 7 команд на технологическое оборудование. Каждый канал обеспечивает выдачу одной прямой и прием одной отраженной команды.

Программирование времени выдержки обеспечивается в диапазоне от 0 до 9 с. с дискретностью 1 с. и в диапазоне от 0 до 4,5 с. с дискретностью 0,5 с. Структурная схема алгоритма работы системы управления приведена на рис. 4.1. Применяемая система числового программного управления имеет структуру слова, состоящую из 25-разрядного двоичного числа. С 1 по 11-й разряды, начиная нумерации с высшего разряда, служат для записи координат звеньев манипулятора и захвата. С 12-го по 18-й разряды служат для записи команды; с 19-го по 22-й разряды для записи номера программы и выдержки времени; 23-й разряд служит признаком слова; 24-й разряд необходим для записи конца цикла; 25-й разряд – для указателя занятости.

В зависимости от значения признака слова различают два типа слов: адресные, признак 1 и координатные признак 0.

Адресные слова служат для записи начала программы и номера программы. Координатные слова составляют массив программы.

Приведенная на пульте СУ-202 М инструкция по последовательности действий при программировании обучением позволяет легко освоить технику программирования работы промышленного робота РФ-202 М.

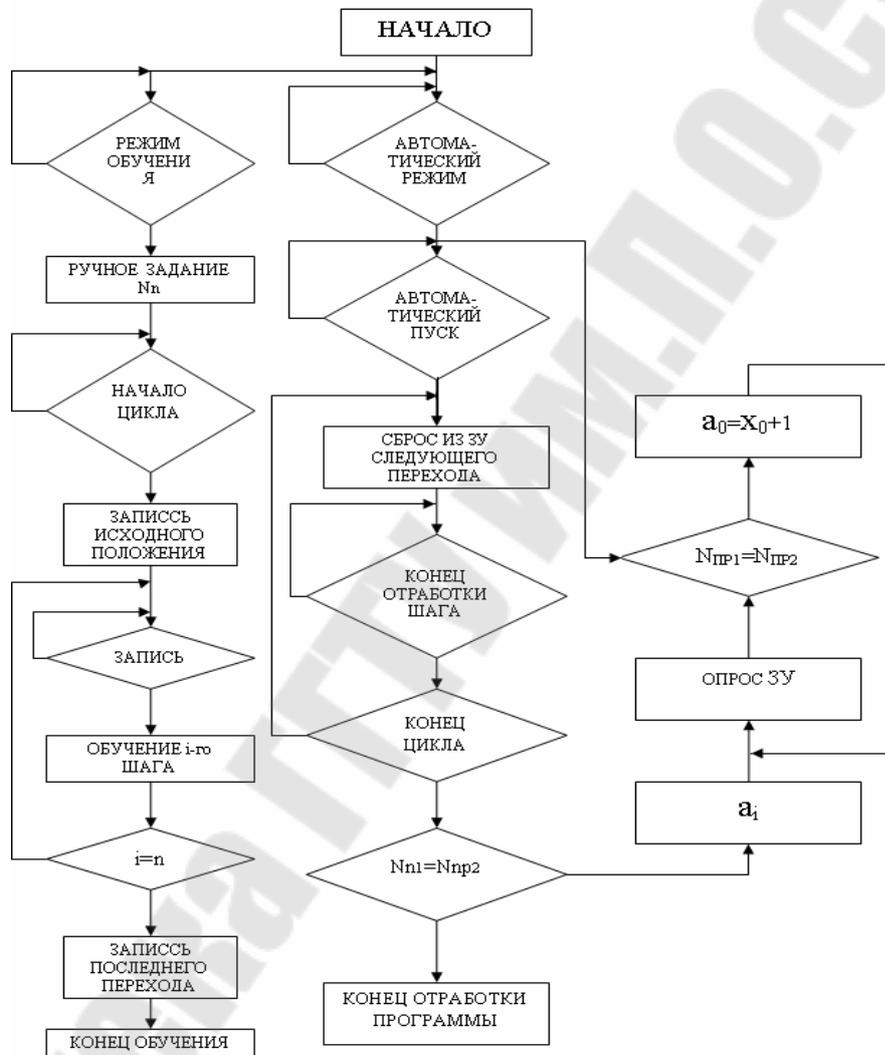


Рис. 4.1. Структурная схема алгоритма работы системы управления

N_n – номер программы;

n – количество шагов программы;

a_0 – нулевой адрес ЗУ;

N_{np1} – код номера программы, считанной с ЗУ;

N_{np2} – код номера программы, запрошенной оборудованием;

N_{np3} – код номера программы, отработанной до момента анализа.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

