

Министерство образования Российской Федерации
Владимирский государственный университет
Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, НАЛАДКА И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Методические указания к лабораторным работам

Составители
С.Н. СЫСОЕВ
Е.В. ЕРОПОВА
А.А. ГЛУШКОВ
Р.Г. МИХАЙЛОВ

Владимир 2003

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине
«Производственное оборудование, наладка и эксплуатация»

Составители

Сысоев Сергей Николаевич

Еропова Елена Валерьевна

Глушков Андрей Алексеевич и др.

Ответственный за выпуск – зав. кафедрой В.Ф. Коростелев

Редактор А.П. Володина

Корректор

ЛР № 020275. Подписано в печать

Формат 60x84/16. Бумага для множит. техники. Гарнитура Таймс.

Печать офсетная. Усл. печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100 экз.

Заказ

Редакционно-издательский комплекс

Владимирского государственного университета.

600000, Владимир, ул. Горького, 87.

УДК 62-85.002.72

Рецензент

Главный энергетик ОАО «Владимирский тракторный завод»
А.В. Бесшапошников

Печатается по решению редакционно – издательского совета
Владимирского государственного университета

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Производственное оборудование, наладка и эксплуатация»/Владим. гос. ун.–т; Сост.: С.Н. Сысоев, Е.В. Еропова, А.А. Глушков, и др. Владимир, 2003, с.

Содержат методические указания к лабораторным работам по наладке гидро-, пневмо-, электрооборудования и мероприятиям по поддержанию их в рабочем состоянии.

Предназначены для студентов специальностей 210200 дневной и заочной формы обучения.

Табл. 8, Ил. 26, библиогр.: 8 назв.

УДК 62-85.002.72

Оглавление

Лабораторная работа № 1. ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЦИКЛОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ЗАГРУЗКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ АВТООПЕРАТОРА ГС 3-12.....	4
Лабораторная работа № 2. ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ БЕЗУДАРНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НА ЖЕСТКИЙ УПОР И НАЛАДКА УГЛОВОГО ПРИВОДА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА	11
Лабораторная работа № 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАСТРОЙКИ ДАВЛЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛОВОГО ПРИВОДА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА	19
Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА АРН–0,5.....	22
Лабораторная работа № 5. ВАКУУМНОЕ ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА АРН–0,5	25
Лабораторная работа № 6. УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПР «ЦИКЛОН 5».....	31
Лабораторная работа № 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Промышленного робота «Циклон – 5»....	56
Лабораторная работа № 8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И НАЛАДКА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОБОТА «ЦИКЛОН-5»....	61
Лабораторная работа № 9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЦИКЛОН-5»	64
Лабораторная работа № 10 ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛОВЫХ СИСТЕМ ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМ «ЦИКЛОН – 5».....	68
Приложение 1 Возможные неисправности и способы их устранения ПР «Циклон-5»	78
Приложение 2 Требования безопасности при работе с ПР «Циклон-5»	81

Лабораторная работа № 1.

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ЦИКЛОВЫХ МЕХАНИЗМОВ ЗАГРУЗКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ АВТООПЕРАТОРА ГС 3-12

Правила охраны труда и техники безопасности при проведении лабораторной работы

1. К лабораторной работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности, лица, знакомые с принципом работы и конструкцией гидропривода.

2. Перед началом работы из рабочей зоны необходимо убрать все посторонние предметы и ознакомиться с методическим указанием к лабораторной работе.

3. Запрещается работать на незаземленном оборудовании.

4. Все работы по ремонту и наладке гидропривода производятся только после отключения от питающей сети и при отсутствии давления в гидроприводе.

5. К лабораторной работе допускаются студенты, знакомые с вопросами техники безопасности и изучившие конструкцию гидропривода и его систему управления.

Часть 1. Назначение и циклограмма работы автооператора

Цель работы

Изучить лабораторную установку и построить циклограмму работы автооператора

Теоретические основы лабораторной работы

Понятие автооператора стандартизовано. Автооператор определяется как «автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора или совокупности манипулятора и устройства передвижения и неперепрограммируемого устройства управления» (ГОСТ 25686-85). При этом манипулятором называется «управляемое устройство или машина для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека».

Основными особенностями автооператора являются:

- выполнение операций, подобных ручным;
- работа по одной и той же жесткой программе, т.е. совершение одной и той же последовательности движений.

Автооператоры обычно предназначаются для загрузки заранее сориентированных заготовок в зажимные устройства станков (например, в патроны токарных автоматов) и переноса обработанных заготовок из зоны обработки. Автооператоры, как правило, являются специальными, т.е. проектируются для вполне определенного обслуживаемого оборудования. Обычно автооператоры способны брать объекты только за поверхности одной и той же конфигурации и размера (например, за одинаковые поверхности хвостовиков сменных инструментов станков). Однако иногда в них используются такие же схваты, как у промышленных роботов, позволяющие захватывать предметы различных размеров. Переналадка автооператоров обычно допускается, но она занимает относительно много времени: иногда для перехода на другие размеры заготовок требуется замена деталей.

Узкая специализация автооператоров позволяет выполнять механизм простым, а поэтому дешевым и надежным.

Рабочие органы автооператоров выполняются с одним, с двумя и более схватами, причем в одних случаях схваты крепятся на одной раме, а в других - перемещаются самостоятельно.

Приводы большинства автооператоров гидравлические. Это целесообразно тогда, когда обслуживаемое оборудование также имеет гидравлические устройства. Двигателями в этом случае являются гидроцилиндры, задающие перемещения прямо на звенья или через простейшие шарнирные механизмы. Меньшее распространение получил пневмопривод. Если допускает компоновка, к простым и надежным конструктивным решениям приводит использование механического привода обслуживаемого оборудования.

Программирование движений обычно осуществляется так, что перемещения по степеням подвижности осуществляются последовательно, друг за другом. Линейные перемещения звеньев автооператоров, установленных на оборудовании, обычно невелики (порядка 0,2-0,4 м), скорости перемещения обычно не превышают 0,1-0,2 м/с. При этом время цикла достигает 10-20 с. Конструкции манипуляторов автооператоров выполняются жесткими, поэтому они могут быть сделаны достаточно точными.

Автооператоры нередко служили прототипами первых роботов для обслуживания металлорежущих станков.

Работа выполняется на макете автооператора металлорежущего станка мод. ГС 3-12 (рис. 1.1). Автооператор предназначен для автоматической смены инструментов на станке глубокого сверления. В исходном положении рука автооператора расположена под углом 30 град, к вертикальной оси, кисть втянута, захваты первой группы разжаты, а захваты второй группы держат инструмент, который необходимо установить в шпиндель. По команде из системы управления станка рука 7 опускается к оси шпинделя, захваты 1 зажимают инструмент, находящийся в шпинделе: после опускания его шпинделем кисть 2 выдвигается, вынимая инструмент из шпинделя, поднимается в исходное положение, разворачивается на 180 град., опускается к оси шпинделя, втягивается кисть 2 зажимается в шпинделе замененный инструмент, разжимаются захваты 3, рука 7 поднимается в исходное положение.

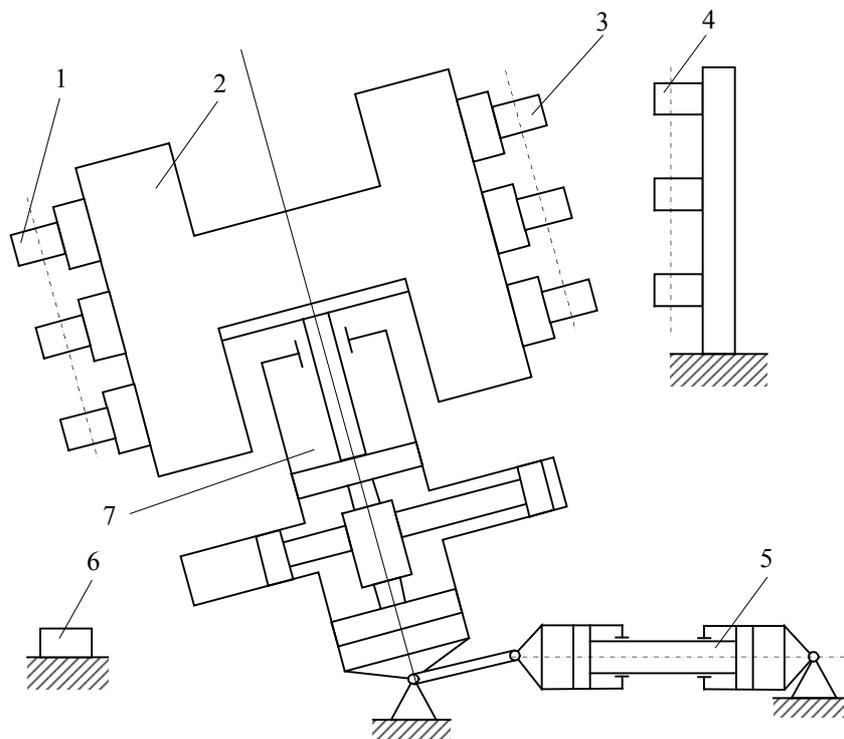


Рис. 1.1. Макет автооператора металлорежущего станка мод. ГС 3 - 12:

1 - захваты первой группы; 2 - кисть руки автооператора; 3 - захваты второй группы; 4 - магазин инструментов; 5 - гидроцилиндр; 6-упор; 7 - механическая рука автооператора

Порядок выполнения работы

1. Изучить принцип работы и конструкцию автооператора, используя описание и реальную конструкцию.
2. Подготовить автооператор к работе.
3. В режиме «Автоматическое управление» реализовать цикл работы манипулятора (5-6 раз).
4. Составить циклограмму работы автооператора.

Часть 2. Демпфирование гидропривода при позиционировании исполнительного органа на жесткий упор

Цель работы

Изучение демпфирования гидропривода при позиционировании исполнительного органа на жесткий упор.

Теоретические основы лабораторной работы

Позиционирование исполнительных органов механизмов по упорам связано с возникновением ударных явлений. Плавность выхода исполнительного органа на жесткий упор, безударная работа механизма осуществляются двумя способами:

- установка перед упором демпфирующих систем;
- остановка исполнительного органа осуществляется торможением приводного механизма по определенному закону.

Наибольшая скорость выхода исполнительного органа на жесткий упор ограничена возможностью возникновения ударных явлений. Торможение гидропривода может осуществляться различными способами изменением характеристики насосной установки, сопротивлений магистралей, изменением эффективной площади поршня, изменением схемы гидросистемы, увеличением сил сопротивления и комбинированными способами. Особенно широко как наиболее простой способ применяется в гидроприводах торможение дросселированием на выходе гидросистемы. При этом сопротивление дросселей изменяется в зависимости от положения исполнительного органа, т.е. осуществляется управление по пути. Закон торможения приводного механизма, например поршня со штоком в гидроцилиндре, определяется профилем конуса 2 изготовленным заодно со штоком поршня 1 и выполняющим роль дросселя, перекрывая отверстие в крышке цилиндра 4. Отверстие предназначено для выхода масла из полости слива цилиндра 3 (рис. 1.2). В

данной конструкции устанавливается регулируемый дроссель 5, предназначенный для тонкой настройки безударной работы механизма.

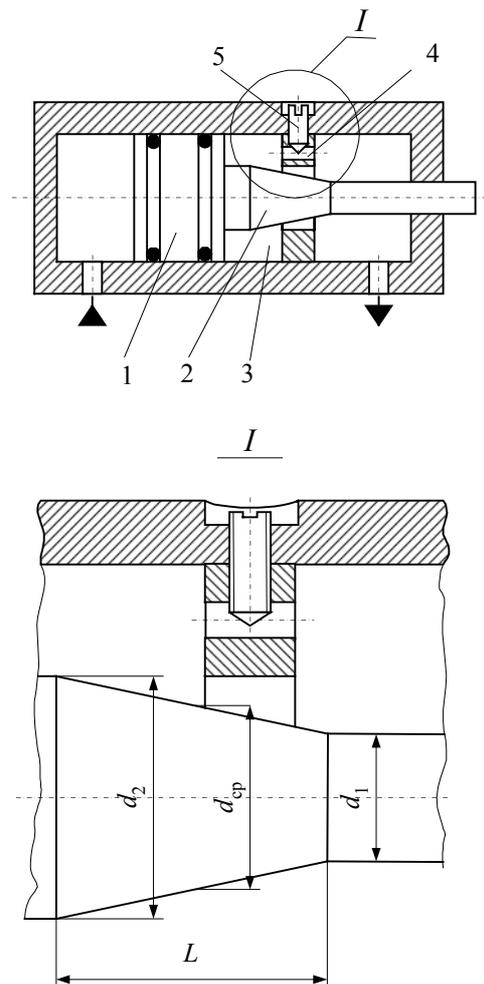


Рис. 1.2. Конструкция гидропривода:

1 – поршень цилиндра, 2 – конус штока, 3 – полость слива цилиндра, 4 – крышка цилиндра, 5 – регулируемый дроссель

Таким образом, в результате изменения площади дроссельной щели от максимального значения в начале торможения до минимального значения в конце торможения происходит торможение исполнительного органа до безударной скорости его перемещения.

Приблизительно рассчитать площадь дроссельной щели можно исходя из следующего. Действующие силы описываются уравнением

$$ma + F_{\text{вн}} - p_2 f_2 + p_1 f_1 = 0,$$

где m - масса перемещаемого объема, кг; a - ускорение, м/с²; $F_{\text{вн}}$ - внешняя нагрузка, Н; p_2 - давление жидкости в рабочей полости, Па; f_1, f_2 - эффективные площади поршня рабочей и сливной полостей, м.

Путь торможения обычно принимается равным 5 – 25 мм. Давление в камере торможения принимается постоянным, не превышающим p по прочности цилиндра. Силы трения и давления на сливе не учитываются. Силы трения и давления на сливе не учитываются.

Скорость в конце торможения

$$V_T = (0,1-0,2) \cdot V_0$$

где V_0 - средняя скорость движения, м/с.

Давление торможения

$$p_T = 1,25 \cdot p = \text{const}$$

где p - рабочее давление гидросистемы, Па;

Время торможения

$$t_T = 2 \frac{x_T}{\Delta V} = 2 \frac{x_T}{(V_0 - V_T)},$$

где x_T - путь торможения, м.

Давление торможения

$$p_0 = \frac{ma + F_{ai}}{f_1} + p_2 f_2,$$

где f - эффективная площадь поршня сливной полости, м².

Ускорение торможения

$$a = \frac{V_0 - V_T}{t_T} = \frac{\Delta V^2}{2x_T}.$$

Площадь дроссельной щели в начале торможения

$$f_{др.0} = \frac{V_0 f_1}{\mu} \sqrt{\frac{2gp_1}{\rho}},$$

где μ - коэффициент расхода через дроссель (принять $\mu = 0,62$ для кольцевой щели); g - ускорение свободного падения, м/с²; ρ - плотность жидкости.

Площадь дроссельной щели в конце торможения

$$f_{др.T} = \frac{V_0 f_1}{\mu} \sqrt{\frac{2gp_T}{\rho}},$$

Определив сечение дросселей в начале и в конце хода, можно найти, определив геометрию демпфирующего устройства.

Порядок выполнения работы

1. Изучить конструкцию гидропривода, используя описание и рис. 1.2.

2. Рассчитать площади дроссельной щели в начале и в конце торможения при $V_T = 0,1V_0$; $V_T = 0,15V_0$; $V_T = 0,2V_0$ и ускорение торможения при $x_T = 5$ мм, $x_T = 10$ мм, $x_T = 15$ мм, $x_T = 20$ мм, $x_T = 25$ мм. Результаты свести в табл. 1.1

Таблица 1.1.

№ п/п	Скорость в конце торможения, V_T , м/с	Диаметр дроссельной щели		Путь торможения, x_T , м	Ускорение торможения, a_T , м/с ²
		в начале торможения, $f_{др.0}$, М ²	в конце торможения, $f_{др.Т}$, М ²		

3. С помощью электронного секундомера определить время торможения исполнительного органа при крайних и одном промежуточном положениях дросселя 5 (рис. 1.2). Результаты измерений свести в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Положение дросселя	Время торможения, t_T , с					Время торможения среднее, $t_{T\text{ ср}}$, с	Скорость торможения, V_T , м/с
	Номер эксперимента						
	1	2	3	4	5		

4. Построить график зависимости скорости торможения исполнительного органа автооператора от положения дросселя 5 (рис. 1.2).

5. Сделать выводы по полученным результатам.

Исходные данные для расчета площадей дроссельной щели:

- плотность жидкости $\rho = 8,55 \cdot 10^{-3}$ кг/см³;
- средняя скорость движения $V_0 = 10$ м/мин;
- эффективная площадь поршневой полости гидроцилиндра $f_1 = 14,1$ см²;
- давление торможения $p_1 = 89,3$ кг/см².

Отчет должен содержать:

- назначение автооператора и циклограмму его работы;
- схему конструкции гидропривода;

- условия проведения эксперимента;
- таблицы и графики;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем отличается автооператор от промышленного робота?
2. Каковы особенности программирования автооператоров?
3. Расскажите об особенностях кинематической схемы автооператора металлорежущего станка мод. ГС 3 - 12.
4. Сколько степеней подвижности имеет автооператор металлорежущего станка мод. ГС 3-12.
5. Что такое дроссельный гидропривод управления? Из каких основных элементов он состоит?

Библиографический список

1. Башта Т.Н. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. - М., 1972.–123 с..
2. Левитский Н.И., Цуханова Е.Н. Расчет управляющих устройств для торможения гидроприводов - М., 1971.–231 с.
3. Челпанов И.Б. Устройство промышленных роботов. - М.: Машиностроение. 1990.–132 с.

Лабораторная работа № 2.

ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ БЕЗУДАРНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НА ЖЕСТКИЙ УПОР И НАЛАДКА УГЛОВОГО ПРИВОДА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА

Цель работы

Изучить способы безударного позиционирования исполнительного органа на жесткий упор, научиться выполнять наладку углового привода колебательного типа.

Теоретические основы лабораторной работы

Позиционирование исполнительного органа на жесткий упор. Значительная группа промышленных роботов (ПР) выполнена с позиционированием подвижного исполнительного органа на жесткий упор. Общность всех движений цикла исполнительного органа данных механизмов заключается в том, что каждое движение включает три фазы:

разгон, установившееся движение с постоянной скоростью, торможение. При малой длине хода переходные процессы играют важную роль в формировании движения и составляют до 60% от времени движения.

Позиционирование исполнительных механизмов по упорам связано с возникновением ударных явлений, и основным ограничением по быстродействию является условие выхода исполнительного органа на жесткий упор на безударной скорости.

При традиционном способе позиционирования исполнительный орган разгоняют, перемещают к точке позиционирования на равномерной скорости, тормозят до безударной скорости и перемещают до выхода его на жесткий упор. Причем торможение исполнительного органа стремятся производить без колебаний относительно его статического равновесия. При этом требование по безударному позиционированию накладывает ограничения на ускорение торможения исполнительного органа и составляет $(0,3-0,4)g$ (g - ускорение свободного падения), тогда как допустимые ускорения, для механизма без учета ударных явлений об упор значительно выше. Поэтому ускорение разгона задают выше ускорения торможения и эта разница тем больше, чем меньше жесткость, длиннее кинематическая цепь, больше инерционность, зазоры и т.д.

Существует безударный способ позиционирования, основанный на использовании свойств колебательных систем. Способ заключается в том, что систему управления ПР настраивают на останов исполнительного органа в смещенном положении от точки позиционирования на величину упругого отклонения от положения его статического равновесия. Фиксация исполнительного органа на жесткий упор производится при его мгновенной скорости движения в точке позиционирования, близкой к нулю. При этом обеспечивается условие безударного позиционирования, а именно: выход исполнительного органа на жесткий упор на безударной скорости. Кроме возможности повышения быстродействия данный способ позволяет использовать принцип аккумуляции энергии.

Повышение быстродействия достигается за счет того, что исключаются колебания исполнительного органа относительно точки позиционирования после остановки исполнительного органа, а также за счет увеличения допустимых ускорений при разгоне и торможении исполнительного органа. Этот принцип заключается в том, что при позиционировании кинетическая энергия подвижного исполнительного органа ПР преобразуется в потенциальную энергию отклонения исполнительного органа от его положения статического равновесия и

аккумулируется при фиксации на жесткий упор, а затем может быть использована для дальнейшего движения. НИИМАШем разработан ряд конструкций ПР колебательного, маятникового, резонансного типа с безударным принципом позиционированием.

Однако данный способ позиционирования имеет ряд недостатков. Применяемые в ПР устройства позиционирования, реализующие данный способ, требуют точной настройки и не допускают значительных отклонений многочисленных параметров ПР, к которым относится и масса перемещаемых ПР предметов, изменяющих величину отклонения исполнительного органа от положения его статического равновесия при позиционировании. Кроме этого в момент фиксации исполнительного органа ПР на жестком упоре возникают значительные динамические перегрузки. Это связано с тем, что в момент позиционирования при мгновенной скорости исполнительного органа, близкой к нулю, ускорения близки к максимальным. В результате возникает удар второго рода, т.е. при позиционировании происходит резкое изменение ускорения движения исполнительного органа. Динамические нагрузки в момент позиционирования определяются временем нагружения исполнительным органом жесткого упора в зависимости от периода собственных колебаний системы: жесткий упор - исполнительный орган. Так как точность позиционирования исполнительного органа ПР в значительной мере зависит от жесткости упора, то уменьшать динамические нагрузки можно только путем увеличения времени нагружения исполнительным органом жесткого упора. Для этого необходимо нагружение упора начинать не в точке позиционирования, а при подходе исполнительного органа к ней. Реализуется данный способ путем подхвата исполнительного органа упором при приближении его к точке позиционирования, плавным нагружением упора, принудительно выводя им исполнительный орган в точку позиционирования. Способ позиционирования с подхватом исполнительного органа жестким упором позволяет не только значительно снизить динамические нагрузки при сохранении высокого быстродействия, но и расширяет область применения данного способа в ПР. На рис. 2.1 и 2.2 показаны характеры изменения скорости и координаты исполнительного органа при позиционировании его на жесткий упор при положении статического равновесия соответственно ближе и дальше точки позиционирования; где 1 – традиционный способ позиционирования; 2 – безударный способ позиционирования с подхватом исполнительного органа.

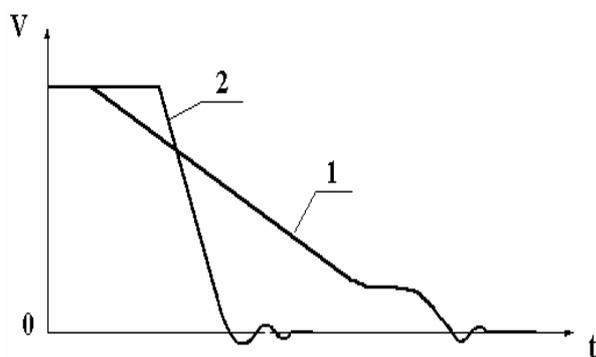


Рис. 2.1. Характер изменения скорости и координаты при апериодическом переходном процессе



Рис. 2.2. Характер изменения скорости и координаты при положении статического равновесия дальше точки позиционирования

Привод углового перемещения. Привод предназначен для перемещения исполнительного органа (ИО) с позиционированием на жесткие упоры и может найти применение в холодной листовой штамповке, укладке, расфасовке деталей на предприятиях машиностроения и в других отраслях промышленности для решения значительного класса задач, связанных с использованием простых позиционных механизмов, выполняющих заранее запрограммированные элементарные движения, где требуются такие технические характеристики, как максимальное быстродействие, плавность хода ИО, высокая точность позиционирования, низкое энергопотребление.

Привод (рис. 2.3) состоит из корпуса с установленным в нем с возможностью поворота относительно оси и подпружиненным пружиной 5 в среднем положении исполнительным органом 4. В конечных точках движения ИО конструкция оснащена управляемыми упорами-фиксаторами 2, выполненными в виде постоянных магнитов, установленных на корпусе привода, и постоянными магнитами 3, установленными на исполнительном органе, с возможностью силового взаимодействия их магнитных полей.

В приводе в фазе торможения запасается механическая энергия в аккумуляторе, а в фазе разгона эта энергия возвращается ИО, причем двигатель служит только для компенсации потерь, возникающих в системе. Функцию аккумулятора выполняет пружина, выходное звено которой соединено с ИО. Исполнительный орган совершает колебательные движения относительно положения статического равновесия, при этом

энергия, затрачиваемая на разгон инерционной массы, не теряется, а переходит (рекуперируется) из кинетической в потенциальную и из потенциальной в кинетическую.

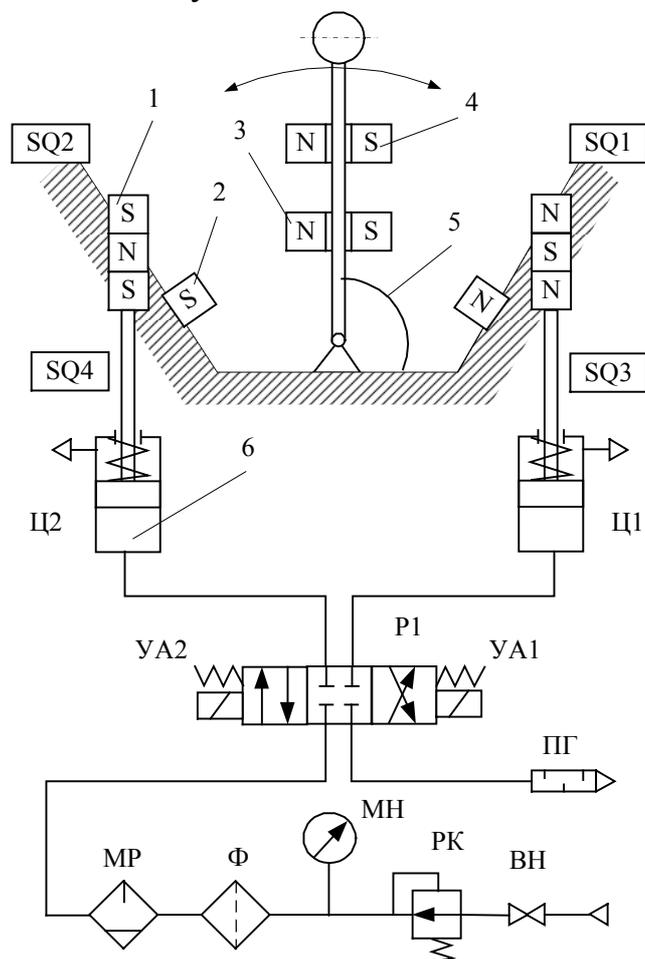


Рис. 2.3. Привод углового перемещения. Схема пневмокинематическая

Устройство работает следующим образом. Перед началом работы ИО выводят в крайнее (например левое) положение. В данном положении он фиксируется и удерживается магнитным полем постоянных магнитов. При подаче сигнала из системы управления на распределитель P1 (рис. 2.3.) включается электромагнит YA2, срабатывает пневмоцилиндр Ц2, смещая постоянные магниты на упоре относительно магнитов, установленных на исполнительном органе, в результате чего, взаимодействуя одноименными полюсами, происходит отталкивание магнита, установленного на ИО, а затем и отрыв от магнита-фиксатора. Кроме того, исполнительному органу добавляется энергия, которая впоследствии расходуется на преодоление диссипативных сил. Причем

этой энергии должно быть достаточно для перемещения ИО из одного крайнего положения в другое, т.е. количество добавляемой энергии должно регулироваться. После отрыва магнита, установленного на исполнительном органе, от магнита-фиксатора механическая рука начинает перемещаться из крайнего левого положения в крайнее правое. Потенциальная энергия пружины переходит в кинетическую энергию исполнительного органа. После прохождения ИО среднего положения начинается торможение, и кинетическая энергия исполнительного органа переходит в потенциальную энергию пружины. При подходе к крайнему правому положению ИО, магнитные поля постоянных магнитов-фиксаторов и магнита-расфиксатора притягивают магниты, установленные на ИО. Исполнительный орган принудительно выводится в крайнее (правое) положение и фиксируется в нем.

Аналогично происходит расфиксация ИО в крайнем (правом) положении и его перемещение в крайнее левое положение.

Такая схема построения привода, выполнение упоров-фиксаторов в виде постоянных магнитов позволяет по сравнению с традиционными приводами в 6 - 8 раз повысить быстродействие, в 10 раз снизить энергопотребление, в 2 раза снизить стоимость и в 3 раза металлоемкость.

Наладка углового привода колебательного типа. На рис. 4. показан макет ПР с приводом колебательного типа.

Наладка привода осуществляется регулировочными винтами 5, 6, 10, 11 (рис. 2.4).

Винтом 10 (рис. 2.4) регулируется натяжение пружины 5 (рис. 2.3), осуществляющей подпитку энергией исполнительного органа. Винтом 9 регулируется положение статического равновесия. Винтом 5 регулируется величина площади перекрытия магнитов на исполнительном органе (поз. 4 на рис. 2.3, поз. 3 на рис. 2.4) управляемыми магнитами-фиксаторами, установленными на упорах (поз. 1 на рис. 2.3, поз. 4 на рис. 2.4). Винтом 6 регулируется плоскостность магнитной плиты.

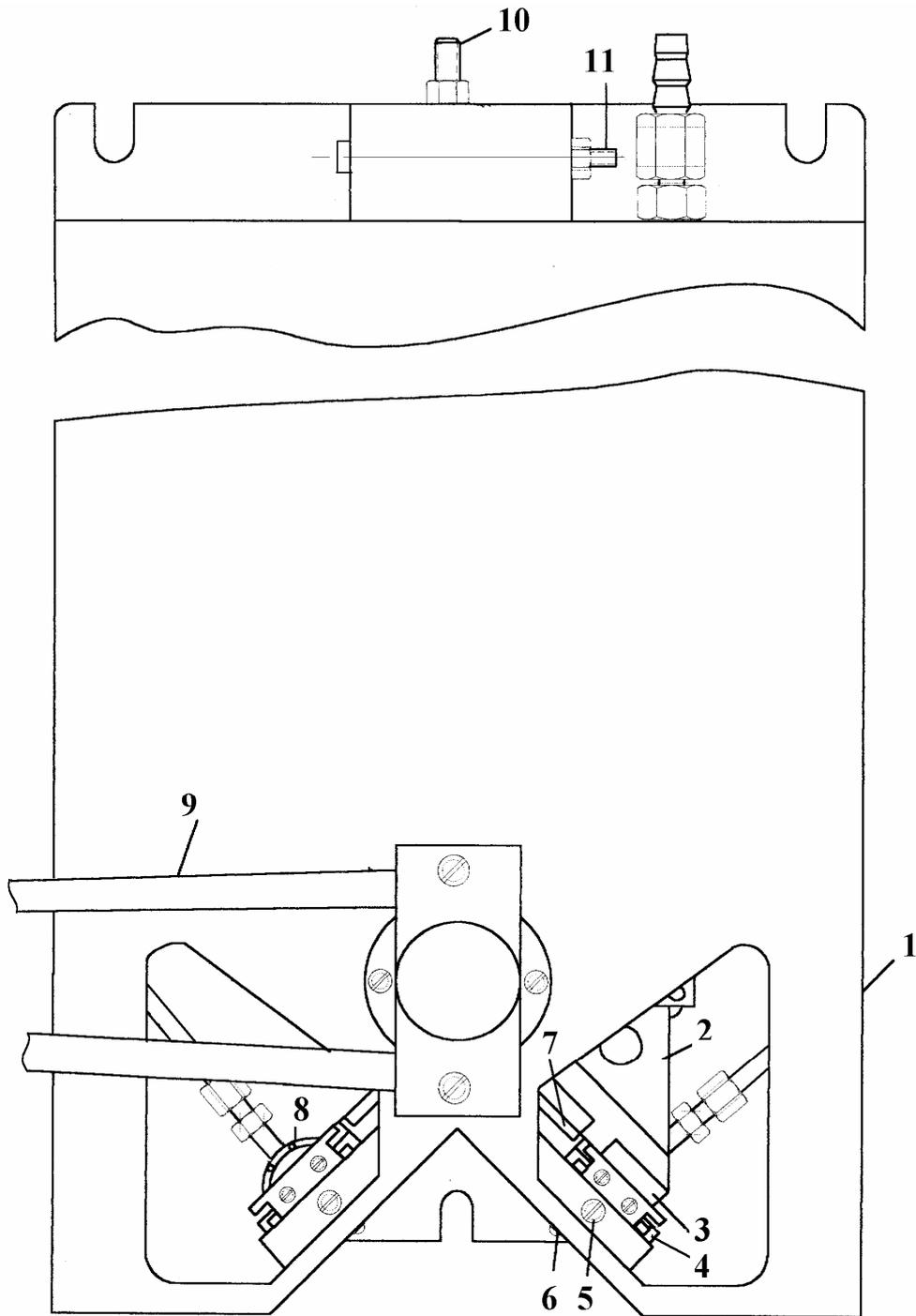


Рис. 2.4. Макет робота с приводом колебательного типа: 1 – корпус робота; 2 – подвижный элемент исполнительного органа; 3 – постоянные магниты, 4 – постоянные магниты, управляемых упоров-фиксаторов (поз 2 на рис. 2.3); 5, 6, 10, 11 – регулировочные винты; 7 – постоянные магниты на упоре (поз. 3 на рис. 2.3); 8 – пневмоцилиндр; установленные на подвижном элементе исполнительного органа (поз.3 на рис. 2.3); 9 – исполнительный орган (механическая рука);

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со способами позиционирования исполнительного органа на жесткий упор.

2. Изучить конструкцию и принцип работы углового привода колебательного типа.

3. Подготовить робот к работе. Вывести исполнительный орган в исходное положение (зафиксировать на одном из упоров).

4. Регулировочными винтами 8, 9, 10, 11 осуществить наладку привода, обеспечив:

- максимальную скорость перемещения исполнительного органа;
- безударность позиционирования исполнительного органа на упоры;
- надежность удержания исполнительного органа на упорах в крайних положениях.

Отчет должен содержать:

- схему углового привода колебательного типа;
- условия проведения наладки;
- последовательность действий при выполнении наладки;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. Расскажите об особенностях конструкции приводов колебательного типа.

2. В чем заключается способ безударного позиционирования исполнительного органа на жесткий упор?

3. Где находят применение приводы маятникового, колебательного типа?

4. Объясните по рис. 2.4. принцип работы привода промышленного робота с рекуперацией энергии.

Библиография

Механика промышленных роботов: учебное пособие для вузов: В 3 кн./Под ред. К.В. Фролова, Е.И. Воробьева. Кн. 2: Расчет и проектировании механизмов/Е.И. Воробьев, О.Д. Егоров, С.А. Попов. – М.: Высшая школа, 1988.–367 с.

Лабораторная работа № 3.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАСТРОЙКИ ДАВЛЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ УГЛОВОГО ПРИВОДА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА

Цель работы

Оценка влияния входного давления на характеристики углового привода колебательного типа.

Теоретические основы лабораторной работы

Особенность промышленных роботов заключается в малой доле движений с постоянной скоростью. Преобладающими являются режимы интенсивного разгона и торможения. При традиционном построении привода в цикловых системах с преобладанием инерционной нагрузки основная мощность двигателя идет на разгон системы и впоследствии рассеивается на демпферах и упорах. В приводах роботов, использующих свойства колебательных систем, на этапе торможения механическая энергия аккумулируется в специальных устройствах, а на этапе разгона - выдается в систему. Двигатели выполняют лишь функцию подкачки энергии для компенсации потерь на трение и совершение полезной работы. Это позволяет одновременно существенно повысить скорости движений манипуляторов и сэкономить энергию. В колебательных системах энергия, затрачиваемая на разгон инерционной массы, не теряется в системе (не уходит в тепло), а из кинетической переходит в потенциальную.

Построение такого привода представлено на примере углового привода колебательного типа (см. рис. 2.3).

Представленная структура привода включает аккумулятор потенциальной энергии в виде пружины 5 (см. рис. 2.3) с жесткостью k , а вместо демпферов-упоров установлены управляемые упоры-фиксаторы 1. В среднем положении исполнительного органа (подвижной массы) 4 пружина 5 находится в свободном состоянии и ее усилие $F_{пруж} = k\varphi = 0$. В исходном положении система взведена и поджимается к упору-фиксатору усилием $F_{пруж1} = k\varphi_1$, где φ_1 – значение координаты φ в этом положении. При поступлении команды на выполнение движения магнит фиксатора убирает упор и исполнительный орган (подвижная масса m) под действием усилия пружины начинает разгоняться, преобразуя потенциальную энергию пружины в кинетическую энергию массы m . После прохождения среднего положения с $\varphi = 0$ исполнительный орган начнет тормозиться за

счет перехода кинетической энергии массы m обратно в потенциальную энергию пружины. Если бы в системе не было трения, то исполнительный орган непременно достиг бы симметрично установленного второго фиксатора, и при этом его скорость была бы равна нулю. Наличие трения в системе обуславливает необходимость установки пневмопривода б, восполняющего энергию на эти потери.

Таким образом, в данной системе привод не используется для разгона инерционной массы, на что в традиционных системах затрачивается основная мощность. Поэтому структуры, построенные по схеме рис. 2.3 отличаются существенно меньшей мощностью привода, причем она не определяет быстродействие системы. Быстродействие системы определяется собственными динамическими свойствами механического колебательного контура, и при известной инерционности системы mR^2 всегда можно подобрать жесткость k пружины так, чтобы обеспечить требуемое быстродействие.

Быстродействие (время выполнения движения ИО) углового привода колебательного типа определяется соотношением

$$T = \pi \sqrt{\frac{mR^2}{k}},$$

где m – масса подвижных частей, кг; R – радиус инерции, м; k – жесткость пружины.

Угловая скорость перемещения исполнительного органа ω определяется из выражения, с^{-1}

$$\omega = \frac{2\pi}{T};$$

Линейная скорость перемещения V , м/с:

$$V = \omega R.$$

Порядок выполнения работы

1. Подготовить робот к работе. При номинальном давлении питания сжатым воздухом $p_{\text{ном}} = 0,4 - 0,5$ МПа обеспечить на холостом ходу максимальную скорость перемещения исполнительного органа робота.

2. Измерить длину ИО (радиус инерции R).

Последовательно при давлении питания сжатым воздухом $p = 0,2p_{\text{ном}}$; $p = 0,5p_{\text{ном}}$; $p = 0,75p_{\text{ном}}$; $p = p_{\text{ном}}$ обеспечить 5 – 6-кратное выполнение команд прямого и обратного движений на холостом ходу, при различных

значениях масс полезного груза $m_{гр}$: $m_{гр} = 0,25m_{ном.}; 0,5m_{ном.}; 0,75m_{ном.}; m_{ном.}$; ($m_{ном.}$ задается преподавателем).

2. В процессе выполнения эксперимента с помощью электронного секундомера измерить время перемещения при прямом и обратном направлениях движения ИО. (Величина хода в одном направлении - 180°).

3. В процессе выполнения команд оценить работоспособность и характеристики привода:

- плавность прямого и обратного ходов под нагрузкой и без нагрузки;
- надежность срабатывания пневмоцилиндров (Ц1, Ц2 см. рис.2.3);
- характер демпфирования каждого движения;
- надежность позиционирования ИО на упорах.

4. Вычислить среднюю линейную скорость перемещения ИО при прямом и обратном ходах.

5. Вычислить относительное изменение скорости, м/с:

$$V = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}}$$

6. Результаты эксперимента свести в таблицу.

Давл. питан., p , МПа	Масса груза, m , кг	№ опыта	Время, с		Угловая скорость, c^{-1}		Линейная скорость, м/с		Средняя линейная скорость, м/с	
			прям. хода, $T_{пр}$	обрат. хода, $T_{обр}$	прям. хода, $\omega_{пр}$	обрат. хода, $\omega_{обр}$	прям. хода, $V_{пр}$	обрат. хода, $V_{обр}$	прям. хода, $V_{пр\ ср}$	обрат. хода, $V_{обр\ ср}$
		1								
		2								
		3								
		4								
		5								

9. Построить графики зависимости времени перемещения ИО на холостом ходу и при различных значениях масс полезного груза от давления питания для прямого и обратного движений.

10. Сделать выводы по полученным результатам.

Отчет должен содержать:

- цель работы;

- схему углового привода колебательного типа;
- условия проведения экспериментов;
- полученные результаты;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. Что из себя представляет аккумулятор механической энергии?
2. Как зависит быстродействие привода от массы транспортируемого груза, от жесткостной характеристики упругого элемента?
3. Охарактеризуйте плавность приводов с рекуперацией энергии.
4. Как происходит демпфирование при позиционировании исполнительного органа на жесткий упор?

Библиография

Манипуляционные системы роботов. / Под ред. А.И. Корендясева, - М.: Машиностроение, 1989.–320 с.

Лабораторная работа № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ТИПА АРН–0,5

Цель работы

Исследование влияния нагрузки на скорость перемещения исполнительного органа ПР АРН–0,5.

Теоретические основы лабораторной работы

Основными функциями ПР АРН–0,5 являются функции захвата заготовки, ее перемещения и установки на рабочую позицию. Для реализации этих функций предусмотрены две степени подвижности. Поэтому промышленный робот состоит из двух модулей: вакуумного захватного устройства 1 (см. рисунок) и привода линейного перемещения.

В промышленном роботе использован механический привод колебательного (маятникового) типа с рекуперацией энергии, оснащенный пневматическим устройством подпитки энергией 6. Привод выполнен в виде каретки 3, которая может перемещаться горизонтально по направляющим 4. На подпружиненной в среднем положении пружины 5 каретке установлена механическая рука 2. Устройство подпитки энергией 6 выполнено в виде силового цилиндра, смещающего каретку из

5. Определить время прямого и обратного хода исполнительного органа при каждом повторении. Время измерять с помощью электронного секундомера.

6. Измерить максимальный ход ИО при каждом движении. Для измерения использовать микрометр.

7. Вычислить среднее значение скорости перемещения ИО при прямом и обратном ходах для каждого значения массы груза.

8. Результаты свести в таблицу.

№ эксперимента	Масса груза m , кг	Номер повторения	Время прямого хода $T_{п.х.}$, с	Время обратного хода $T_{о.х.}$, с	Средняя скорость ИО при прямом ходе $V_{ИО п.х.}$, м/с	Средняя скорость ИО при обр. ходе $V_{ИО о.х.}$, м/с
1		1				
		2				
		3				
		4				
		5				

9. В процессе выполнения команд оценить работоспособность и характеристики привода:

- плавность прямого и обратного ходов под нагрузкой и без нагрузки;
- характер демпфирования каждого движения;
- надежность позиционирования исполнительного органа на упорах.

10. Вычислить относительное изменение скорости, м/с:

$$V = \frac{V_{\max} - V_{\min}}{V_{\max}}.$$

11. Построить графики зависимости скорости перемещения исполнительного органа от массы груза $V=f(m)$ для прямого и обратного движений.

12. Сделать выводы по полученным результатам.