1. Описать исходное положение манипулятора и захватов.
2. Изучить системы управления СУ-202М, используя настоящее руководство.
3. Составить программу работы манипулятора.
4. При составлении и наборе программы необходимо учитывать следующие правила: после захвата заготовки в лотке обязателен подъём колонны, иначе может произойти повреждение захвата; перед поворотом рук обе руки должны быть втянуты, чтобы не задеть рукой направляющие колонки штампа. Подача заготовки в штамп должна производиться при верхнем положении колонны; захват отштампованной детали – при нижнем положении колонны; после захвата отштампованной детали в штампе обязателен подъём колонны.
5. Используя инструкцию по обучению на пульте осуществить набор и запись программы, а затем и её воспроизведение. Обязательно предусмотреть выдержку времени для работы технологического оборудования и убедиться, что в конце цикла манипулятор и оба захвата рук приняли исходное положение.

4. СТРУКТУРА ОТЧЁТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы.
3. Структурная схема алгоритма работы системы управления.
4. Структура слова.
5. Описание исходного положения манипулятора.
6. Программа работы роботизированного комплекса.
7. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение и технические возможности системы управления СУ-202М.
2. Объяснить работу системы управления по структурной схеме алгоритма.
3. Как осуществляется переход на режим «Обучение» и на режим «Автоматическая работа».
4. Как записывается начало и конец цикла.
5. Как задаётся выдержка времени.

6. Какие требования техники безопасности и специальные требования необходимо применять при работе с СУ-202М.
7. Какие достоинства имеет способ программирования обучением.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 **ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ РОБОТА** **ПРОМЫШЛЕННОГО ДВУРУКОГО РПД-1,25**

Цель работы: изучение области применения, технических данных, устройства и работы промышленного двурукого робота РПД-1,25.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Двурукий промышленный робот РПД-1,25 предназначен для загрузки-выгрузки заготовок в штамповое пространство однокривошипных листоштамповочных прессов. Он также может использоваться для обслуживания других видов кузнечно-прессового оборудования вертикального исполнения.

Робот осуществляет следующие операции: захват заготовки, расположенной на исходной позиции в ориентированном положении; подъем, кантовку (при необходимости) и транспортирование заготовки к штампу; установку заготовки в штамп; захват, извлечение из матрицы или съем с пуансона и вынос из штампа отштампованной заготовки или детали, причем усилие извлечения из матрицы или съема с пуансона не должно превышать веса заготовки; укладывание заготовки на исходную позицию следующего пресса или сброс деталей в тару.

Робот РПД-1,25 имеет следующие технические данные:

Грузоподъемность: до 1,25 кг

Количество рук: 2 шт.

Наибольшая масса заготовки, переносимая одной рукой: 0,625 кг

Число степеней подвижности (не считая захвата): 4

Наибольшие перемещения рук:

-горизонтальное – 500 мм

-вертикальное – 125 мм

Наибольший поворот рук в горизонтальной плоскости: 32 град

Наибольший угол между осями рук: 60 град

Установившиеся скорости перемещения:

-горизонтального – 1,5 м/с

-вертикального: 0,5 м/с
-поворота руки: 160 м/с
-поворота захвата: 180 град/с
Точность позиционирования: $\pm 0,1$ мм
Привод: пневматический
Система управления: УЦМ-663
Высота захватов над уровнем пола: 330...955 мм
Масса: 568 кг, в том числе
-манипулятора: 430 кг
-управления УЦМ-663: 113 кг
-узла стыковки: 25 кг
Общий вид робота представлен на рис. 5.1.