Отчет должен содержать:

- цель работы;
- схему привода ПР;
- условия проведения эксперимента;

- полученные результаты;
- графики зависимостей;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. Из каких модулей состоит промышленный робот АРН – 0,5?
2. Расскажите об устройстве и принципе работы привода линейного перемещения промышленного робота АРН – 0,5.
3. Что из себя представляет устройство подпитки энергией?
4. Как конструктивно выполнены устройства фиксации и расфиксации?
5. От чего зависит производительность промышленного робота АРН – 0,5?
6. Как зависит быстродействие привода от массы транспортируемого груза, от жесткостной характеристики упругого элемента?

Библиография

Манипуляционные системы роботов. / Под ред. А.И. Корендясева, - М.: Машиностроение, 1989.–320 с.

Лабораторная работа № 5. ВАКУУМНОЕ ЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА АРН–0,5

Цель работы

Изучить принцип работы вакуумного хватного устройства агрегатно-модульной конструкции, провести экспериментальные исследования его быстродействия.

Теоретические основы лабораторной работы

При создании промышленных роботов (ПР) так же, как и при разработке ряда других машин, имеют место два основных направления, связанные с попытками нахождения наиболее рационального метода их построения с точки зрения сокращения стоимости ПР и повышения надежности. Одно из этих направлений – создание универсальных машин, обладающих широкими возможностями, а другое – создание специализированных машин с меньшими возможностями, но более простых по конструкции.

Первое из указанных направлений предполагает разработку ряда ПР, обладающих широкими возможностями, что позволяет использовать их в различных областях производства. Недостатком данного метода является относительно высокая стоимость промышленного робота вследствие его сложности. При этом возможности ПР во многих случаях недоиспользуются.

Второе направление в создании ПР, с одной стороны, приводит к увеличению номенклатуры ПР, что отрицательно сказывается на серийности их производства и, следовательно, на стоимости, а с другой стороны, упрощение конструкции промышленных роботов способствует снижению стоимости их изготовления.

Одним из путей, способствующих разрешению указанных противоречий, является построение промышленных роботов на агрегатно-модульной основе.

Агрегатно-модульный метод построения ПР, т.е. создание конструкций ПР на базе ограниченной группы нормализованных узлов предоставляет возможность получения специализированных машин наиболее полно отвечающих требованиям решения конкретной технологической задачи и не обладающих избыточностью функций и поэтому более дешевых по сравнению с универсальными промышленными роботами, а также имеет ряд других преимуществ.

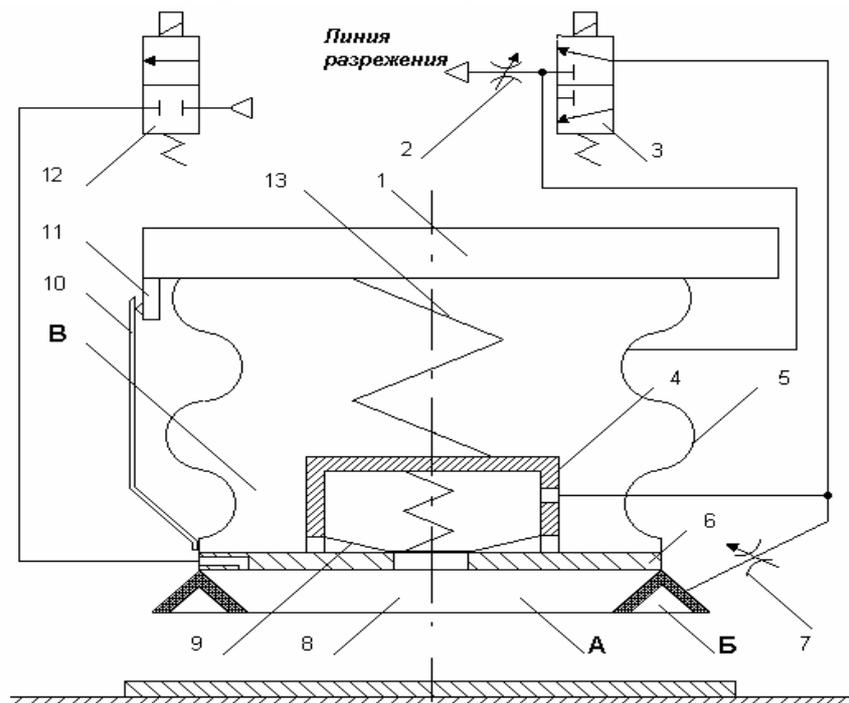
В состав ПР входят основные системы трех видов: исполнительная, информационная и управления. При агрегатно-модульном построении ПР функциональные узлы основных систем строятся на агрегатной основе и на базе этих узлов создаются различные компоновочные схемы. То есть устройства агрегатно-модульной конструкции представляют собой модуль с одной или несколькими степенями подвижности и собственной информационной системой и системой управления.

К отдельным агрегатным узлам (модулям) системы предъявляются следующие основные требования:

- законченность и конструктивная самостоятельность механизмов;
- обеспечение компоновки в различных сочетаниях и положениях, простота и надежность монтажа;
- унификация стыковочных элементов узлов одинакового назначения.

Вакуумное захватное устройство (ВЗУ) ПР АРН-0,5 (см. рисунок) предназначено для обслуживания высокопроизводительного технологического оборудования, например в области холодной листовой

штамповки. Оно реализует выполнение функций «взять» и «установить» плоскую заготовку при транспортировке ее между технологическим оборудованием. Устройство имеет вакуумный захват (присоску) и привод его вертикального перемещения, выполненный в виде сильфона. Выполняются последовательно функции: опускание захвата на заготовку, захват ее, подъем захвата с заготовкой; опускание захвата с заготовкой, отпускание ее и подъем захвата. Каждая функция «взять» или «установить» заготовку осуществляется от одной управляющей команды центральной системы управления. ВЗУ установлено на механической руке.



Пневмосхема вакуумного захватного устройства.

Устройство состоит из корпуса 1, на котором жестко установлен сильфон 5, подпружиненный пружиной 13. На сильфоне 5 установлен корпус 6 с вакуумным захватом 8, который имеет центральную А и периферийную Б рабочие полости. Сильфон 5 имеет герметичную рабочую полость В. Полость В сильфона выполнена с возможностью соединения с полостью А захвата посредством клапана 4. Запорный элемент клапана выполнен в виде мембраны 9, подпружиненной в корпусе. Полость А захвата выполнена с возможностью соединения с избыточным давлением через распределитель 12. Полость Б захвата через дроссель 7 соединена с каналом управления клапана 4. Канал управления выполнен с возможностью соединения через распределитель 3 и дроссель 2 с линией разреза. С линией разреза соединена и полость сильфона. На

захвате установлен флажок 10, взаимодействующий с датчиком 11 в крайнем верхнем положении захвата.

Устройство работает следующим образом. В исходном положении канал управления клапана соединен с полостью Б захвата, то есть с атмосферой, мембрана разъединяет полости В и А. Так как полость В герметична и соединена с линией разрежения, в ней создается давление разрежения и захват занимает крайнее верхнее положение. Датчик сигнализирует о нахождении захватного устройства в исходном положении.

При подаче команды «взять» из центральной системы управления ПР включается распределитель 3, соединяя полость Б и линию управления клапана с линией разрежения. Клапан открывается, соединяя полость В с полостью А. Так как полость А связана с атмосферой, то полость В разгерметизируется. Давление разрежения в полости В уменьшается, и захват опускается под действием пружины. Опускание захвата происходит до момента касания его заготовки. В результате герметизации полостей А и Б захвата заготовкой в них возникает давление разрежения, так как продолжает откачиваться воздух из полости В. Происходит захват заготовки, а при дальнейшем увеличении давления разрежения - подъем захвата с заготовкой. О завершении выполнения устройством операции опускания захвата, захвата заготовки и ее подъема сигнализирует датчик 11.

При подаче команды «установить» из центральной системы управления отключается распределитель 3 и включается распределитель 12. При этом закрывается линия питания разрежения полости Б и канала управления клапана, а полость А соединяется с избыточным давлением, в результате чего происходит снижение давления разрежения в полости В, что приводит к опусканию захвата с заготовкой. Заготовка удерживается давлением разрежения в полости Б. После установки заготовки на рабочую позицию давление в полости А резко возрастает, так как объем полости В перестает изменяться. При определенном избыточном давлении в полости А полость Б разгерметизируется, происходит отпускание заготовки. При этом давление в полостях А и В резко снижается, клапан закрывается, в полости В повышается давление разрежения и захват поднимается. О завершении выполнения устройством функции «установка» сигнализирует датчик 11.

В захватном устройстве реализовано функциональное управление, за счет чего возможна автоматическая установка уровня опускания

захватного устройства, высокое быстродействие выполнения функции взятия и установки детали, контроль захвата детали. Применение в устройстве сильфона в качестве силового пневмоцилиндра вертикального перемещения позволяет надежно захватывать заготовки с перекосом в 5 градусов.

Порядок выполнения работы

1. Подготовить ВЗУ к работе.
2. Последовательно при давлении разрежения $p_p=0,03$ МПа, $p_p=0,04$ МПа, $p_p=0,05$ МПа осуществить 5 – 6-кратное выполнение операции взятия и установки заготовки массой $m_3=0,1$ кг при давлении сжатого воздуха $p_u=0,3$ МПа.
3. Определить с помощью электронного секундомера время выполнения операции «взять» и «установить» при каждом повторении. Результаты измерений свести в табл.5.1. Определить среднее время выполнения каждой операции. Оценить быстродействие и работоспособность устройства при различных значениях давления сжатого воздуха.
4. При давлении сжатого воздуха $p_u=0,3$ МПа, $p_u=0,4$ МПа, $p_u=0,5$ МПа последовательно осуществить 5 – 6-кратное выполнение операции взятия и установки заготовки массой $m_3=0,1$ кг при давлении разрежения $p_p=0,05$ МПа.
5. Определить с помощью электронного секундомера время выполнения операции «взять» и «установить» при каждом повторении. Результаты измерений свести в табл.5.2. Определить среднее время выполнения каждой операции. Оценить быстродействие и работоспособность устройства при различных значениях давления разрежения.
6. При давлении сжатого воздуха $p_u=0,3$ МПа и давлении разрежения $p_p=0,05$ МПа осуществить 5 – 6-кратное выполнение операции взятия и установки заготовки массой $m_1=1,5 \cdot m_3$, $m_2=2 \cdot m_3$, $m_3=2,5 \cdot m_3$.
7. Определить с помощью электронного секундомера время выполнения операции «взять» и «установить» при каждом повторении. Результаты измерений свести в табл.5.3. Определить среднее время выполнения каждой операции. Оценить быстродействие и работоспособность устройства при различных значениях массы заготовки.

8. Построить графики зависимости времени выполнения операции «взять» и операции «установить» от:

- величины давления разрежения – $t_{cp} = f(p_p)$;
- величины давления сжатого воздуха – $t_{cp} = f(p_n)$;
- массы заготовки – $t_{cp} = f(m_3)$.

Таблица 5.1

№ эксп.	Давление разрежен. воздуха, МПа	Номер повто- рения	«Взять»		«Установить»		Примеч.
			t, c	T_{cp}, c	t, c	T_{cp}, c	
1.		1					
		2					
		3					
		4					
		5					

Таблица 5.2

№ эксп.	Давление сжатого воздуха, МПа	Номер повто- рения	«Взять»		«Установить»		Примеч.
			t, c	T_{cp}, c	t, c	T_{cp}, c	
1.		1					
		2					
		3					
		4					
		5					

Таблица 5.3.

№ эксп.	Масса заготовки, кг	Номер повто- рения.	«Взять»		«Установить»		Примеч.
			t, c	T_{cp}, c	t, c	T_{cp}, c	
1.		1					
		2					
		3					
		4					
		5					

Отчет должен содержать:

- схему ВЗУ;
- условия проведения эксперимента;
- таблицы и графики;
- анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается агрегатно-модульный принцип построения ПР?
2. Какие основные требования предъявляются к отдельным модулям?
3. Расскажите устройство принцип работы вакуумного захватного устройства промышленного робота АРН – 0,5.
4. Какая система управления у вакуумного захватного устройства ПР АРН – 0,5?

Библиографический список

1. Воробьев Е.И., Козырев Ю.Г., Царенко В.И. Промышленные роботы агрегатно-модульного типа. – М.: Машиностроение, 1998.–240 с.
2. Сысоев С.Н., Черкасов Ю.В. Гидропневмоэлементы и устройства промышленных роботов: Учебн. пособие. – Владимир, 1989.–50 с.

Лабораторная работа № 6. УСТРОЙСТВО И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПР «ЦИКЛОН 5»

Цель работы

Изучение устройства, принципа действия и наладки ПР «Циклон 5»

Общие сведения о промышленном роботе «Циклон 5»

Наибольшее распространение при автоматизации технологических процессов в отечественной промышленности получили промышленные роботы с цикловой системой программного управления (СПУ). Цикловые СПУ позволяют программировать только последовательность действий ПР и технологического оборудования, входящих в состав роботизированного технологического комплекса (РТК). При этом значения перемещений рабочих органов — захватов манипуляторов задаются жесткими, в большинстве случаев переналаживаемыми упорами. В основном это машины специального и специализированного применения.

Имея ограниченные технологические возможности, промышленные роботы с цикловой СПУ наряду с высоким быстродействием и точностью позиционирования обладают рядом других положительных качеств, таких, как относительно низкая стоимость, простота конструкции, высокая надежность. К недостаткам таких машин можно отнести необходимость применения при организации РТК конструктивно сложных и трудоемких в изготовлении подающих и приемопередающих устройств, которые должны обеспечивать ориентированную подачу заготовок или полуфабрикатов для их захвата промышленным роботом.

К классу таких машин относится ПР модели "Циклон 5", получивший в настоящее время большое распространение в различных отраслях промышленности.

Робот имеет относительно широкие технологические возможности, которые определяют область его применения. Является по своему основному назначению средством для автоматизации листовой штамповки в условиях мелкосерийного и среднесерийного производства, он с успехом применяется при автоматизации технологических операций в таких видах производства, как горячая объемная штамповка на кривошипных горячештамповочных прессах, литье под давлением, механообработка на операциях загрузки и разгрузки, а также для межстаночного транспортирования и межоперационного складирования в механических, заготовительных и других цехах.

Робот "Циклон 5" выпускается в двух модификациях — "Циклон 5.01" и "Циклон 5.02".

Робот "Циклон 5.01" имеет в своем составе манипулятор "Циклон 5" и устройство программного управления модели УЦМ-30.

Робот модификации "Циклон 5.02" имеет в своем составе манипулятор "Циклон 5", установленный на специальном устройстве, обеспечивающем его поперечное перемещение — модуль сдвига, а также устройство циклового программного управления УЦМ-30.

Устройство УЦМ-30 обеспечивает функционирование исполнительной части ПР — манипулятора, основными узлами которого являются механизмы выдвижения-втягивания, подъема и поворота захватных устройств (захватов), а также пневмосистема, обеспечивающая подготовку и распределение сжатого воздуха в соответствующие полости приводных цилиндров.

Основные технические данные и характеристики На схеме (рис. 6.1) показаны габаритные размеры, рабочая зона значения перемещений захватов, значения перемещений захватов манипулятора «Циклон 5».

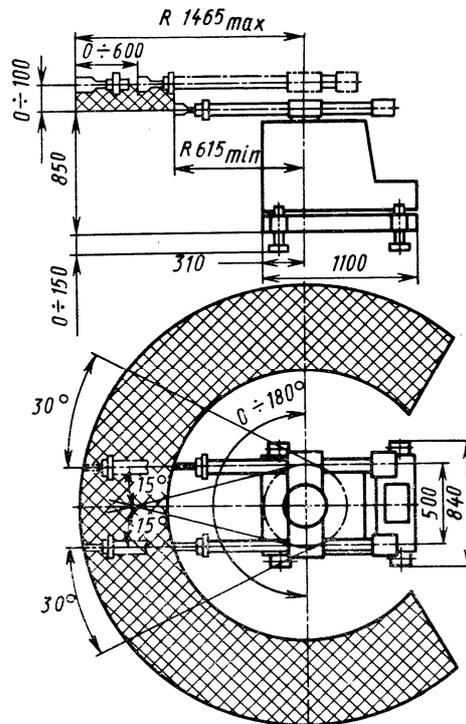


Рис. 6.1. Размеры и рабочая зона промышленного робота «Циклон 5»

Техническая характеристика ПР "Циклон 5" приведена ниже.

Масса переносимого груза одним захватом, кг.....	5
Тип привода.....	Пневматический
Число степеней подвижности.....	6
Из них:	
транспортирующих.....	4
ориентирующих.....	2
$\frac{\text{Время цикла}}{\text{Число захватов}} = \frac{\text{Время цикла}}{\text{Число захватов}}$	
подъем (опускание) захватов, мм.....	$\frac{100}{200}$
выдвижение (втягивание) захватов, мм.....	$\frac{600}{50}$
поворот захватов вокруг вертикальной оси	
манипулятора, рад (°).....	$\frac{3,14 (180)}{0,12 (7)}$

.....	поворот захвата вокруг продольной оси
механизма выдвижения-втягивания, рад (°)	3,14(180)
Время, с:	
поворота захватов вокруг вертикальной оси манипулятора на угол 3,14 рад (180°)	2,2
подъема-опускания захватов на 100 мм	0,8
выдвижения-втягивания захватов на 600 мм ...	1,0
поворота захватов вокруг продольной оси механизмов выдвижения-втягивания на угол 3,14 рад (180°)	1,0
Число точек позиционирования по степеням подвижности:	
по повороту захвата вокруг вертикальной оси манипулятора	4
по остальным степеням	по 2
Контроль положения по степеням подвижности:	
по транспортирующим	По датчикам положения, по времени (для ускоренного прохода точек без позиционирования)
по ориентирующим	По времени
Датчики положения	Индуктивные, бесконтактные типа БК
Способ задания координат	По упорам
Система программного управления	Цикловая
Метод программирования	Предварительный набор программы на пульте управления с занесением в блок памяти устройства
Потребляемая мощность, кВт	1,0
Давление сжатого воздуха в пневмосети, МПа (кгс/см ²)	0,5-0,6(5-6)
Масса, кг	660

Устройство и техническое описание составных частей промышленного робота "Циклон 5"

Входящий в состав ПР манипулятор "Циклон 5" является исполнительной составной частью и содержит рабочие органы - захваты, перемещение которых в пространстве осуществляется двумя механизмами выдвижения-втягивания, механизмом подъема и поворота, а также пневмосистемой, обеспечивающей подготовку и распределение сжатого воздуха по пневматическим приводным цилиндрам механизмов.

Устройство циклового программного управления содержит оборудование и приборы системы программного управления и электрооборудование, обеспечивающие работу исполнительных механизмов манипулятора.

Функциональная схема работы промышленного робота следующая. При поступлении команды с УЦМ-30 коммутируются электромагниты соответствующих пневмораспределителей. Пневмораспределители открывают доступ сжатому воздуху в пневмоцилиндры соответствующих механизмов, и захваты совершают определенные движения. При приходе их в заданное положение срабатывают конечные выключатели, контролируемые исполнение соответствующего движения, и дают разрешение на начало следующего движения (или суммы их).

Конструктивные особенности механизма выдвижения-втягивания захвата

Механизм предназначен для захватывания, удержания, ориентации в пространстве и прямолинейного перемещения в горизонтальной плоскости технологических заготовок, деталей и прочих предметов массой до 5 кг (рис. 6.2, а).

Для осуществления указанных выше операций механизм выдвижения-втягивания снабжен специальным захватом для удержания предметов и состоит из привода зажима захвата, привода поворота захвата вокруг продольной оси механизма и привода выдвижения захвата.

Предмет захватывается и удерживается губками, установленными на рычагах захвата 1, который своим фланцем крепится к фланцу 4, сидящему на шлицевом хвостовике вала 11.