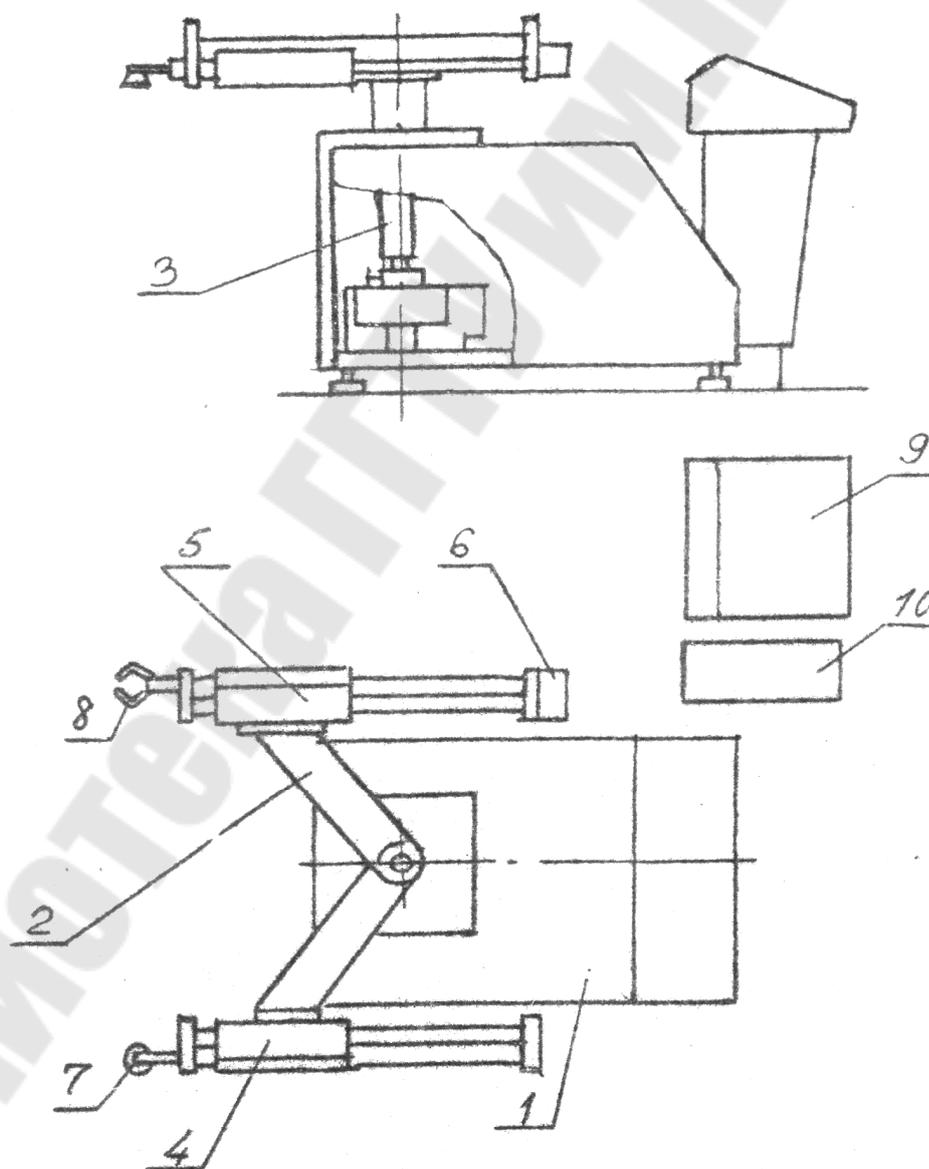


Рис. 5.1. Робот промышленный двурукий РПД-1,25

В состав работа входят:

- основание – 1;
- оголовок – 2;
- механизм подъема и поворота – 3;
- руки – 4 и 5;
- механизм вращения захвата – 6;
- захваты – 7 и 3;
- унифицированное устройство циклового программного управления УЦМ-663;
- узел стыковки – 10.

Основание сварной конструкции служит для монтажа механизмов работа и пневмооборудования. Рабочее положение работа относительно прессы регулируется с помощью установочных винтов, которые одновременно служат для регулировки рабочей высоты манипулятора.

Оголовок предназначен для крепления рук работа и состоит из двух рычагов, прикрепляемых к фланцу вала подъема гайками и болтами. Для изменения угла между осями рук имеется механизм, состоящий из червячной шестерни и червяков на рычагах.

Механизм подъема и поворота состоит из корпуса, закрепляемого на основании; вала, имеющего возможность вертикального перемещения и вращения в подшипниках корпуса; поворотного двигателя, осуществляющего поворот вала; пневмоцилиндра подъема-опускания вала с оголовком. Величина подъема регулируется положением упорных гаек на штоке механизма подъема. Для регулировки угла поворота вала на его шлицах посажена шестерня, находящаяся в зацеплении с рейкой с укрепленным на ней упором. Ограничивают перемещение рейки расположенные на штоке упорные гайки, взаимодействующие с упором рейки. Меняя положение упорных гаек на штоке механизма поворота, регулируют угол поворота вала с оголовком. Для отслеживания конечных положений подъема и поворота применяются датчики, а для смягчения ударов – тормозные цилиндры.

Руки крепятся к оголовку механизма подъема и поворота. Одна из рук обеспечивает поворот заготовки во время транспортировки. В корпусе руки закреплен пневмоцилиндр продольного перемещения штанги руки. На переднем конце штока пневмоцилиндра установлен кронштейн связанный со штангой руки и штангой-упороносителем. На упороносителе расположены упоры с клемными зажимами и регу-

лировочными упорными винтами. Грубая регулировка перемещения осуществляется переустановкой упоров, тонкая регулировка – с помощью упорных винтов на самих упорах. Для смягчения удара в конце движения на корпусе руки установлены тормозные цилиндры.

Для уменьшения действия эксцентричной нагрузки на шток пневмоцилиндра штанга-упорноноситель поддерживается двумя роликами. Положение роликов регулируется за счет эксцентricности осей, на которых они укреплены.

Внутри штанги руки проходит полый стержень, на переднем конце которого закрепляется захват, а задний конец которого с помощью поворотного двигателя может поворачиваться вокруг собственной оси. Через внутреннюю полость стержня может подаваться воздух для привода механического захвата или эжектора вакуумного захвата.

Механизм вращения захвата состоит из поворотного двигателя, корпуса, кронштейна с рейкой и шестерней, шлицевой втулки, пластин, укрепленных на концах рейки, упоров, ограничивающих движение рейки, регулировочных винтов, перемещающих упоры, гаек, датчиков, установленных на упорах. Шлицевая втулка сопрягается с внутренними шлицами с шестерней, приводящей в движение рейку. Шестерня через шпонку передает вращение стержню руки с захватом. Регулировка угла поворота захватов от 0° до 180° обеспечивается перемещением упоров винтами. Произвольное нарушение регулировки устраняется затяжкой гаек. Начало к концу поворота захвата отслеживается датчиками.

Захваты сменные в зависимости от вида заготовок:

клещевой – для объемных заготовок;

вакуумный и электромагнитный – для плоских.

Клещевой захват состоит из пневмоцилиндра одностороннего действия, штока, который через серьги связан с рычагами. На губках рычагов могут закрепляться накладки, выполненные из неметаллических материалов для предотвращения повреждения поверхности заготовки.

При поступлении сжатого воздуха в полость пневмоцилиндра рычаги захватывают заготовку. При выпуске воздуха рычаги расходятся под действием пружины.

Создание разрежения в полости вакуумного захвата осуществляется эжектором, навинченным на стержень руки. Вакуумный захват навинчивается на эжектор.

Устройство УМЦ-663 обеспечивает управление работой манипулятора в следующих режимах: автоматическом – основном режиме работы по заданной в УМЦ-663 программе; кадровом, в котором обеспечивается отработка одного кадра программы, цикловом, в котором обеспечивается однократная отработка всех кадров программы, записанной в УМЦ-663, ручном, в котором проводится автономная наладка движений всех звеньев манипулятора.

Узел стыковки обеспечивает согласование манипулятора и прессов с управляющим устройством УМЦ-663. В узле стыковки имеется переключатель, который в положении "НАЛАДКА" обеспечивает автономную наладку технологического оборудования и прессов.

Для управления исполнительными механизмами робота имеются пневмораспределители со встроенными электромагнитами.

2. МАТЕРИАЛЫ, ПРИБОРЫ, ОБОРУДОВАНИЕ

Промышленный робот РПД-1,25, унифицированное электронное устройство циклового программного управления УЦМ-663.

3. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Для обеспечения безопасной работы необходимо соблюдать правила электробезопасности. К выполнению экспериментальной части работы слушатели допускаются только после инструктажа по технике безопасности непосредственно на рабочем месте. При обнаружении неисправности роботов следует немедленно прекратить выполнение работ и сообщить об этом лаборанту или преподавателю.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Изучить устройство и работу промышленного робота РПД-1,25.

5. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы. Назначение промышленного робота РПД-1,25.
3. Рисунки конструкции робота РПД-1,25 и принцип его работы, основные узлы робота.
4. Выводы по работе.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение промышленного робота РПД-1,25.

2. Устройство промышленного робота РПД-1,25, его технические характеристики.
3. Принцип работы промышленного робота РПД-1,25.
4. Основные узлы робота.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ПРОГРАММИРОВАНИЕ И РАБОТА УНИФИЦИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ЦИКЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ УЦМ-663

Цель работы: изучение принципа действия и приобретение навыков программирования электронного устройства программного управления УЦМ-663.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Унифицированное электронное цикловое устройство программного управления УЦМ-663 предназначено для управления манипуляторами с позиционированием по упорам сопутствующим технологическим оборудованием.

Устройство УЦМ-663 работает по принципу синхронного автомата с жестким циклом управления.

Структурная схема устройства (рис. 5.1), показывает его основной функциональный состав и характерные связи между блоками. Устройство состоит из следующих функциональных блоков, которые обеспечивают:

Блок управления – обработку информации по заданной программе и выдачу управляющих воздействий на манипулятор и технологическое оборудование.

Запоминающее устройство – хранение требуемой программы работы робота.