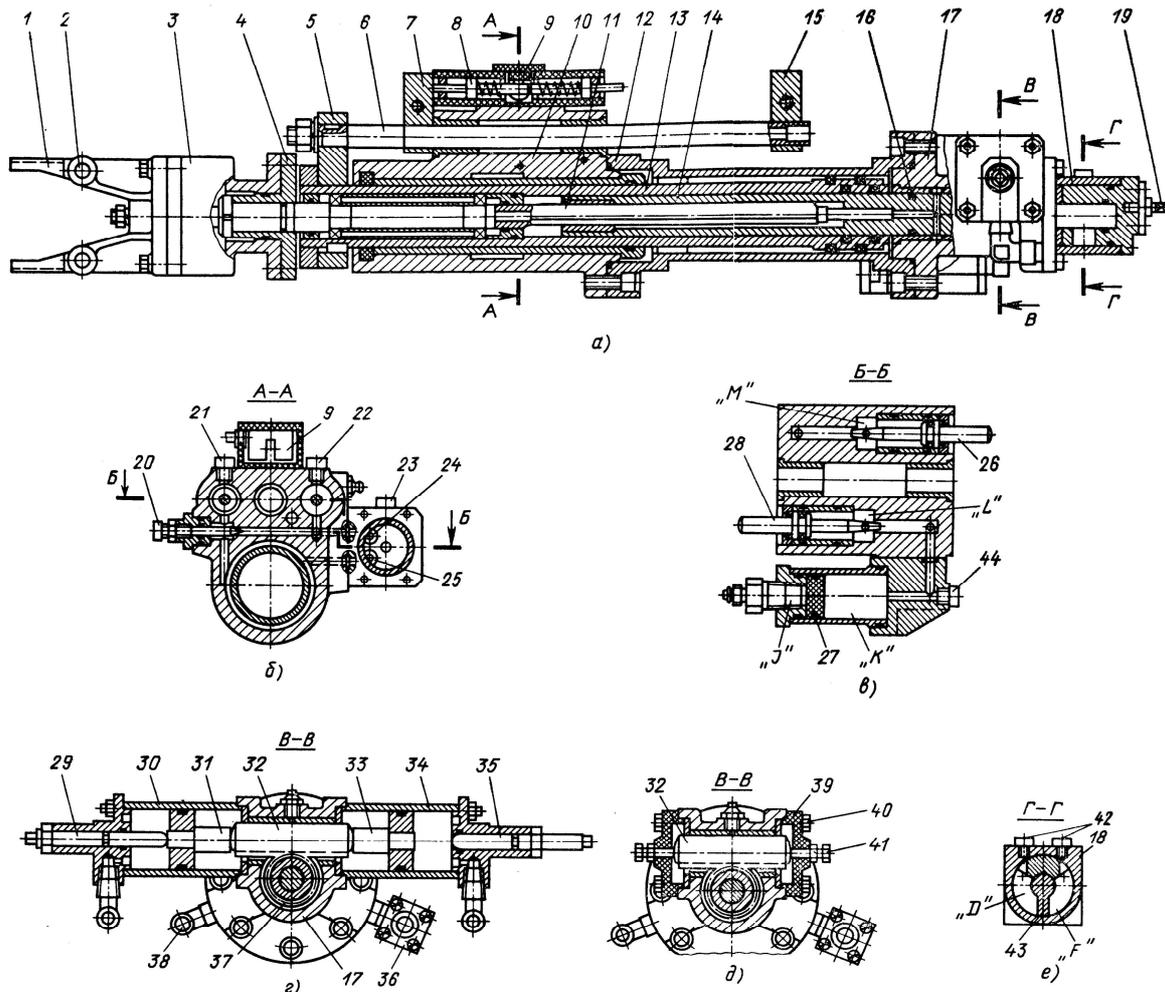


Рис. 6.2. Механизм выдвижения-втягивания захвата:

а - общий вида в разрезе; б - сечение А-А; в - сечение Б-Б (устройство гидродемпфера выдвижения-втягивания захвата); г — сечение В-В (с приводом механизма поворота захвата) ; д - сечение 5-5 (без привода механизма поворота захвата); е - сечение Г—Г (устройство гидродемпфера поворота захвата)

Размеры и конфигурация губок могут быть разнообразными в зависимости от формы и массы детали. В случае необходимости допускается замена всего захвата. При этом следует учитывать, что масса захвата с губками не превышает 1 кг, и при установке специального захвата с увеличенной массой масса транспортируемого груза соответственно должна быть уменьшена, так как в противном случае нарушается требование оптимальности динамики перемещения, что может привести к появлению ударов или необходимости уменьшения скорости перемещения захвата.

Зажим и разжим губок осуществляются следующим образом (рис. 6.2., а-г). К штуцеру 38 (рис. 6.2., г) подводится сжатый воздух,

который через отверстие во втулке 16, внутренние полости вала 14 и вала 11 поступает в рабочую полость пневмоцилиндра 3. Под давлением воздуха шток-поршень пневмоцилиндра перемещает рычаги 7, которые поворачиваются вокруг осей 2. При этом губки, закрепленные на рычагах, зажимают деталь. Разжим губок происходит под действием пружины, размещенной на штоке-поршне пневмоцилиндра 3, после сброса давления воздуха в рабочей полости пневмоцилиндра.

Привод поворота захвата состоит из двух пневмоцилиндров 30 и 34, расположенных на корпусе 17, двух поршней 31 и 33, винтов-ограничителей 29 и 35, зубчатой рейки 32 и находящейся на ней в зацеплении шестерни 37, сидящей на валу 14, который через втулку, имеющую трехгранное отверстие, связан с трехгранным валом 11.

При подаче сжатого воздуха в рабочую полость одного из цилиндров, например левого, поршень 31 вместе с рейкой 32 движется вправо, приводя во вращение шестерню 37, вал 14, вал 11, фланец 4 с закрепленным на нем захватом. Полость правого цилиндра при этом сообщается с атмосферой.

Для поворота захвата в противоположную сторону сжатый воздух подается в правый цилиндр. Угол поворота захвата регулируется винтами-ограничителями 29 и 55, которые ограничивают движение поршней 31 и 33.

В случае, когда в повороте захвата нет необходимости, механизм поворота может быть снят с корпуса 17, для чего необходимо вывернуть шпильки, притягивающие пневмоцилиндры 30 и 34 к корпусу 17, и на их место установить и закрепить болтами 40 крышки 39 (рис. 6.2., д). Рейка 32 для устранения люфта зажимается болтами 41.

Для обеспечения равномерной скорости поворота захвата механизм поворота снабжен гидродемпфером 18, представляющим собой цилиндр с расположенной внутри его на валу лопастью 43 (рис. 6.2., е). Цилиндр крепится к корпусу 17, а лопасть с валом находится в зацеплении с валом 14. При повороте захвата лопасть, поворачиваясь, перегоняет масло, залитое в цилиндр из полости "D" в полость "F" через дроссель 19, с помощью которого регулируется скорость поворота.

Привод выдвижения захвата представляет собой пневмоцилиндр, состоящий из гильзы 12 (рис. 6.2., а) с приваренными на концах фланцами. Внутри гильзы размещен полый шток-поршень 13, внутри которого в подшипниках установлен трехгранный вал 11 с закрепленным на нем захватом. К фланцам гильзы крепятся соответственно корпуса 17 и 10.

В корпусе 10 запрессована бронзовая втулка, которая является направляющей штока-поршня 13. На шток-поршне жестко закреплен хомут 3, к которому крепится полая штанга 6 с двумя упорами 7 и 15, предназначенными для ограничения хода штока. Передвигая упоры по штанге, можно регулировать значение перемещения захвата при выдвижении-втягивании. Положение упоров фиксируется болтами. Штанга 6 одновременно служит для удержания штока-поршня 13 от проворота относительно продольной оси, а также может быть использована для размещения в ней, например, кабеля электропитания при использовании электромагнитного захвата вместо штатного.

Пневмоцилиндр выдвижения-втягивания захвата включен в пневмосистему так, что штоковая полость его постоянно находится под давлением. Для выдвижения захвата сжатый воздух подается в поршневую полость пневмоцилиндра, и шток-поршень, вследствие разности эффективных площадей поршня, начинает перемещаться в сторону выдвижения вместе с захватом, штангой 6 и упорами 7 и 15.

Выдвижение продолжается до соприкосновения упора 15 с корпусом 10. В этот момент упор 15 нажимает на один из подпружиненных флажков 8 датчика положения 9. Датчик выдает сигнал в СПУ об окончании перемещения. Для втягивания захвата давление в поршневой полости сбрасывается, и шток-поршень под действием давления воздуха в штоковой полости начинает движение назад.

Для увеличения скорости втягивания захвата в магистрали подвода воздуха из сети устанавливается клапан быстрого сброса 36 (рис. 6.2., г). Работа его заключается в следующем.

Для выдвижения захвата сжатый воздух поступает из сети через отверстие «N» (рис. 6.3.), перемещает золотник 1, который, сжимая пружину 3, закрывает левым торцом выхлопное отверстие.

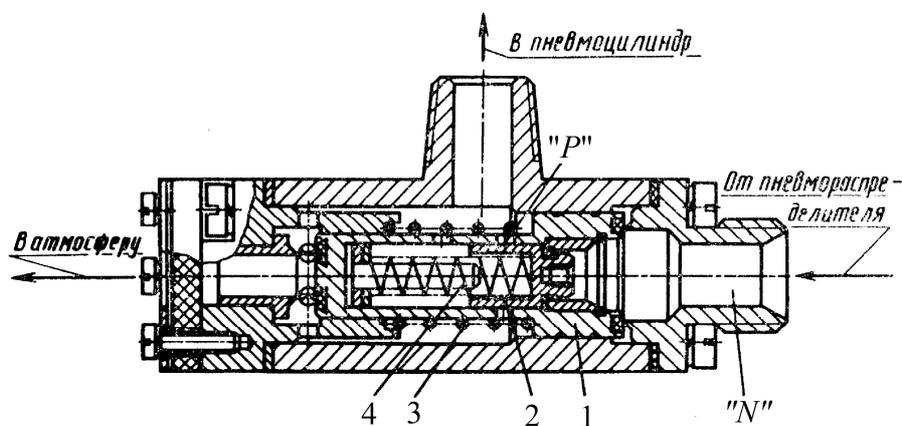


Рис. 6.3. Клапан быстрого сброса воздуха

Затем при дальнейшем повышении давления открывается клапан 2, сжимая пружину 4, и воздух через полость в золотнике и ряд отверстий "P" поступает в поршневую полость пневмоцилиндра. При соединении отверстия "N" с атмосферой под действием сжатого воздуха, находящегося в поршневой полости, и пружин 3, 4 золотник 1 и клапан 2 возвращаются в исходное положение. При этом сжатый воздух из поршневой полости выходит в атмосферу, минуя воздуховод от цилиндра до пневмораспределителя.

В корпусе 10 (см. рис. 6.2., а) расположен сдвоенный гидродемпфер, который обеспечивает торможение захвата при его выдвигании и втягивании при подходе к точке позиционирования. Принцип работы гидродемпфера заключается в следующем.

Движущиеся вместе со шток-поршнем 13 упор 15 (при выдвигании захвата) или упор 7 (при обратном ходе) нажимают на выступающие концы золотников 26 или 28 (см. рис. 6.2., в), утапливая их в корпус. Масло, залитое в полости гидродемпфера, при движении золотников вытесняется из полостей "M" или "L" соответственно через кольцевой зазор, образованный внутренним коническим концом золотника и отверстием в корпусе. При перемещении золотника увеличивается длина кольцевого зазора, плавно повышая сопротивление движению. Происходит торможение захвата. Скорость торможения можно регулировать дросселем 20 (см. рис. 6.2., б). Открывая дроссель, даем дополнительный выход масла из полости "M" ("L") (см. рис. 6.2., в), увеличивая тем самым скорость торможения. Масло, вытесненное при движении золотника 26 или 28, частично перетекает в полость "K" и, преодолевая давление постоянно подаваемого в полость "J" сжатого воздуха, перемещает поршень 27 в левую сторону.

При обратном движении захвата упор 15 (или 7) отходит от хвостовика золотника, и масло из полости "K" под действием давления воздуха в полости "J", открывая обратные клапаны 24 или 25 (см. рис. 6.2.б), перетекает в полость "M" ("L") и возвращает золотник в исходное положение.

Пробки 27, 22, 23 (см. рис. 6.2., б) служат для заливки масла в полости гидродемпфера выдвигания-втягивания, а пробки 42 (см. рис. 6.2., е) — для заливки масла в полости гидродемпфера поворота.

Конструктивные особенности и работа механизма подъема и поворота захватных устройств

Механизм подъема и поворота захватов предназначен для осуществления перемещения их вдоль вертикальной оси манипулятора и поворота вокруг нее (рис. 6.4.).

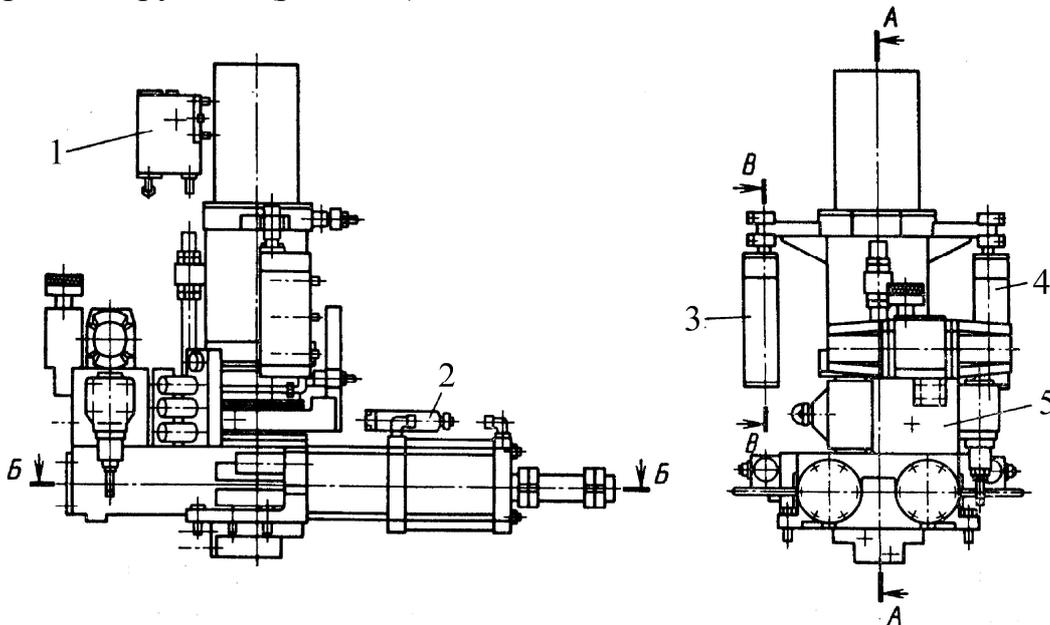


Рис. 6.4. Механизм подъема и поворота захватных устройств

Механизмы выдвигания-втягивания захватов крепятся на торце подвижного цилиндра 9 (рис. 6.5., а), который является пневмоцилиндром механизма подъема. В устройство подъема входит также шток 13 с поршнем 12, установленный на подшипниках 17 и 19 в корпусе 18, тормозной клапан 1 (см. рис. 6.4.), встроенное тормозное устройство — дроссель 21 (рис. 6.5, б), а также два гидродемпфера 3 и 4 (см. рис. 6.4.).

Для подъема захватов сжатый воздух через отверстие в крышке 20 (см. рис. 6.5., а) и центральное отверстие в штоке 13 подается в бесштоковую полость цилиндра 9.

Верхнее положение цилиндра с закрепленными на нем механизмами выдвигания-втягивания захватов определяется положением винта 6, который, упираясь в корпус тормозного клапана, препятствует дальнейшему перемещению цилиндра.

При подходе цилиндра 9 к упору винт нажимает на золотник 26 (см. рис. 6.5., в) тормозного клапана, и останов происходит без удара.

Тормозной клапан 1 (см. рис. 6.2.) работает следующим образом: при подъеме захватов винт 6 (см. рис. 6.5., а) цилиндра подъема нажимает на шток золотника 26 (см. рис. 6.5, в), который, поднимаясь, вытесняет масло

из полости "F" в полость "K" через дроссель 25 и кольцевой зазор переменного сечения между конической частью золотника 26 и отверстием "J" в корпусе клапана.

Время (скорость) торможения определяется временем перетекания масла и регулируется с помощью дросселя 25. При этом последний настраивается так, чтобы конечная скорость обеспечивала безударный останов подвижного цилиндра с винтом в верхнем положении.

При опускании (при отходе винта 6 (см. рис.6.5, а) от тормозного клапана) возврат золотника 26 в исходное положение осуществляется с помощью сжатого воздуха, постоянно подаваемого от сети в полость "L" под поршень 22, разделяющего масляную и воздушную среды через угольник, ввернутый в отверстие "M". Для ускоренного возврата золотника масло в полость "F" перетекает через обратный клапан 23.

Торможение в конце хода при опускании осуществляется с помощью воздушной подушки, возникающей между верхней уплотнительной манжетой на поршне 12 (см. рис. 6.5., а) и манжетой 11 при вхождении последней в полость заглушки 7 в пневмоцилиндре 9 подъема.

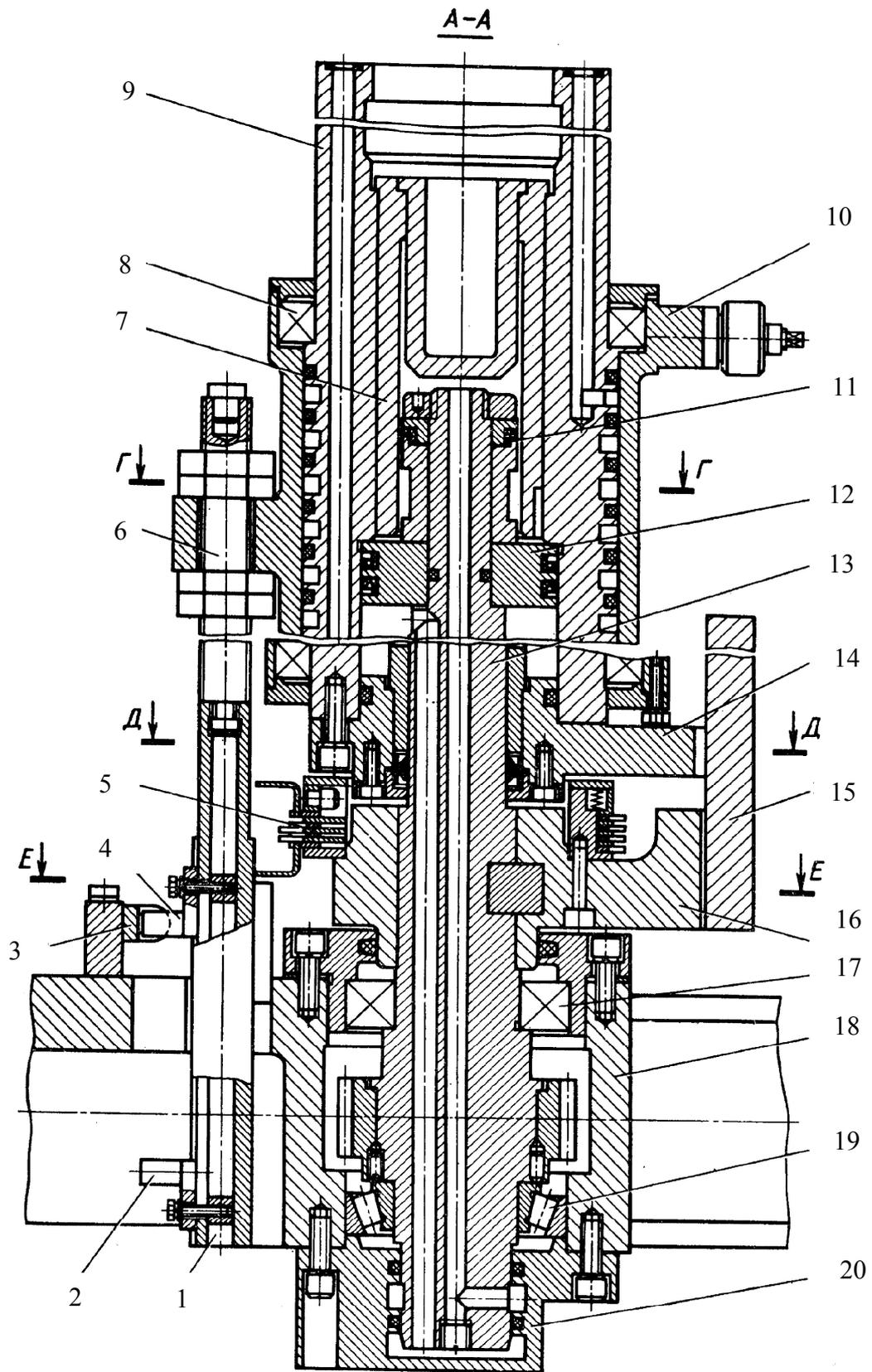
Интенсивность торможения при этом регулируется дросселем 21 (см. рис. 6.5., б).

Плавность хода и регулировка скорости подъема и опускания осуществляются с помощью двух гидродемпферов 3 и 4 (см. рис. 6.4.).

Корпуса гидродемпферов прикреплены к вертикальным стойкам станины, а штоки 28 (рис. 6.5., г) соединены с ушами коллектора 10 (см. рис. 6.5., а). При подъеме и опускании пневмоцилиндра 9 вместе со штоками 28 происходит перетечка масла через дроссель из полости "N" в полость "P" и наоборот. С помощью этого дросселя регулируется скорость подъема и опускания захватов.

Нижнее положение пневмоцилиндра 9 (см. рис. 6.5., а) определяется упором заглушки 7 в поршень 12.