Встроенный пульт оператора – задание режимов работы устройства, выполнение операций включения-выключения питания, запуск в работу, а также ручное управление звеньями манипулятора.

Выносной пульт ручного управления – ручное управление звеньями манипулятора в наладочном режиме.

Таблица 5.1

Технические данные устройства УЦМ-663

Тип устройства	Цикловое
Число одновременно управляемых координат	6
Число точек позиционирования: по двум координатам	8
по четырем координатам	4
Число координат с режимом торможения	6
Число управляемых схватов	2
Число воспринимаемых технологических команд с возможностью подтверждения исполнения	12
Число одновременно выдаваемых технологических команд	2
Число воспринимаемых устройством внешних блокировочных сигналов: от манипулятора	12
от технологического оборудования от ограждения манипулятора от датчика давления гидро - пневмосети	6 1 1
Объем запоминающего устройства (команд)	224
Количество программ в памяти	4
Число разветвлений в программе	8
Число условных обращений к подпрограммам	4
Число циклов в программе (в том числе и	2
Число повторений цикла	10
Число каналов управления золотниками манипулятора	28
Число каналов управления внешним	12
Число каналов управления золотниками привода захватов	4
Напряжение питания датчиков и тех. оборудования	24 ± 2В
Питание устройства	380 ⁺³⁸ ₋₅₇ 50 Гц
Габаритные размеры в мм	480 x 475 x 1221
Масса, кг	113

Блок усилителей - выдачу управляющих команд необходимой мощности на золотники манипулятора и технологическое оборудование.

Блок питания - питание электронного оборудования, датчиков манипулятора и технологического оборудования.

Блок трансформатора - включение и преобразование напряжения сети, подавление промышленных помех, проникающих по сети питания в устройство.

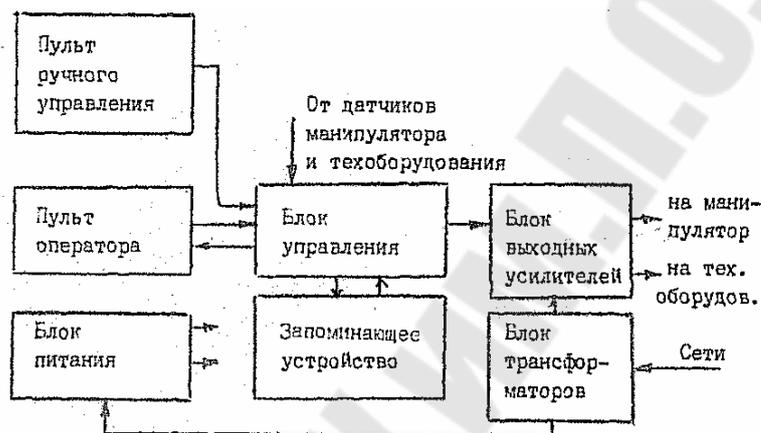


Рис. 5.1. Структурная схема УЦМ-663

Основные режимы работы устройства:

- Ручной;
- Наладка;
- Кадр;
- Команда;
- Цикл;
- Автомат;
- Задание программы.

В режиме "РУЧНОЙ" команды управления звеньями манипулятора задаются с пульта оператора или с ручного пульта, при этом блок управления выдает управляющую информацию на блок усилителей, включающих требуемые комбинации золотников манипулятора. Обработка команд происходит по получении сигналов с соответствующих датчиков манипулятора.

В режиме "НАЛАДКА" команды на манипулятор задаются с пультов оператора или ручного управления. Выдача команд управле-

ния прекращается после отпускания соответствующих кнопок на пульте оператора ручного управления.

В режиме "КОМАНДА" устройство обрабатывает текущую команду кадра, хранящуюся в запоминающем устройстве, и останавливается. В режиме "КАДР" обрабатывается один кадр программы, находящейся в запоминающем устройстве и производится остановка. В режиме "ЦИКЛ" однократная обработка всех кадров программы. В режиме "АВТОМАТ" обеспечивается многократная обработка рабочего цикла. В режиме "ЗАДАНИЕ ПРОГРАММЫ" осуществляется занесение в память команд программы работы робота и контроль информации.

2. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Изучить описание УЦМ-663, методику программирования и управления работой манипулятора, используя настоящее руководство. Составить структурную схему программы и написать программу. После проверки программы преподавателем записать ее в запоминающее устройство. Осуществить контроль записанной программы. Осуществить управление работой манипулятора в режимах: "НАЛАДКА", "РУЧНОЙ", "КАДР", "КОМАНДА", "ЦИКЛ", "АВТОМАТ".

3. СТРУКТУРА ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы, назначение устройства УЦМ-663.
3. Структурная схема устройства УЦМ-663 и ее описание.
4. Режимы работы устройства.
5. Структурная схема программы.
6. Текст программы.
7. Выводы по работе.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение устройства УЦМ-663.
2. Рассказать принцип работы устройства, его структурную схему.
3. Режимы работы устройства и порядок их установки, устройство пульта управления.
4. Последовательность действий при программировании.
5. Как осуществляется контроль записанной в память программы.
6. Как формируются команды программы.

7. Как обеспечивается совместная отработка команд.
8. Как устанавливаются выдержки времени.
9. Как осуществляется работа с подпрограммами.
10. Как программируются локальные циклы. Как они используются.
11. Как и для чего осуществляется модификация команд.
12. Как обеспечить запись и работу нескольких программ.
13. Как осуществляется управление работой манипулятора в различных режимах.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА

Цель работы: Определить погрешности позиционирования промышленного робота РФ-202 М.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Промышленный робот – это автоматически действующая машина для выполнения операций по перемещению различных объектов.

Конструктивно робот состоит из следующих основных частей:

- 1) исполнительной части – в виде манипулятора–руки и устройства передвижения для подвижного робота;
- 2) управляющей части – в виде устройства управления робота.

Манипуляторы и устройства передвижения представляют собой исполнительные органы робота и, соответственно, являются объектом управления для управляющего устройства.

Устройства передвижения робота могут быть основаны на любом из известных способов передвижения, начиная от качения, и заканчивая шагами. В состав входят: пульт управления и запоминающее устройство.

В самом общем виде робот можно определить как универсальный автомат для выполнения различных действий. При создании первых роботов и вплоть до настоящего времени образцом служит человеческая способность выполнения физической работы. Робот можно также определить как совокупность механических рук–манипуляторов, управляющего устройства, устройства преобразования, обработки и хранения информации и чувствительных устройств.

Робот – хороший пример, когда сумма ранее известных частей (манипулятора, ЭВМ) дает новое качество – принципиально новый тип технического устройства, обладающего искусственным интеллектом, т.е. способностью воспринимать окружающую среду и активно воздействовать на нее, изменяя в соответствии с определенными целями и самосовершенствуясь в ходе этого процесса.

Назначение:

Промышленный робот типа РФ-202 предназначен для автоматизации процессов загрузки–разгрузки технического оборудования (металлорежущих станков, конвейерных линий, литейных машин, прессов и т. п.).

Технические данные:

- питание от сети переменного тока напряжением 220 В +10% – 15%;
- потребляемая мощность не более 150 Вт;
- грузоподъемность каждой руки не менее 0,2 кг;
- погрешность повторяемости позиционирования при одновременной обработке всех координат не более 0,05 мм;
- величина линейного перемещения каждой руки не менее 200 мм, величина регулирования этого перемещения не менее 5 мм;
- величина линейного перемещения колонны: максимальная не менее 30 мм, минимальная не более 10 мм, с плавной регулировкой в этом диапазоне;
- величина поворота колонны относительно своей оси не менее 120°, величина регулировки этого перемещения 0–120°;
- величина угла ротации механизма зажима $180 \pm 2^\circ$;
- скорость перемещений: линейного каждой руки не менее 0,5 м/с, колонны не менее 0,2 м/с, поворота колонны не менее 60 град/с, ротации модуля зажима не менее 300 град/с;
- изделие перепрограммируется методом обучения путем пробного перемещения;
- количество внешних каналов связи с технологическим оборудованием – 7;
- изделие обеспечивает запись девяти программ и возможность перехода с программы на программу по сигналу внешнего оборудования или по выбору оператора;
- изделие обеспечивает программирование времени выдержки модулей зажима в точках от 0 до 9 с дискретностью 1 с или от 0 до 1,5 с дискретностью 0,5 с;

- обеспечивается блокировка работы по сигналу внешнего оборудования;

- изделие обеспечивает дистанционное управление и выдачу контрольной информации.

Устройство и работа:

Работа изделия заключается в манипулировании (перемещении, съеме, установке) предметами, обрабатываемыми на технологическом оборудовании. При работе изделия перемещаемые предметы зажимаются в модулях зажима и осуществляется их вертикальное перемещение (подъем и опускание), горизонтальное (работа модуля горизонтального перемещения), поворот в горизонтальной плоскости и относительно вертикальной оси.

Управление перемещениями осуществляется системой управления путем программирования необходимых перемещений и последовательной работой по записанной программе. Программа – это информация о заранее обусловленной последовательности шагов, осуществляемых роботом для выполнения необходимых операций. Одновременно изделие синхронизирует работу технологического оборудования, подавая на него команды необходимый момент технологического процесса. Система управления получает отражение команды с технологического оборудования, которые разрешают дальнейшее выполнение данной программы либо переход на другую программу в зависимости от состояния технологического процесса.