При позиционировании механизма подъема в верхнем и нижнем положениях срабатывает датчик положения 3, в паз головки которого входят флажки 2 и 4, закрепленные на скалке 1.



a)

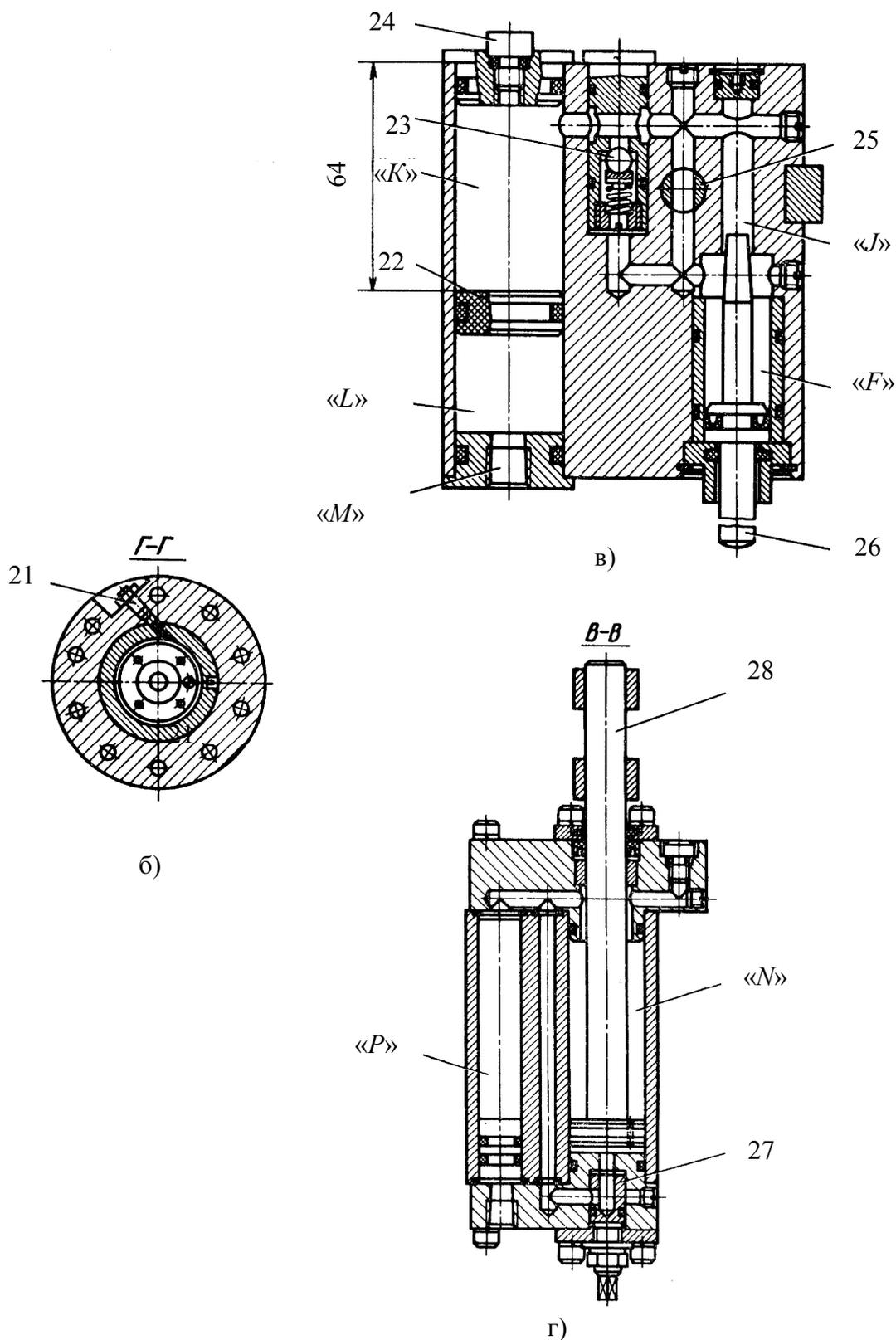
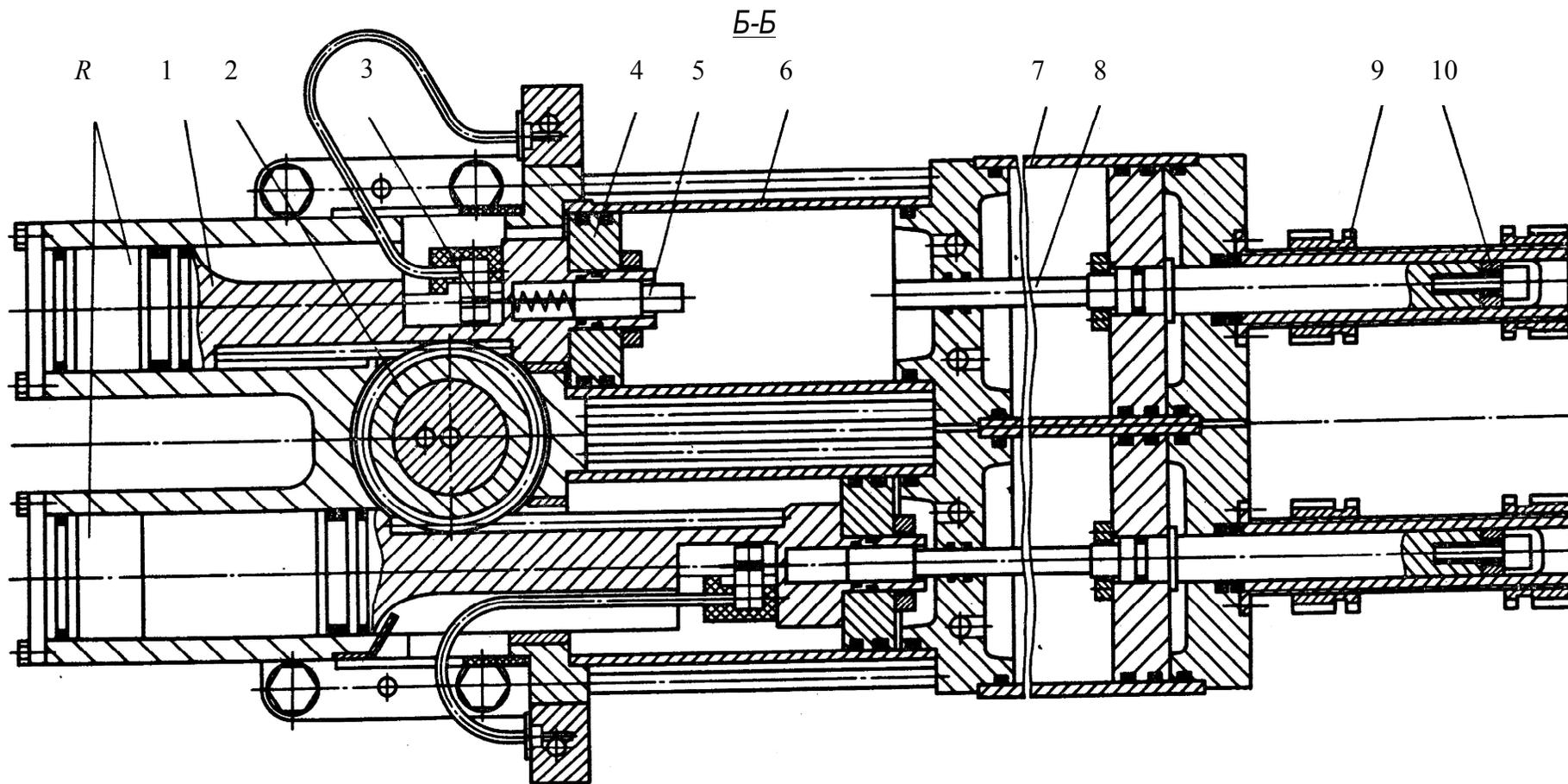


Рис. 6.5. Устройство механизма подъема захватных устройств:
 а – сечение А-А; б – сечение Г-Г; в – устройство тормозного клапана;
 г – устройство гидродемпфера механизма подъема.



a)

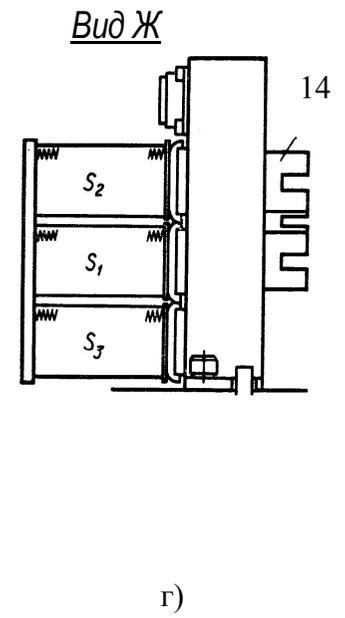
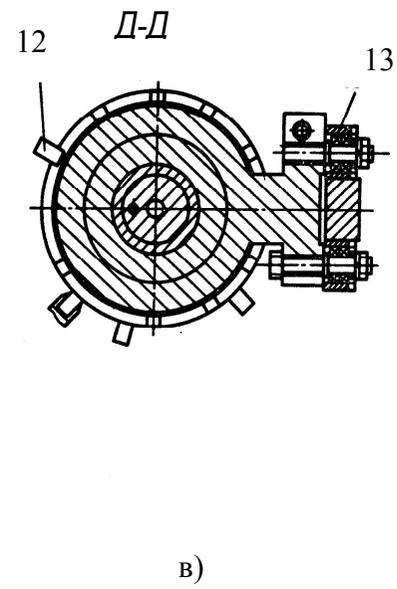
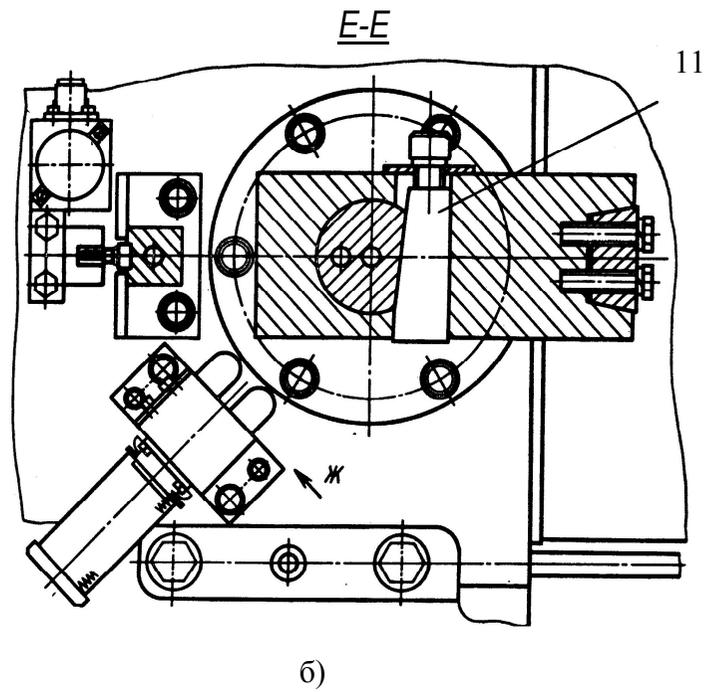


Рис. 6.6. Устройство механизма поворота захватных устройств:
 а – сечение Б-Б; б – сечение Е-Е; в – сечение Д-Д; г – вид Ж

Механизм поворота состоит из двух малых пневмоцилиндров 6 (рис.6.6., а) и двух больших пневмоцилиндров 7. Штоки 1 поршней 4 малых пневмоцилиндров выполнены в виде реек, в задних полых концах которых расположены тормозные датчики 3 типа БК-А-0, а передние концы штоков служат плунжерами полостей гидроцилиндра с полостями R торможения при повороте захватов. На штоках 8 больших пневмоцилиндров 7 закреплены планки 10, которые, упираясь в регулируемые цанговые гайки-упоры 9, ограничивают перемещение штоков 8. Шток-рейка 1 зацепляется с шестерней 2, закрепленной на штоке 13 (см. рис. 6.5., а). Передача крутящего момента со штока на подвижный цилиндр 9 осуществляется посредством клина 11 (рис. 6.6, б), соединяющего шток 13 (см. рис. 6.5., а) с зажимом 16 и скалки 15, закрепленной на зажиме. Далее крутящий момент передается на подвижный цилиндр 9 через ролики 13 (рис. 6.6., в), один из которых расположен на эксцентричной оси для выборки зазора, и водило 14 (см. рис. 6.6., а), являющееся крышкой цилиндра 9. Ролики 13 (см. рис. 6.6., в) необходимы для передачи крутящего момента при подъеме цилиндра 9.

Для осуществления поворота захватов сжатый воздух подается в бесштоковую полость одного из пневмоцилиндров 6 (см. рис. 6.6., а). Шток-рейка 1 с поршнем 4, перемещаясь при этом до упора в шток 8, приводит во вращение шестерню 2, а следовательно, и связанный с ней, как указывалось выше, подвижный пневмоцилиндр 9 (см. рис. 6.5., а) с закрепленными на нем механизмами выдвигания-втягивания захватов.

Для уменьшения сопротивления при повороте сжатый воздух из пневмоцилиндров 6 (см. рис. 6.6, а) выпускается через клапан 2 быстрого выпуска воздуха (см. рис. 6.4.), принцип действия которого аналогичен описываемому выше.

Фиксация любых четырех точек в рабочей зоне робота при повороте захватов в горизонтальной плоскости осуществляется последовательной подачей сжатого воздуха в соответствующие полости пневмоцилиндров 6 и 7 (см. рис. 6.6., а). При этом положение захватов по повороту вокруг вертикальной оси контролируется одним из трех датчиков, имеющих маркировку S_1, S_2, S_3 в пазы головок 14 (рис. 6.6., г) которых входят флажки 12 (см. рис. 6.6., в) на дисках обоймы 5 (см. рис. 6.5., а), установленной на зажиме 16.

На рис. 6.7. представлена схема положений оси механизма выдвижения-втягивания захватов в зависимости от положения планок 10 (см. рис. 8, а) относительно гаек-упоров 9.

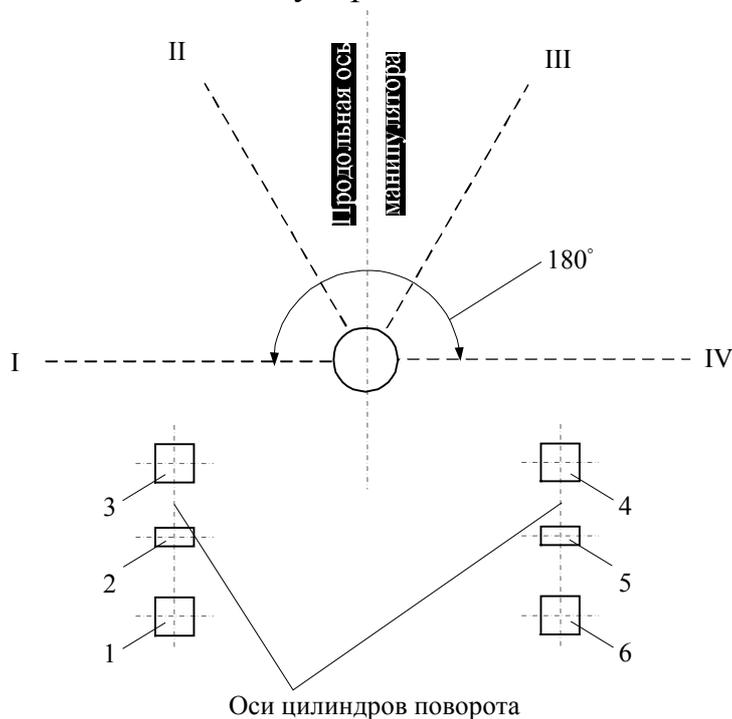


Рис. 6.7. Схема положений оси механизма выдвижения-втягивания захватов при повороте в горизонтальной плоскости

При упоре планки 2 (см. рис. 6.7.) в гайку 1 механизм выдвижения-втягивания захватов занимает положение I, при упоре планки 5 в гайку 6 — положение IV. При этом два флажка 12 (см. рис. 6.6., в) взаимодействуют со средним датчиком S_1 поворота (см. рис. 6.6., г). При упоре планки 2 (см. рис. 6.7.) в гайку 3 механизм выдвижения-втягивания захватов занимает положение III. При этом верхний флажок 12 (см. рис. 6.6., в) взаимодействует с датчиком S_2 . При упоре планки 5 (см. рис. 6.7.) в гайку 4 механизм занимает положение III. При этом нижний флажок 12 (см. рис. 6.6., в) взаимодействует с датчиком S_3 .

Ниже приведен пример осуществления позиционирования в одной из точек при повороте механизма выдвижения-втягивания захватов.

При подаче сжатого воздуха в заднюю полость одного из пневмоцилиндров 6, например верхнего (см. рис. 6.6., а), планка 10 упирается в заранее установленную при настройке переднюю гайку 9. Затем сжатый воздух подается в бесштоковую нижнюю полость пневмоцилиндра 6. Поршень этого пневмоцилиндра начинает перемещаться вперед и своей шток-рейкой 1 приводит во вращение

шестерню 2. Вторая шток-рейка (верхняя), связанная с шестерней с другой стороны, начинает отходить назад до упора в передний конец штока 8. Так как площадь поршня пневмоцилиндра 7 в 2 раза больше площади поршня пневмоцилиндра 6, то поворот шестерни прекращается. Ось механизма занимает положение III (см. рис. 6.7.).

Безударный останов захватов при повороте достигается с помощью тормозного устройства 5 (см. рис. 6.4.). Конструкция тормозного устройства представлена на рис. 6.8.

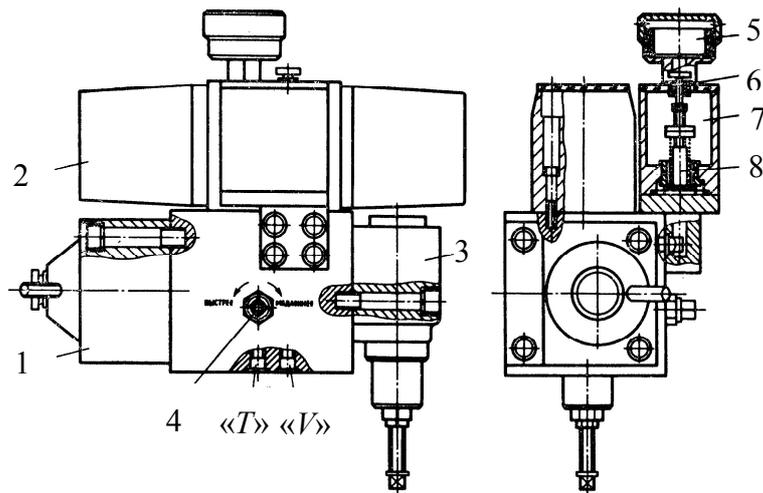


Рис. 6.8. Тормозное устройство механизма поворота захватов в горизонтальной плоскости

В полостях R гидроцилиндра (см. рис. 6.6., а), заполненных маслом, перемещаются шток-рейки. Эти полости соединяются между собой через каналы "T", "V" (см. рис. 6.8.) тормозного устройства и золотниковый гидрораспределитель 2. При перемещении реек масло перетекает из одной полости R (см. рис. 6.6., а) в другую мимо дросселя 4 (см. рис. 6.8.), при вращении втулки которого вправо и перекрытии каналов "T" и "V" можно регулировать скорость поворота захватов.

Торможение осуществляется следующим образом. При подходе верхней шток-рейки 1 (см. рис. 6.6., а) к штоку 8 последний нажимает подпружиненный флажок 5 тормозного датчика 3, который дает команду после временной выдержки, заданной в программе, на переключение гидрораспределителя 2 (см. рис. 6.8.). Распределитель переключается в позицию торможения, при которой масло из одной полости R (см. рис. 6.6., а) гидроцилиндра в другую начинает перетекать через регулируемый дроссель 1 (см. рис. 6.8.), вследствие чего в полостях создается противодействие масла, препятствующее перемещению шток-реек. С

помощью этого дросселя регулируется интенсивность торможения. Через напорный золотник 3, включенный параллельно дросселю 1, в момент увеличения давления масла часть масла сливается, вследствие чего сглаживается возможный резкий переход от транспортирующей скорости к скорости торможения.

Бачок 7 служит для наполнения системы маслом через обратный клапан 8, когда в гидросистеме возникает разрежение в результате утечек. Кнопка 6 служит для выпуска из гидросистемы воздуха и открывания обратного клапана 8 при заливке масла в полости гидроцилиндра. Обратный клапан 8 предохраняет от выплескивания масла из бачка в момент торможения. Заправка масла в бачок осуществляется через заливную горловину 5, снабженную сетчатым фильтром.

Устройство и конструктивные особенности пневмосистемы манипулятора

Пневмосистема, принципиальная схема которой представлена на рис. 6.9., предназначена для подготовки сжатого воздуха, поступающего из внешней пневмосети, подвода и распределения его к полостям приводных пневмоцилиндров механизмов манипулятора.

Сжатый воздух от заводской пневмосети поступает в манипулятор через штуцер 1 (рис. 6.10.) к впускному вентилю 4 блока подготовки воздуха типа П-Б1 16/10-03.

Блок подготовки воздуха, кроме впускного вентиля 4, содержит следующие устройства: манометр 5, контролирующий давление сжатого воздуха во внешней пневмосети; фильтр-влагоотделитель 3, предназначенный для очистки сжатого воздуха от твердых частиц, воды и компрессорного масла; регулятор давления 10, предназначенный для регулировки и установки необходимого ($0,5 \text{ МПа}$ (5 кгс/см^2)) давления и поддержания его значения постоянным; предохранительный клапан 11; реле давления 8, необходимое для подачи электрического сигнала при достижении минимального давления, определяемого настройкой реле; при подаче этого сигнала прекращается автоматическая работа робота.

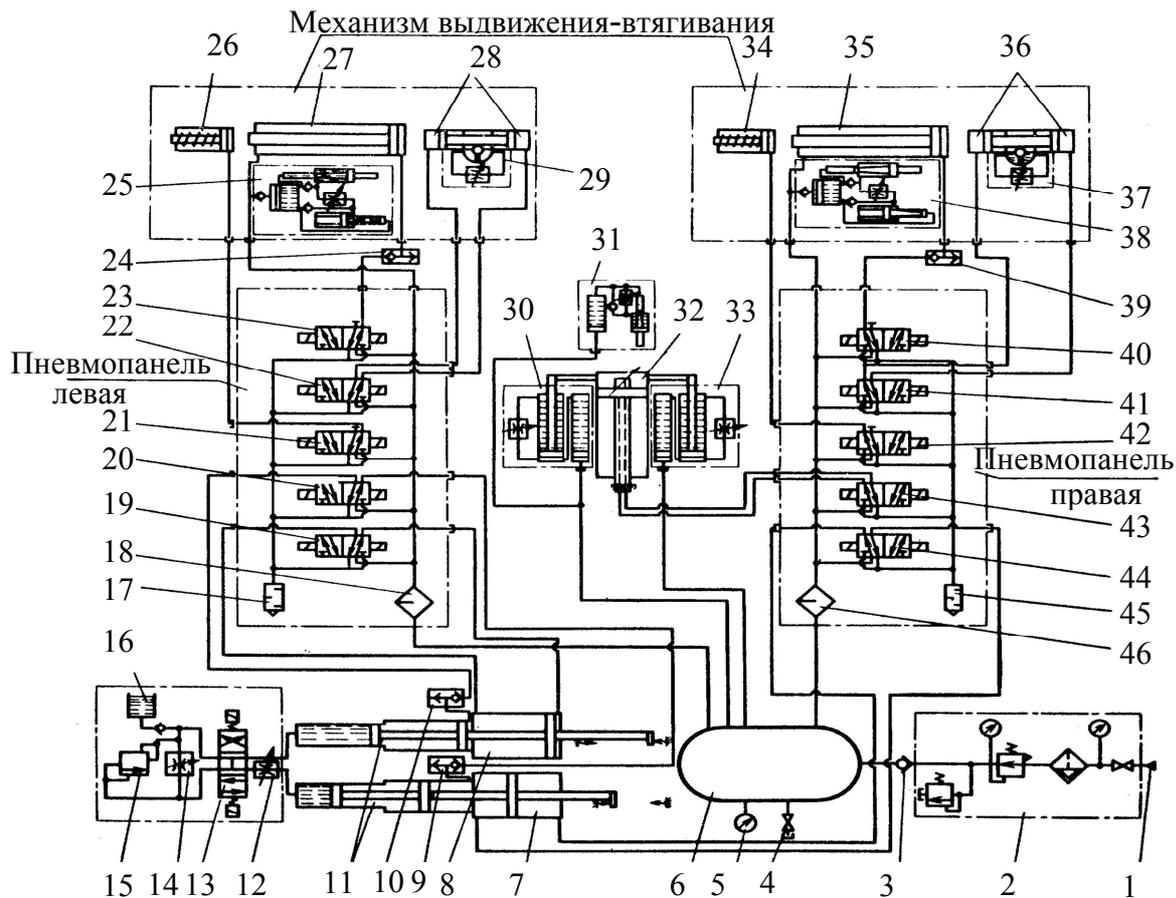


Рис. 6.9. Пневматическая схема манипулятора "Циклон 5":

1 – входной штуцер; 2 – блок П-Б 10/16-03; 3 – обратный клапан; 4 – вентиль выпуска воздуха; 5 – манометр; 6 – ресивер; 7, 8 – приводы откидных упоров механизма поворота; 9, 10, 24, 39 – клапаны быстрого выхлопа воздуха; 11 – привод механизма поворота; 12 – дроссель регулировки скорости поворота захватов; 13 – гидрораспределитель; 14 – дроссель регулировки скорости торможения механизма поворота; 15 – клапан напорный; 16 – бачок; 17, 45 – глушители; 18, 46 – маслораспылители; 19, 20 - 23, 40 - 44 – пневмораспределители; 25, 38 – тормозные блоки механизмов выдвижения-втягивания; 26, 34 – приводы зажимов захватов; 27, 35 – приводы выдвижения-втягивания захватов; 28, 36 – приводы механизмов вращения захватов; 29, 37 – гидродемпферы механизмов вращения захватов; 30 – тормозной клапан механизма подъема; 31, 33 – гидродемпферы механизма подъема; 32 – привод механизма подъема

От регулятора давления 10 сжатый воздух через обратный клапан 13 поступает в ресивер 14, т.е. емкость, образуемую в основании. Обратный клапан необходим как устройство, препятствующее выходу сжатого воздуха из пневмосети манипулятора, например при обрыве подводящего шланга, и обеспечивающее удержание механизмов манипулятора, в том числе и зажим транспортируемой детали, в захвате в течение 1 мин при прекращении автоматической работы робота.

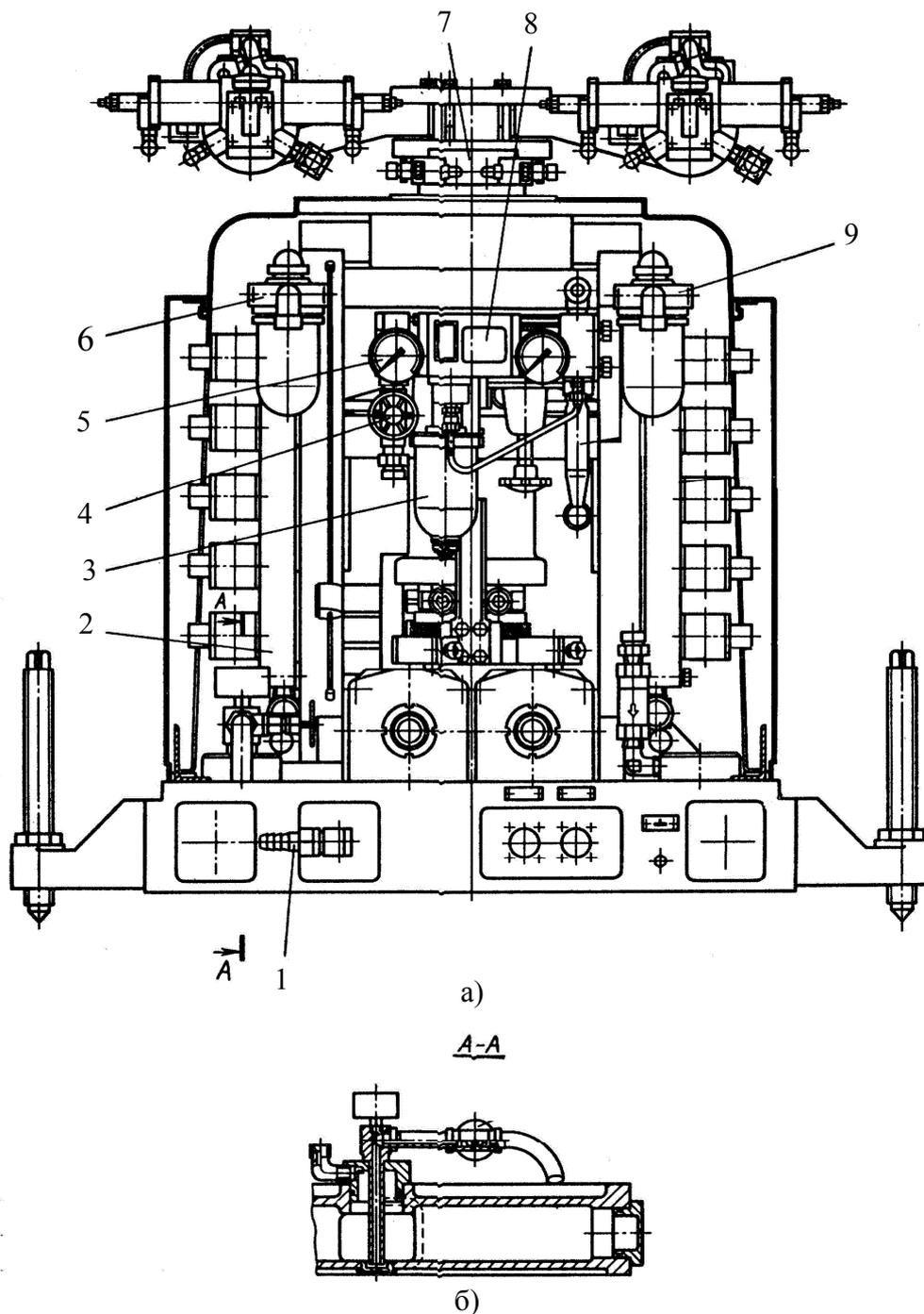


Рис. 6.10. Элементы пневмосистемы манипулятора:

а – расположение элементов пневмосистемы в манипуляторе; б – сечение А-А
(устройство выпуска воздуха из ресивера манипулятора)

Из ресивера сжатый воздух поступает через маслораспылители 6 и 9 к пневмопанелям 2 с пневмораспределителями.

Маслораспылители 6 и 9 служат для подачи к трущимся элементам пневмоцилиндров распыленного в сжатом воздухе масла с целью уменьшения изнашивания.

На каждой пневмопанели 2 расположено по пять пневмораспределителей типа РПЭУ-4/2. При этом самые верхние пневмораспределители каждой панели подают сжатый воздух в поршневые полости соответственно правого и левого механизмов выдвижения-втягивания захватов через клапаны 36 (см. рис. 6.2., г) быстрого сброса. Сжатый воздух в штоковые полости пневмоцилиндров для втягивания захватов подается из панели непосредственно от ресивера.

Вторые сверху пневмораспределители подают сжатый воздух к механизмам поворотов захватов вокруг горизонтальной оси.

Третьи сверху пневмораспределители подают сжатый воздух на зажим захватов.

Четвертый сверху пневмораспределитель на правой пневмопанели подает сжатый воздух к полостям пневмоцилиндров механизма поворота, а такой же пневмораспределитель на левой пневмопанели 2 (см. рис. 6.10., а) подает сжатый воздух к полостям пневмоцилиндра подъема.

Нижние пневмораспределители подают сжатый воздух к полостям соответственно левого и правого пневмоцилиндров откидных упоров механизма поворота захватов вокруг вертикальной оси манипулятора.

Пневмораспределители (рис. 6.11) представляют собой электроуправляемые клапаны, состоящие из корпуса 5 с запрессованной в него втулкой 6, имеющей три ряда радиальных отверстий. Внутри втулки расположен с возможностью перемещения плунжер 4, имеющий два пояска, поверхность которых притерта по внутренней поверхности втулки 6. Перемещение плунжера осуществляется с помощью подвижных якорей 1 и 9, электромагнитов 2 та. 8. Ход плунжера 4 ограничивается шайбами 3 и 7.

Сжатый воздух подается к среднему отверстию "P" в корпусе 5 и от него к средним отверстиям во втулке 6.

При перемещении плунжера 4 в крайнее положение его полость, образуемая между поясками, соединяет средние отверстия во втулке 6 с крайними, например с правыми, как на рисунке. При этом сжатый воздух поступает через отверстие "S" корпуса 5 в полости пневмоцилиндров.

В это же время противоположные крайние отверстия во втулке 6 соединяются полостями в корпусе 5 и отверстиями "T", т.е. сжатый воздух из полостей пневмоцилиндров выпускается в атмосферу.

Сжатый воздух от пневмопанели 2 (см. рис. 6.10) дается по гибким полиэтиленовым трубопроводам либо непосредственно к полостям пневмоцилиндров, как, например, к пневмоцилиндрам механизма

поворота, либо к крышке 20 (см. рис.6.5., а) и далее по отверстиям в штоке 13 к полостям пневмоцилиндра механизма подъема.

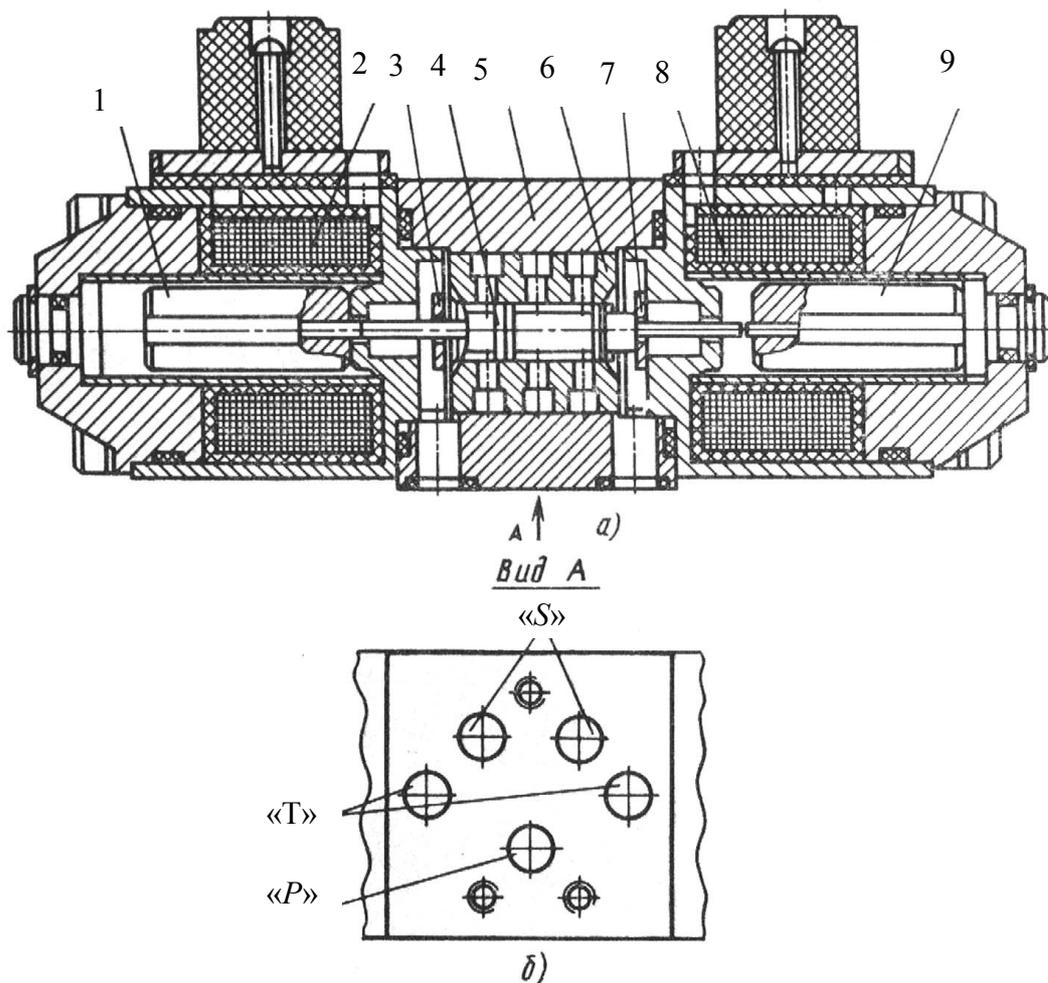


Рис. 6.11. Пневмораспределитель РПЭУ -4/2:
а – общий вид; б – вид на стыковую панель распределителя

К механизмам выдвижения-втягивания захватов сжатый воздух подается от пневмопанелей к коллектору 10 (см. рис. 6.5., а), расположенному в подшипниках 8 на пневмоцилиндре 9 подъема. Далее по канавкам на этом пневмоцилиндре, которые разделены уплотнениями, представляющими собой резиновые кольца с надетыми на них фторопластовыми чехлами, и вертикальным отверстиям сжатый воздух поступает в коллектор 7 (см. рис. 6.10), закрепленный на торце пневмоцилиндра подъема. От коллектора сжатый воздух по гибким полиэтиленовым трубопроводам поступает к полостям пневмоцилиндров выдвижения-втягивания захватов. Для удобства монтажа места

подсоединения гибких трубопроводов обозначены маркировкой (цифрами около соответствующих штуцеров).

При выключении работа и прекращении подачи сжатого воздуха от сети с помощью вентиля 4 (см. рис. 6.10.) сжатый воздух, оставшийся внутри манипулятора, выпускается через вентиль 15, оснащенный манометром, по которому контролируется давление сжатого воздуха внутри ресивера.

Устройство для крепления механизмов выдвижения-втягивания

Манипулятор поставляется потребителям с двумя механизмами выдвижения-втягивания захватов, закрепленными на специальных консолях 4 (рис. 6.12, а), которые установлены в круговом пазу коллектора 2 и прижаты к нему с помощью крышки 1, имеющей также круговой паз. Консоли 4 фиксируются между коллектором и крышкой с помощью болтов 3. Перемещая консоли в пазах коллектора и крышки, можно установить необходимый угол развала между механизмами, который достигает 60 градусов при снятых механизмах поворота захватов. Коллектор 2 крепится на торце цилиндра подъема.

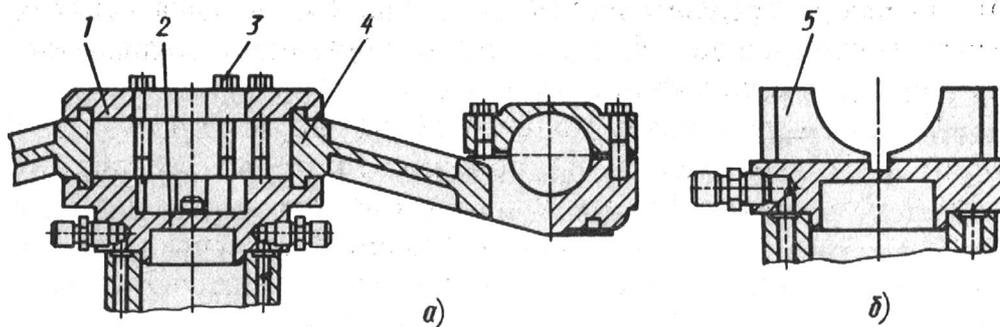


Рис. 6.12. Устройства для крепления механизмов выдвижения-втягивания захватов: а — для крепления двух механизмов; б — для крепления одного механизма

Если нет необходимости применения двух механизмов, коллектор вместе с консолями снимают и на его место устанавливают другой коллектор 5 (рис. 14, б), имеющий ложемент для одного механизма, ось которого при этом будет совпадать с осью манипулятора. К коллектору 5 подводится воздух от левой пневмопанели, а подводы от правой пневмопанели заглушает его стыковая плоскость.

Сведение об эксплуатации и техническом обслуживании промышленного робота

Надежность работы любой машины во многом зависит от правильности и периодичности проводимого технического обслуживания. Для такой динамичной машины, как промышленный робот, соблюдение правил технического обслуживания и содержания тем более необходимо.

Промышленный робот "Циклон - 5" можно рассматривать как совокупность систем, работоспособность каждой из которых влияет на работоспособность других систем и самого робота в целом.

В результате рассмотрения конструкции и работы составных элементов робота можно выделить четыре такие системы:

- механическую;
- пневматическую;
- гидравлическую;
- электрическую.

Под механической системой понимается совокупность деталей, взаимодействующих между собой в процессе работы робота.

Под пневматической системой понимается совокупность элементов как входящих в состав устройств, описанных в подразделе П.3, так и непосредственно связанных с механической системой.

Гидравлическая система — это совокупность элементов, в работе которых в качестве рабочего тела используется жидкость. Данные элементы непосредственно связаны с элементами пневматической и механической систем, и к ним относятся все гидравлические тормозные устройства.

В электрическую систему входят совокупность датчиков положения и устройства СПУ.

Порядок работы

1. Изучить принцип действия и конструктивные особенности системы управления робота «Циклон-5».
2. Внешне осмотреть робот «Циклон-5». Усвоить направления перемещения звеньев манипулятора (передвигая их вручную),
3. Получить у преподавателя задание на детальное изучение узла ПР «Циклон-5».
4. Отчитаться перед преподавателем в знаниях

Отчет должен содержать:

- Краткую теорию
- Схему узла промышленного робота по заданию-
- Выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие основные области применения промышленного робота «Циклон-5»?
2. Сколько степеней подвижности имеет ПР «Циклон-5»?
3. Какие основные технические характеристики ПР «Циклон-5»?
4. Какие основные механизмы имеет манипулятор ПР «Циклон - 5»?

Библиография

1. Пашков В.М. Промышленный робот «Циклон»-5» Устройство, наладка, обслуживание. - Машиностроение, 1988 – 80 с.

Лабораторная работа № 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Промышленного робота «Циклон – 5»

Цель работы

Изучить порядок обслуживания и наладки механической системы промышленного робота «Циклон 5»

Общие сведения

Техническое обслуживание механической системы заключается в основном в периодическом смазывании трущихся поверхностей подвижных деталей и подтяжке соединений деталей и узлов, испытывающих циклические знакопеременные нагрузки.

Смазывание манипулятора проводится в соответствии с таблицей и схемой смазывания, представленной на рисунке.

Не реже чем один раз в две недели необходимо проверять затяжку следующих деталей:

- болтов крепления пневмоцилиндра 3 (см. рис.6.2, а) к фланцу 4;
- болтов упоров 7 и 15 (см. рис. 6.2, а) на штанге 6;
- винтов крепления водила 14 (см. рис. 6.5, а) к пневмоцилиндру 9 механизма подъема;

- гаек крепления винта 6 (см. рис. 6.5, а) на коллекторе 10;
- винта затяжки клина 11 (см. рис. 6.6, б);
- контргаяк на цанговых гайках-упорах 9 (см. рис. 6.6, а); стяжных болтов 3 (см. рис. 6.12, а) крышки 1.