Запись программы производится в режиме «обучение» методом обучения пробного перемещения. Программа состоит из отдельных шагов, каждый из которых содержит информацию о конечных для данного шага положениях модулей зажима. Времени выдержки модулей зажимов в конечной точке. Которые должны быть поданы на технологическое оборудование или получены от него. Запись каждого перехода осуществляется нажатием кнопок на панели управления системы управления. Возможна запись до девяти программ.

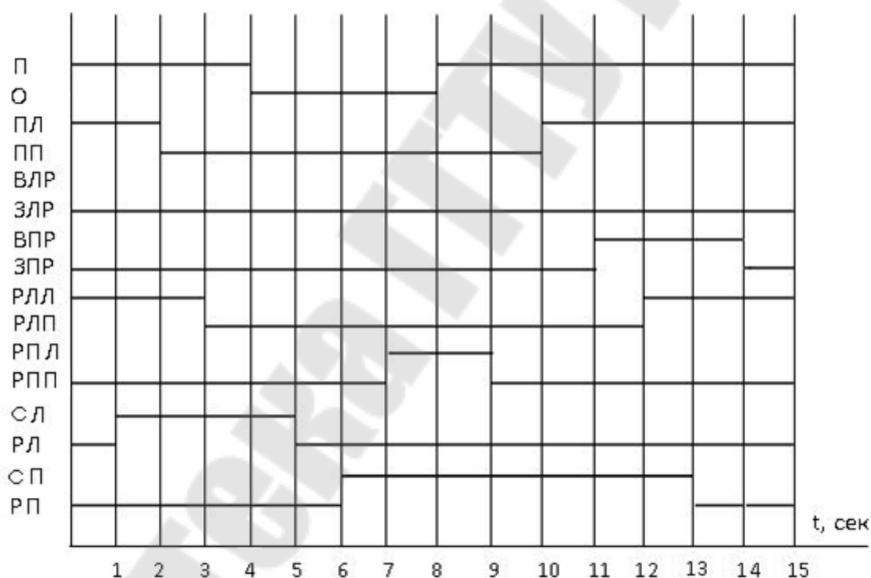
В режиме «автомат» осуществляется работа изделия по любой из записанных программ по выбору оператора или по сигналу с технологического оборудования.

При отработке одного шага программы может быть совершено только одно перемещение по каждой координате от начального положения, соответствующего конечному положению предыдущего перехода до конечного, записанного в этом переходе.

Система управления предназначена для управления работой манипуляторов и имеет два режим работы: в режиме обучения система управления обеспечивает управление и программирование движением подвижных звеньев манипуляторов, выдачу и программирование команд на оборудование; в режиме автоматической работы – обработку одного шага программы, записанного в режиме обучения и переход к следующему шагу при условии наличия сигналов конца обработки по координатам. Командам, выдержкам захватов в точке, циклическое воспроизведение любой из 9 записанных программ по желанию оператора или по командам с оборудования. Возможность дистанционного управления и выдачи контрольной информации о состоянии изделия.

Сигналы с системы управления подаются на электроуправляемые клапаны манипуляторов, которые управляют подачей воздуха к модулям манипуляторов.

3. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ. Для выполнения лабораторной работы выполним операции, изложенные в следующей циклограмме:



- П - подъем рук
- О - опускание рук
- ПЛ - поворот влево
- ПП - поворот вправо
- ВЛР - выдвижение левой руки
- ЗЛР - задвижение левой руки
- ВПР - выдвижение правой руки
- ЗПР - задвижение правой руки

РЛЛ - ротация левого схвата влево
 РЛП - ротация левого схвата вправо
 РПЛ - ротация правого схвата влево
 РПП - ротация правого схвата вправо
 СЛ - сжатие левого схвата
 РЛ - расжатие левого схвата
 СП - сжатие правого схвата
 РП - расжатие правого схвата

Таблица 7.1

Порядок команд в программе робота

Шаг программы	Команда
1	Сжатие левого схвата
2	Поворот вправо
3	Ротация левого схвата влево
4	Опускание рук
5	Расжатие левого схвата
6	Сжатие правого схвата
7	Ротация правого схвата влево
8	Подъем рук
9	Ротация правого схвата вправо
10	Поворот влево
11	Выдвижение правой руки
12	Ротация левого схвата вправо
13	Расжатие правого схвата
14	Задвижение правой руки

Экспериментальное определение погрешности позиционирования

В качестве объекта манипулирования используется цилиндрическая деталь. Перемещения детали определяются индикатором часового типа, устанавливаемым на специальной стойке в соответствии с заданием.