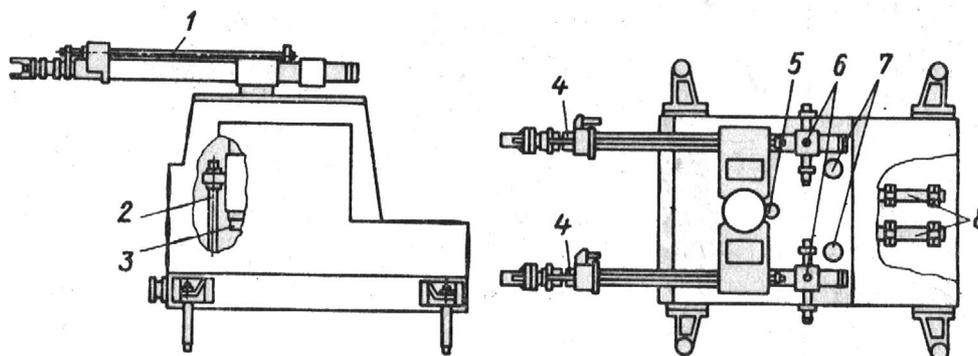


Схема точек смазывания манипулятора

Смазка манипулятора промышленного робота "Циклон 5"

Номер позиции на схеме смазки	Место смазывания	Наименование смазочных материалов	Число точек смазывания	Способ нанесения смазочных материалов	Периодичность смазывания
1	Штанга упоров механизмов выдвижения-втягивания захвата	Смазка ЦИАТИМ-201	2 (при наличии двух механизмов)	Шприцем	Ежедневно
2	Четырехгранная скалка с флажками датчика подъема	То же	1 (поверхность)	Ручное смазывание кисточкой	->-
3	Шток пневмоцилиндра подъема	->-	1 (поверхность)	Ручное смазывание кисточкой	->-
4	Шток пневмоцилиндра выдвижения-втягивания захвата	->-	2 (при наличии двух механизмов)	Шприцем (2-3 впрыскивания)	->-
5	Подшипник скольжения пневмоцилиндра подъема захватов	->-	1	Шприцем (до появления смазки снизу из-под подшипника)	->-
6	Рейка механизма поворота захвата	->-	2 (при наличии двух механизмов)	Шприцем (2-3 впрыскивания)	->-

Продолжение таблицы Смазка манипулятора промышленного робота
"Циклон-5"

7	Маслораспыли- тели	Масло И-20А	2	Следить, чтобы уровень масла не выходил за пределы 3/4 (максимум) и 1/4 (минимум) прозрачного стакана	
8	Наружные штоки пнев- моцилиндров откидных упоров по повороту и боковые поверхности пла- нок, установленных на них	Смазка ЦИАТИМ-201	2	Ручное смазывание кисточкой	Ежедневно

Наладка робота происходит в соответствии с технологической картой переходов. Весь цикл работы робота на производственном участке разбит на отдельные технологические переходы, которые он должен выполнить:

- перемещение детали (заготовки) от одной точки к другой;
- зажим или разжим захватов;
- подача команд на оборудование и прием ответных команд;
- выдержка времени для ускоренного прохода точек без позиционирования.

Указанные переходы записываются последовательно в порядке их отработки в цикле в технологическую карту переходов.

На основании технологической карты переходов формируется программа цикла робота. В одном кадре программы могут быть записаны сразу несколько из указанных переходов.

Кадры программы перемещения захватов робота в пространстве обслуживания, прямые команды на оборудование и отраженные команды с оборудования, выдержки времени для ускоренного прохода точек нумеруются отдельно в порядке их следования в цикле.

В соответствии с картой технологических переходов составляется карта наладки робота. Затем осуществляется наладка механической системы.

Наладка механической системы робота заключается в следующем. Для надежной фиксации положения робота относительно остального оборудования желательно заделать в полу конусные металлические

бобышки под конусы установочных винтов манипулятора, так как в процессе наладки возможно перемещение с неотрегулированным торможением и манипулятор может при этом смещаться.

Манипулятор необходимо установить на ровной горизонтальной площадке в соответствии с заранее выполненным планировочным чертежом, обеспечивающим оптимальный вариант установки составляющих частей робота относительно обслуживаемого оборудования.

При использовании только одного механизма выдвижения-втягивания захвата необходимо заменить консоли (см. рис. 6.12) и коллектор 2 на коллектор 2. Для этого, отвернув болты 3 и придерживая механизмы, снять консоли, предварительно отсоединив кабели датчиков выдвижения захватов и гибкие трубопроводы, подсоединенные к штуцерам в коллекторе 2. На место коллектора 2 установить коллектор 5, закрепив его на торце цилиндра подъема теми же винтами, которыми крепился коллектор 2, после чего в ложементы кронштейна уложить один из механизмов выдвижения-втягивания и закрепить его крышками, снятыми с одной из консолей 4. Подсоединить кабель датчика и трубопроводы. При использовании специального захвата снять штатный захват и заменить его специальным, для чего отвернуть болты крепления пневмоцилиндра 3 (см. рис. 6.2, а) к фланцу 4.

Для получения угла 60° между осями двух механизмов выдвижения-втягивания захватов, если нет необходимости вращения захвата относительно продольной оси, надо снять приводные пневмоцилиндры 30 и 34 (см. рис. 6.2, г) и крышки с винтами-ограничителями 29, 35, отсоединить гибкие трубопроводы от коллектора 2 (см. рис. 6.12) или коллектора 3, а отверстия в них заглушить пробками, имеющимися в ЗИПе. На место снятых установить крышки 39 (см. рис. 6.2, д) и закрепить их болтами 40, зафиксировав болтами 41 от перемещения рейки 32.

Далее осуществляется настройка конечного положения захватов по степеням подвижности. В соответствии с расположением технологического оборудования последовательно выставить упоры, обеспечив необходимые значения перемещения захватов по степеням подвижности (см. рис. 6.2., а).

Для настройки по выдвижению выставить упор 15; по втягиванию — упор 7. Для перемещения упоров по штанге 6 ослабить болт упора с помощью гаечного ключа с размером зева 13 мм.

Для настройки по повороту захвата вокруг горизонтальной оси в направлении против часовой стрелки выставить винт-ограничитель 29 (см.

рис. 6.2, г); по повороту захвата вокруг горизонтальной оси в направлении по часовой стрелке — винт-ограничитель 35. Направление вращения определяется, если смотреть на захват со стороны привода поворота захвата. Для перемещения упоров необходим гаечный ключ с размером зева 7 мм. После установки упоры законтрить гайками с помощью гаечного ключа с размером зева 19 мм.

При замене цилиндров поворота захвата на крышки 39 (см. рис.4, д) перемещение рейки ограничить болтами с помощью гаечного ключа с размером зева 10 мм.

Для настройки перемещения по подъему выставить винт 6 (см. рис. 6.5,а).

Для перемещения винта ослабить две пары гаек на нем с помощью ключа с размером зева 30 мм. После перемещения винта гайки затянуть.

Для настройки по повороту захвата вокруг вертикальной оси выставить четыре гайки-упора 9 (см. рис. 6.6, а) при взаимодействии с планками 10, которые определяют четыре положения горизонтальной оси руки при его повороте (см. рис. 6.7), расконтривание гаек-упоров 9 (см. рис. 6.6, а), и их затяжка после установки в необходимое положение осуществляется с помощью двух рожковых ключей, имеющихся в ЗИПе.

Настройка датчиков положения. Настройка датчиков положения проводится по следующим степеням подвижности:

- вертикальному перемещению захватов;
- вращению захватов в горизонтальной плоскости;
- сдвигу манипулятора.

Срабатывание датчиков контролируется по загоранию лампочки на пульте ручного управления УЦМ-30.

На заводе-изготовителе флажки 2 и 4 (см. рис. 6.5., а) установлены для значения хода, равного 100 мм; поэтому если этот ход будет использоваться при эксплуатации, то флажки перемещать не следует. Если же необходимо использовать меньшее значение хода, то после регулировки, т.е. установки его меньше 100 мм, необходимо опустить верхний флажок до момента включения датчика подъема. При этом механизм должен быть поднят до упора винта 6 (см. рис. 6.5., а) в корпус тормозного клапана подъема 1 (см. рис. 6.4.).

Настройка момента включения датчиков положения по повороту захватов в горизонтальной плоскости осуществляется введением каждого из четырех флажков 12 (см. рис. 6.6., в) на дисках обоймы 5 (см. рис.6.5., а) в пазы соответствующих головок 14 (см. рис. 8, г) датчиков. Для установки

флажков в ЗИПе имеется специальный плоский ключ, тонкий хвостовик которого вводится в пазы дисков обоймы. Диск поворачивается движением по касательной к нему до введения флажка в паз головки датчика до момента включения последнего.

Ход работы

1. Ознакомиться с общими принципами наладки и эксплуатации механической системы промышленного робота «Циклон 5»
2. Составить карту технологических переходов.
3. Наладить один из узлов робота по заданию преподавателя.

Отчёт должен содержать:

- общие сведения о наладке механической системы робота ;
- карту технологических переходов;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается наладка механической системы манипулятора «Циклон 5»?
2. Какие основные узлы подлежат смазке?
3. Для чего предназначена карта технологических переходов?
4. Как осуществляется наладка механизма выдвижения и втягивания?

Библиография

Пашков В.М. Промышленный робот «Циклон - 5»: Устройство, наладка, обслуживание, 1988 – 80 с.

Лабораторная работа № 8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И НАЛАДКА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РОБОТА «ЦИКЛОН-5»

Цель работы

Получить навыки в обслуживании, наладку и эксплуатации пневматической системы на примере робота «Циклон-5»

Общие сведения

Для подсоединения манипулятора к пневмосети необходимо иметь любой напорный шланг с внутренним диаметром 20 мм, рассчитанный на

давление до 1 МПа (10 кгс/см²). Длина шланга определяется расстоянием от манипулятора до ближайшего вентиля заводской пневмосети.

Надежность работы робота, имеющего пневматический привод, во многом зависит от качества сжатого воздуха, используемого в качестве рабочего тела. В технической документации на робот «Циклон-5» оговаривается, что подводимый к манипулятору воздух должен быть очищен не хуже 10-го класса загрязненности по ГОСТ 17433-80. Это значит, что в сжатом воздухе допускается содержание примесей в виде твердых частиц (размером не более 80 мкм) не более 4 мг/м³, воды (в жидком состоянии) не более 800 мг/м³, масла компрессорного (в жидком состоянии) не более 16 мг/м³.

Анализ данных эксплуатации свидетельствует о том, что загрязнение сжатого воздуха значительно снижает надежность и долговечность пневматических систем. Вследствие воздействия загрязнений сжатого воздуха износ устройств увеличивается в 2-7 раз, а выход устройств из строя по той же причине составляет до 80% от общего числа отказов.

В промышленном роботе «Циклон-5» особенно чувствительны к наличию в сжатом воздухе загрязнений выше указанного уровня пневмораспределители РПЭУ-4/2, плунжер 4 (см. рис. 6.11) которых притерт по втулке 6. На работу этого пневмораспределителя влияет и отсутствие распыленного при прохождении сжатого воздуха через маслораспылители 6 и 9 (см. рис. 6.10), масла. Отсутствие распыленного масла отрицательно сказывается и на долговечности уплотнительных подвижных манжет приводных пневмоцилиндров. Поэтому основными задачами по обслуживанию пневмосистемы манипулятора являются контроль чистоты сжатого воздуха, подаваемого в пневмосистему манипулятора, контроль работы маслораспылителей и наличия в них масла.

Контроль чистоты сжатого воздуха осуществляется по наличию водяного конденсата в прозрачном стакане фильтра-влагодетелителя 3 (см. рис. 6.10, а). Технической документацией предусмотрена установка фильтра-влагодетелителя с автоматическим отводом конденсата, но заводы-изготовители часто устанавливают влагодетелители с ручным отводом конденсата. Поэтому в начале и в конце каждой смены необходима продувка этого прибора.

Для очистки полостей ресивера 14 от возможного скопления водяного конденсата также ежемесячно необходимо проводить его

продувку. Для этого сначала следует подать воздух в пневмосистему робота, а затем выпустить его, открыв вентиль 15 (см. рис. 6.10, б).

При задерживании загрязнений и конденсата фильтром влагоотделителя его фильтрующие элементы загрязняются и начинают хуже пропускать сжатый воздух. Поэтому не реже чем один раз в 2-3 месяца необходимо проводить промывку этих элементов бензином с последующей продувкой сжатым воздухом, а прозрачный стакан промывать мыльной, а затем чистой водой.

Контроль работы маслораспылителей 6 и 9 (см. рис. 6.10, а) осуществляется визуально. Для этого с верхней плиты станины снимают две круглые крышки и через отверстия, которые они закрывают, а также через верхние прозрачные колпачки маслораспылителей наблюдают за подачей масла в маслораспылители. Нормальной считается подача масла в количестве одной капли не реже чем один раз в 10 с. Регулировка подачи масла осуществляется с помощью дросселей маслораспылителей через отверстия в плите станины.

В соответствии с требованиями безопасности работы с роботом ежемесячно необходимо открывать предохранительный клапан 11 (см. рис. 6.10, а) во избежание залипания его седла.

Ход работы

1. Ознакомиться с общими принципами наладки и эксплуатации пневматической системы промышленного робота «Циклон 5».
2. Наладить один из узлов робота по заданию преподавателя.
3. Составить таблицу возможных неисправностей и методов их устранения пневматической системы робота согласно прил. 1.

Отчёт должен содержать:

- общие сведения о наладке пневматической системы робота;
- таблицу возможных неисправностей пневматической системы;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к качеству сжатого воздуха?
2. Как осуществляется контроль чистоты сжатого воздуха?
3. Как обслуживают маслораспылитель?
4. Какие основные неисправности пневматической системы робота могут возникать в процессе эксплуатации?

Библиографический список

1. Пашков В.М. Промышленный робот «Циклон - 5»: Устройство, наладка, обслуживание. – 1988 – 80 с.
2. Кудрявцев А. И. Пятидверный А.П., Рагулин Е.А. Монтаж, наладка и эксплуатация пневматических приводов и устройств. – М.: Машиностроение, 1990.–208 с.

Лабораторная работа № 9 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ЦИКЛОН-5»

Цель работы

Получить навыки в обслуживании, наладке и эксплуатации пневматической системы на примере робота «Циклон-5»

Основные сведения

Техническое обслуживание и наладка гидравлической системы робота заключается в обеспечении полноты заливки маслом гидравлических демпферов, а также в контроле появления утечек масла из них.

При нормальной настройке и работе гидродемпферов масло, имеющееся в их полостях, обеспечивает нормальную работу механизмов не менее чем в течение 200 ч, после чего необходимо проводить дозаливку масла. Для заливки гидродемпферов применяется масло И-20А, предварительно отфильтрованное до частиц не более 20 мкм.

Дозаливка проводится при отсутствии сжатого воздуха в пневмосистеме манипулятора. Приведем описание процесса дозаливки для всех элементов гидравлической системы.

Гидродемпфер на выдвижение-втягивание захвата. Вывернув пробку 44 (см. рис. 6.2, в), прутком диаметром 3 мм через отверстие под нее переместить поршень 27 до упора и установить пробку на место. Вывернуть пробки 21-23 (см. рис. 6.2, б), открыть дроссель 20, вывернув его на 4-5 оборотов, установить золотники 26 и 28 так, чтобы хвостовик одного был утоплен (заподлицо с корпусом), а другой был выдвинут до предела. Через отверстия под пробки 21-23 залить масло до краев отверстий, после чего пробки завернуть, причем сначала установить пробку 23, а затем остальные.

Для удаления воздуха из рабочих полостей гидродемпфера сделать пять двойных ходов каждым золотником, после чего вывернуть пробки 21 и 22 и осуществить дозаливку. Прodelать последние операции 3 раза.

Гидродемпфер поворота захвата вокруг горизонтальной оси. Дозаливка выполняется при открытом дросселе 19 (см. рис. 6.2, а). Это положение определяется установкой риски на дросселе против гравировки «О» на крышке гидродемпфера.

Вывернуть обе пробки 42 (см. рис. 6.2, е) и залить масло. Воздух из рабочих полостей гидродемпфера удалять осторожными, плавными поворотами захвата вручную. При этом не допускать выплескивания масла из отверстий. После удаления воздуха долить масло до краев отверстий и отверстия закрыть пробками.

Тормозной гидродемпфер механизма подъема захватов. В верхней плите станины снять среднюю круглую крышку, затем снять передний или боковой кожух станины, вывернуть пробку 24 (см. рис. 6.5, в). Введя в отверстие под пробку пруток диаметром 3—5 мм, переместить поршень 22 по размеру, указанному на рисунке. Открыть дроссель 25, установив рискую на нем напротив отметки «О» на корпусе гидродемпфера. Золотник 26 полностью выдвинуть. Залить масло в отверстие под пробку и завернуть ее. Вручную сделать несколько перемещений золотника 26, Вывернуть пробку 24 и долить масло до края отверстия. Прокачать и удалить воздух 3 раза, после чего установить снятые детали на место.

Дозаливку гидродемпферов механизма подъема захватов необходимо производить при открытом дросселе 27 (см. рис. 6.5, г) через заливную пробку в верхней крышке, при этом шток 28 должен находиться в нижнем положении.

Тормозное устройство механизма поворота захватов. Дозаливка этого устройства выполняется в зависимости от уровня масла в бачке 7 (см. рис. 6.8), который должен быть не менее 1/2 высоты бачка.

Заливка производится через наливную горловину 5 при снятой крышке. Масло необходимо заливать до верхней прозрачной крышки бачка. После заливки выполнить прокачку гидравлических полостей для выхода воздуха. Прокачку делать вдвоем. Один человек, нажимая одной рукой на кнопку 6, а другой рукой с помощью отвертки на подвижный якорь магнита гидрораспределителя 2, следит за выходом воздуха из полостей. Второй человек в это время вручную выполняет плавные качательные в горизонтальной плоскости движения механизмов выдвижения-втягивания захватов манипулятора. После того как

прекратится выход воздуха, необходимо пополнить бачок маслом на 3/4 объема и установить крышку заливной горловины на место.

Настройка скоростей перемещения по степеням подвижности. Скорость перемещения захвата по выдвиганию-втягиванию не регулируется и определяется соотношением параметров элементов пневмопривода по этой степени подвижности. Однако скорость перемещения по втягиванию захвата при необходимости можно уменьшить, создав дополнительное сопротивление на выхлопном отверстии клапана быстрого сброса (см. рис. 6.3). На этом отверстии установлен комплект сеток, обеспечивающих снижение уровня шума при выхлопе. Для увеличения сопротивления и получения нужной скорости можно добавить необходимое число сеток.

Скорость поворота захвата относительно горизонтальной оси регулируется дросселем 19 (см. рис. 6.2, а), перекрывающим отверстия, по которым происходит перетечка масла из полости «D» в полость «F» (см. рис. 6.2, е).

Скорость перемещения захватов по подъему-опусканию регулируется дросселями 27 (см. рис. 6.5, г) гидродемпферов 3 и 4 (см. рис. 6.4). В связи с тем, что гидродемпферов два, положение дросселей на них должно быть одинаковым. Как правило, скорость по подъему-опусканию не регулируют, устанавливая дроссели на максимально открытое положение.

Регулировка скорости поворота захватов в горизонтальной плоскости осуществляется с помощью дросселя 4 (см. рис. 6.8) в соответствии с гравировкой на корпусе тормозного устройства, указывающей, в какую сторону необходимо вращать дроссель для увеличения или уменьшения скорости поворота. Следует обратить внимание на то, что ограничения на вывертывание дросселя нет и, если он будет вывернут полностью, произойдет утечка масла. Для получения максимальной скорости достаточно вывернуть дроссель на 20 мм от положения «закрыто», т.е. положения, когда он полностью ввернут.

Настройку скорости по повороту захватов в горизонтальной плоскости желательно проводить одновременно с настройкой торможения, так как энергия перемещаемых масс при этом перемещении довольно большая и постановка механизма поворота на упор при большой скорости перемещения без торможения будет сопровождаться сильными ударами, что может привести к поломке деталей.

Настройка интенсивности торможения при подходе к точкам позиционирования. Настройка интенсивности торможения является важнейшим этапом наладки манипулятора. Несоблюдение правил настройки интенсивности торможения и пренебрежительное отношение к динамике этого процесса могут привести к сбоям в работе робота, а в конечном счете и к поломке машины. Настройку интенсивности торможения желательно проводить одновременно с настройкой скоростей перемещений.

Настройка торможения по выдвигению-втягиванию захвата осуществляется с помощью дросселя 20 (см. рис. 6.2, б). При закручивании дросселя уменьшается проходное сечение канала для перетечки масла из полости «L» (см. рис. 6.2, в) в полость «M» и наоборот. Перетечки масла происходят при нажатии подвижным упором на золотник 28.

Настройка торможения при подъеме захватов выполняется поворотом дросселя 25 (см. рис. 6.5, в) на тормозном клапане 1 (см. рис. 6.4). За счет этого происходит увеличение сопротивления перемещению золотника 26 (см. рис. 6.5, в).

Регулировка торможения механизма подъема при опускании проводится с помощью дросселя 21 (см. рис. 6.5, в) с последующим законтриванием гайкой на этом дросселе. С помощью последнего регулируется степень сжатия «воздушной подушки», возникающей при подходе подвижного цилиндра 9 (см. рис. 6.5, а) к поршню 12.

Регулировка торможения при подходе к точкам позиционирования по повороту захватов в горизонтальной плоскости осуществляется вращением подвижного лимба с рукояткой на дросселе 1 (см. рис. 6.8) тормозного устройства 5 (см. рис. 6.4).

Так как тормозное устройство одно, а точек позиционирования по повороту может быть задействовано четыре и скорость перемещения при подходе к этим точкам может быть различной, то интенсивность торможения регулируется по самой нагруженной точке. При этом необходимо с помощью регулировочного винта напорного золотника 3 (см. рис. 6.8) «сглаживать» резкий переход от скорости перемещения к тормозной скорости. При вворачивании этого винта такой переход будет все более заметен.

Ход работы

1. Ознакомиться с общими принципами наладки и эксплуатации гидравлической системы промышленного робота «Циклон-5».

2. Наладить скорость движения исполнительного органа по одной из степеней подвижности.

3. Составить таблицу возможных неисправностей гидравлической системы робота, согласно прил.1.

Отчёт должен содержать:

- общие сведения о наладке гидравлической системы робота;
- таблицу возможных неисправностей гидравлической системы;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается техническое обслуживание и наладка гидравлической системы?

2. Как обслуживают демпфирующие устройства?

3. Как регулируется скорость поворота захватов относительно горизонтальной оси?

4. Какие основные неисправности гидравлической системы робота могут возникать в процессе эксплуатации?

Библиография

1. Пашков В.М. Промышленный робот «Циклон - 5»: Устройство, наладка, обслуживание. – 1988 – 80 с.2.

**Лабораторная работа № 10
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛОВЫХ СИСТЕМ ПРОГРАММНОГО
УПРАВЛЕНИЯ РОБОТАМ «ЦИКЛОН – 5»**

Цель работы:

Изучение устройства и принципа действия цикловой системы программного управления от ПК промышленным роботом «Циклон-5», освоение методики программирования и приобретение практических навыков настройки робота по заданной циклограмме.