Для исследования в работе выбирают значение выдвигения руки. Измерение повторяем 50 раз. Результаты эксперимента заносим в таблицу 7.2.

Таблица 7.2

Результаты измерений

Номер измерения	Результат измерения, мм	Номер интервала
1	0,0	1
2	-2,0	1
3	-2,0	1
4	-2,0	1
5	-2,0	1
6	-1,0	1
7	-0,5	1
8	0,5	1
9	1,0	1
10	1,5	2
11	2,0	2
12	2,0	2
13	3,0	2
14	3,5	2
15	4,5	3
16	5,0	3
17	5,5	3
18	4,5	3
19	6,0	3
20	6,0	3
21	6,5	3
22	7,0	3
23	6,0	3
24	8,0	4
25	8,0	4
26	6,0	3

Продолжение табл. 7.2

27	8,0	4
28	6,0	3
29	8,0	4
30	8,0	4
31	9,0	4
32	9,0	4
33	9,5	4
34	8,5	4
35	10,0	4
36	10,0	4
37	11,0	5
38	11,5	5
39	12,0	5
40	12,0	5
41	11,0	5
42	13,0	5
43	11,5	5
44	13,5	5
45	14,0	5
46	12,0	5
47	13,0	5
48	13,5	5
49	13,0	5
50	13,5	5

В качестве оценки математического ожидания используют среднее значение \bar{x} :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j = \frac{1}{50} 337,5 = 6,75 \text{ мм} \quad (7.1)$$

где n - число опытов, x_j значение случайной величины X в j -ом опыте.

4. СТРУКТУРА ОТЧЁТА

1. Название лабораторной работы.
2. Цель работы. Назначение работы.
3. Техническая характеристика робота РФ-202М.
4. Устройство робота РФ-202М.
5. Результаты измерений в виде таблицы.
6. Расчет погрешности позиционирования промышленного робота РФ-202М.
7. Выводы по работе.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назначение робота РФ-202М.
2. Основные технические характеристики робота РФ-202М.
3. Устройства робота РФ-202М.
4. Устройство модуля поворота.
5. Устройство модуля подъёма.
6. Устройство модуля ротации.
7. Устройство модуля линейного перемещения руки.
8. Устройство модуля захвата.
9. Как рассчитать погрешность позиционирования промышленного робота РФ-202М?

ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизация, робототехника и гибкие производственные системы кузнечно-штамповочного производства : учебник / К. И. Васильев и др. – Старый Оскол : ТНТ, 2009. – 484 с.
2. Гибкие технологические системы холодной штамповки / под общ. ред С. П. Митрофанова. – Л. : Машиностроение ; Ленингр. отд-е, 1987.-287 с.
3. Семенов, Е. И. Робототехнологические комплексы для листовой штамповки мелких деталей / Е. И. Семенов, Н. Ф. Кравченко, – М. : Машиностроение, 1989. – 288 с.
4. Козырев, Ю. Г. Промышленные роботы : Справочник / Ю. Г. Козырев – М. : Машиностроение, 1988. – 392 с.
5. Роботизированные производственные комплексы / Ю. Г. Козырев [и др.] ;– М. : Машиностроение, 1987.- 272 с.
6. Робототехника / Ю. Д. Андрианов [и др.]; под. ред. Е. П. Попова. – М. : Машиностроение, 1984.- 288 с.
7. Герц, Е. В. Расчет пневмоприводов: Справочное пособие / Е. В. Герц, Г. В. Крейнин. – М. : Машиностроение, 1975 -274с.
8. Робототехника и гибкие автоматизированные производства, в 9-ти кн. / И. М. Макаров, П. Н. Белянин. – М. : Высш. шк., 1986. – 176 с.
9. Спыну, Г. А. Промышленные роботы: конструирование и применение / под. ред. В. И. Костюка.-К. : Вища шк., Головное изд-во, 1985. – 176 с.
10. Челпанов, Н. В. Устройство промышленных роботов / Н. В. Челпанов. – Л. :Машиностроение, Ленингр.отд-е, 1990. – 223 с.
11. Юревич, Е. И. Основы робототехники : учеб. для вузов / Е. И. Юревич. – Л. : Машиностроение, Ленингр отд-е, 1985. – 271 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ, РОБОТОТЕХНИКА И ГИБКИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ

**Практикум
по выполнению лабораторных работ
для студентов специальности
1-36 01 05 «Машины и технология обработки
материалов давлением»
дневной формы обучения**

Составитель Агунович Ирина Валентиновна

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 04.03.21.

Рег. № 19Е.

<http://www.gstu.by>