**Краткое описание циклового программного управления от ПК
«Циклон - 5»**

Программа «Циклон - 5» и плата сопряжения предназначены для управления манипулятором «Циклон-5», и технологическим оборудованием РТК, или любым другим цикловым устройством с дискретным вводом-выводом.

Программа управления роботом может работать в четырёх режимах:

- ручном – управление подвижными органами манипулятора от кнопок окна программы «Ручное управление»;
- покадровом – отработка манипулятором отдельно каждого кадра циклограммы;
- полуавтоматическом – однократное воспроизведение программы;
- автоматическом – многократное воспроизведение программы.

Программное обеспечение «Циклон-5» обеспечивает следующие функции:

- формирование трёх временных интервалов для ускоренного прохода манипулятором точек без позиционирования в диапазоне времени 0,1 – 999 с. (с дискретностью 0,1 с);
- формирование временного интервала для выполнения манипулятором движений, не контролируемых датчиками положений (зажим – разжим захвата и поворот захвата вокруг продольной оси механизма выдвигания-втягивания в диапазоне 0,1 – 999 с);
- задержку перехода к отработке следующего номера кадра программы на время 0,1 – 999 с. (с дискретностью 0,1 с).
- цифровую индикацию номера кадра – два десятичных разряда;

Устройство циклового программного управления робота «Циклон-5» состоит:

- из персонального компьютера, включающего в себя программное обеспечение и пульт управления (клавиатура, мышь);
- стойки управления, включающей электронное оборудование, источники питания, а также шестнадцатиразрядную плату сопряжения.

Основной функциональный состав устройства и характерные связи между узлами и блоками представлены на структурной схеме (рис. 10.1).

Устройство состоит из следующих узлов и блоков:

- пульта управления, осуществляющего задание режимов работы устройства, ввод информации, набор циклограммы и т.д.;
- программного обеспечения, обеспечивающего обработку информации, формирует управляющие сигналы, обеспечивает отработку заданной циклограммы;
- монитора, отображающего информацию о выполнении заданной циклограммы и состоянии манипулятора;
- базы данных БД, обеспечивает энергонезависимое хранение составленных циклограмм;

- платы сопряжения для обеспечения аппаратного сопряжения сигналов от ПК к «Циклону-5» и обратно.

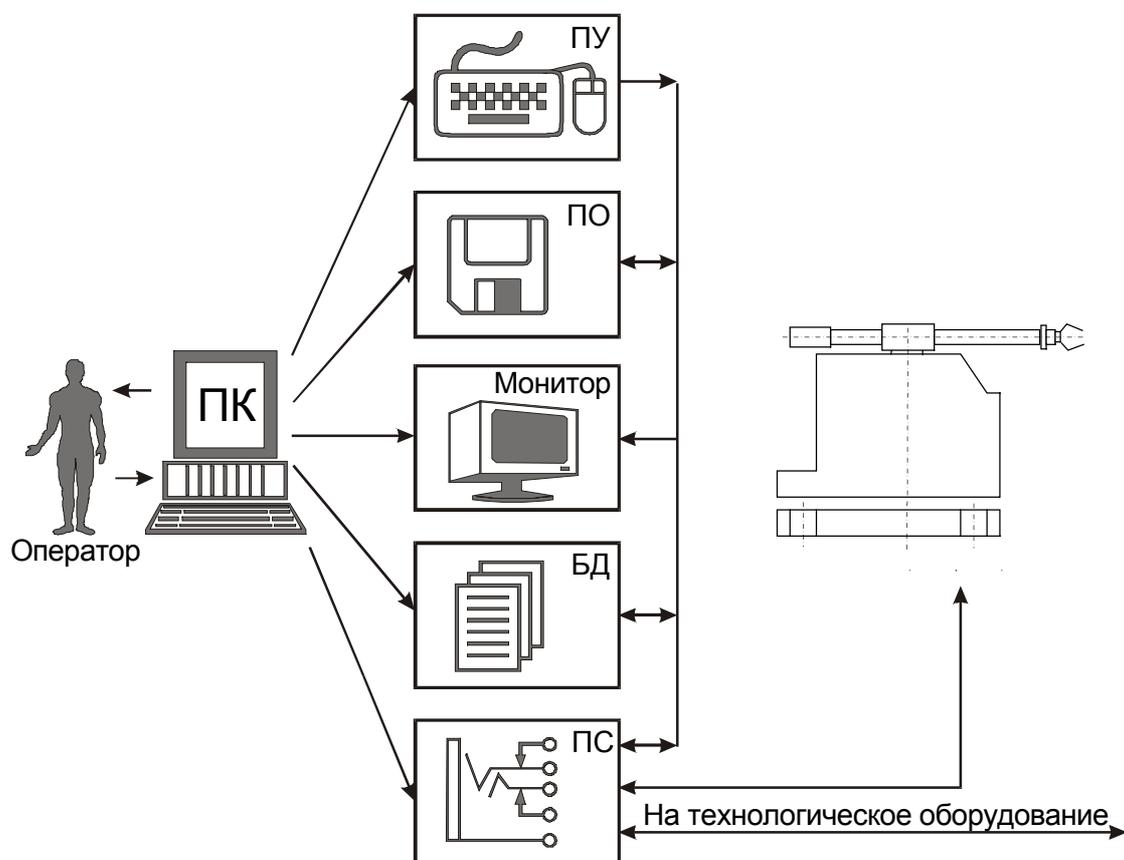


Рис.10.1 Структурная схема устройства программного управления «Циклон-5»: ПК – персональный компьютер; ПУ – пульт управления (клавиатура, мышь); ПО – программное обеспечение; БД – база данных; ПС – плата сопряжения (16 разрядов).

Устройство состоит из следующих узлов и блоков:

- пульта управления, осуществляющего задание режимов работы устройства, ввод информации, набор циклограммы и т.д.;
- программного обеспечения, обеспечивающего обработку информации, формирует управляющие сигналы, обеспечивает отработку заданной циклограммы;
- монитора, отображающего информацию о выполнении заданной циклограммы и состоянии манипулятора;
- базы данных БД, обеспечивает энергонезависимое хранение составленных циклограмм;
- платы сопряжения для обеспечения аппаратного сопряжения сигналов от ПК к «Циклону-5» и обратно.

В режиме «Ручной» команды на манипулятор подаются из окна «ручное управление» программы «Циклон-5».

В режиме «Покадровый» устройство выполняет обработку одного кадра циклограммы. После обработки всех команд записанных в кадре циклограммы, происходит останов программы.

Конец обработки команд позиционирования фиксируется по получении сигналов от датчика положения, а также после обработки заданных выдержек времени. Конец обработки команд на зажим или разжим захвата определяется концом выдержки времени. Значение выдержки времени задаётся при помощи программы (по умолчанию 1 с). Конец технологических команд формируется по получении ответа от технологического оборудования об исполнении команд.

В режиме «Полуавтомат» устройство обеспечивает однократную обработку всех кадров программы. При этом устройство действует аналогично работе в режиме «Покадровый» с той лишь разницей, что не происходит останов после исполнения каждого кадра циклограммы.

В режиме «Автоматический» устройство обеспечивает многократную обработку всех кадров циклограммы.

Последовательность обработки кадров циклограммы отображается с помощью цифровой индикации в окне программы.

Набор циклограммы производится в режиме «Новая циклограмма» при помощи клавиатуры и мыши ПК. Составленная циклограмма сохраняется командой «Сохранить циклограмму». Вызов сохранённой циклограммы из базы данных осуществляется при помощи команды «Открыть циклограмму».

Программное обеспечение управления роботом «Циклон - 5»

Программа «Циклон - 5» предназначена для оперативного управления манипулятором, отображения состояния его работы, набора циклограммы и для ручного управления манипулятором.

Окно программы (рис.10.2) содержит следующие органы управления:

- меню файл 1;
- подменю файл, «новая циклограмма» 2 предназначена для набора новой циклограммы;
- подменю файл, «открыть циклограмму» 3 предназначена для открытия ранее набранной и сохранённой циклограммы;

- подменю файл, «сохранить циклограмму» 4 предназначена для сохранения созданной циклограммы;
- подменю файл, «выход» 5 служит для выхода из программы;
- кнопка «Close» 6 - для выхода из программы;

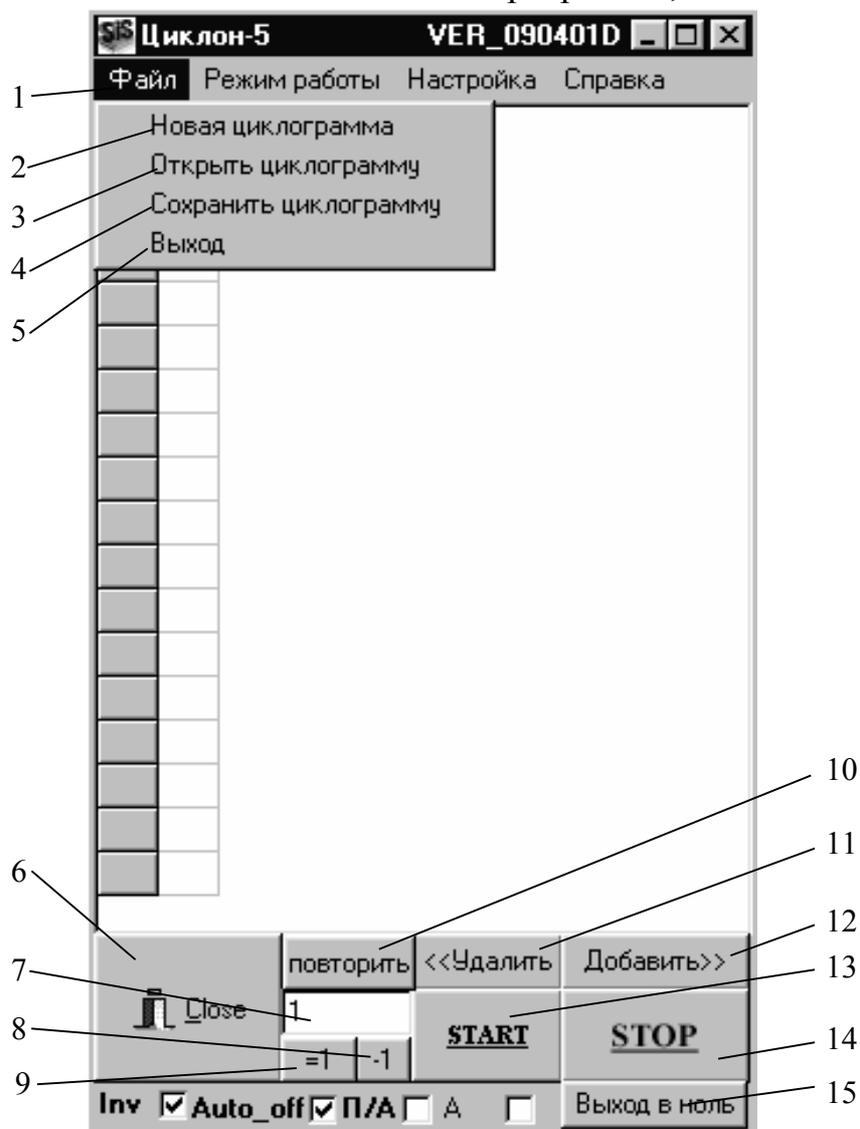


Рис. 10.2. Окно программы управления «Циклон-5»

- окно счётчика кадров циклограммы 7;
- кнопка 8 уменьшает счётчик кадров циклограммы на 1;
- кнопка 9 устанавливает счётчик кадров циклограммы в 1;
- кнопка «повторить» 10;
- кнопка «удалить» 11 для удаления кадров циклограммы;
- кнопка «добавить» 12, с помощью которой добавляются новые кадры циклограммы;
- кнопка «START» 13, служащая для запуска циклограммы;

- кнопка «STOP» 14 предназначена для остановки циклограммы;
- кнопка «выход в ноль» 15, с помощью которой робот выходит в исходное положение.

На рис. 10.3 показано окно программы, предназначенное для набора новой циклограммы и для управления работой манипулятора при помощи следующих органов управления:

- в строке 3 «движен/№ПП» заносятся номер кадра циклограммы и движения, выполняемые манипулятором;
- в строках 2 отмечаются движения манипулятора, цифра 1 означает, что соответствующее движение выполняется, 0 – нет;
- в строке 1, «время задается» длительность отработки кадра циклограммы (по умолчанию 3 с);

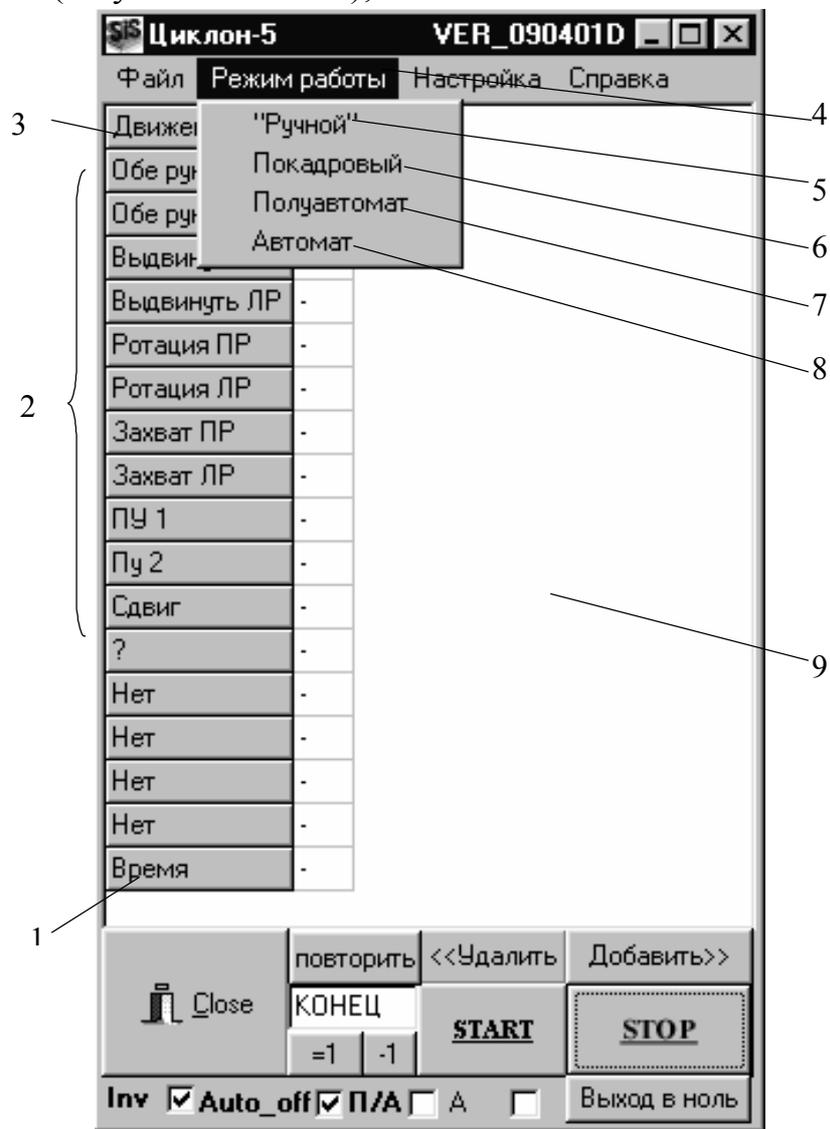


Рис. 10.3 Окно программы предназначенное для набора новой циклограммы и для управления работой манипулятора в ручном режиме

- ячейки 9 служат непосредственно для набора команд;
- меню «режим работы» 4 предназначено для выбора режима работы манипулятора;
- подменю «ручной» 5 служит для включения ручного управления роботом;
- подменю «покадровый» 6 предназначено для включения покадровой работы робота;
- подменю «полуавтомат» 7 предназначено для включения полуавтоматической работы манипулятора;
- подменю «автомат» 8 служит для включения автоматической работы робота.

Ручное управление роботом «Циклон-5».

После нажатия меню программы «Режим работы/ручной» появляется окно программы ручное управление (рис. 10.4), оно предназначено для управления подвижными органами манипулятора в процессе обучения или выполнения профилактических работ, а также контроля состояния датчиков положения. При помощи ручного управления можно отладить сложную циклограмму в ручном режиме.



Рис. 10.4 Окно «Ручное управление» роботом «Циклон- 5»

В окне программы «Ручное управление» расположены следующие органы управления:

- движения выполняемые роботом 1;
- кнопки 2, 3 управления поворотам рук манипулятора в горизонтальной плоскости влево и право;
- кнопки 4, 5 управления по подъёму - опусканию рук робота;
- кнопки 6, 7 управления по втягиванию - выдвиганию правой руки;
- кнопки 8, 9 управления по втягиванию - выдвиганию левой руки;
- кнопки 10, 11 управления поворотом правого захвата соответственно в вертикальное и горизонтальное положения;
- кнопки 12, 13 управления поворотом левого захвата соответственно в горизонтальное и вертикальное положение;
- кнопки 14, 15 включения зажима и разжима правого захвата;
- кнопки 16, 17 включения зажима и разжима левого захвата;

- кнопки 18, 19, 20, 21 управления промежуточными упорами, соответствующие положениями по повороту рук робота в горизонтальной плоскости;
- кнопка «Close» 22, предназначена для закрытия окна «ручное управление».

Порядок выполнения работы

1. Изучить структурную схему, принцип действия и конструктивные особенности системы управления.
2. Визуально освоить систему управления. Изучить программу «Циклон-5». Точно знать назначение каждой команды и кнопки программы.
3. Внешне осмотреть робот «Циклон-5». Усвоить направление перемещения звеньев манипулятора (передвигая их в ручную).
4. Практически освоить все режимы работы системы управления.
5. В режиме «Ручной» отработать все команды управления роботом.
6. Составить алгоритм функционирования робота. Число шагов должно быть не менее 7 и не более 15.
7. После набора циклограммы произвести её отладку последовательно в режимах «Ручной», «Покадровый», «Полуавтоматический», «Автоматический».
8. Продемонстрировать преподавателю функционирование робота по составленной программе.

Отчёт должен содержать:

- задание;
- циклограмму работы робота в таблице;
- выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое цикловые системы программного управления?
2. Какие основные этапы наладки цикловой системы программного управления?
3. Укажите порядок работы оператора в процессе программирования?
4. Укажите особенности работы устройств робота в режиме обучения и автоматическом режиме?
5. Как осуществляется задержка времени при переносе детали захватным устройством?

Библиографический список

1. Пашков В.М. Промышленный робот «Циклон - 5»: Устройство, наладка, обслуживание. – 1988 – 80 с.
2. Промышленная робототехника /Под. ред. А.Я. Шифрина. – М.: Машиностроение, 1982 – 415 с.

Приложение 1

Возможные неисправности и способы их устранения ПР «Циклон-5»

Как показывает опыт эксплуатации робота его неисправности выражаются, как правило, в виде появления отказов, которые приводят либо к потере точности позиционирования при установке заготовок или деталей на рабочие позиции, что связано с нарушением динамики перемещений захватов по степеням подвижности, либо к прекращению автоматической работы.

Наиболее редко встречаются поломки отдельных деталей, как правило, связанные с несоблюдением требований технической документации при изготовлении.

Отказы, выражающиеся в потере точности позиционирования по выдвигению захватов, могут быть вызваны следующими причинами:

- утечкой масла из полостей «Z» и «M» (см. рис. 6.2, в) которая может возникнуть вследствие изнашивания уплотнительных манжет на золотниках 26, 28

- неправильной регулировкой торможения;
- ослаблением креплений упоров 7,15 (см. рис. 6.2, а).

Изменение скорости по выдвигению-втягиванию захватов может возникнуть вследствие изнашивания уплотнительных манжет 1-50—1 (см. ГОСТ 6678–72) на шток-поршне 13. Особенно подвержена изнашиванию передняя манжета, уплотняющая штоковую полость, так как она постоянно находится под давлением как при прямом, так и при обратном ходе.

На изменение скорости перемещения захватов влияет закипание золотника 1 (см. рис. 6.3) или клапана 2, клапана быстрого сброса воздуха, что может повлечь за собой стравливание сжатого воздуха, поступающего в поршневую полость цилиндра, в атмосферу.

При повороте захватов вокруг горизонтальной оси точность позиционирования может быть потеряна вследствие изнашивания трехгранной бронзовой втулки, расположенной на валу 14 и передающей вращение от привода захвата на трехгранный вал 11, которая является для него направляющей.

Повышенный износ этой втулки может возникнуть в результате утечек масла из полостей «D» и «F» (см. рис. 6.2, е) гидродемпфера 18 поворота захвата или его неправильной регулировки. Неправильная

регулировка и отсутствие масла в гидродемпфере могут повлечь за собой появление ударных нагрузок и сминание граней втулки,

Отказы, выражающиеся в потере точности позиционирования по подъему-опусканию захватов, могут возникнуть вследствие следующих причин:

- утечки масла из полости «К» (см. рис. 6.5, в) тормозного клапана подъема;
- неправильной регулировки дросселя 21 (см. рис. 6.5, б) и дефекта уплотнительного кольца типа 005-008-19-2-1 (см. ГОСТ 9833–73) на нем;
- изнашивания манжеты 11 (см. рис. 6.5, а) типа 1-50-1, что может привести к отсутствию торможения при опускании захвата;
- ослабления контргаек на винте 6 (см. рис. 6.5, а), что иногда приводит к прекращению автоматической работы, так как флажки 2, 4 могут не войти в пазы датчика 3 и не дать сигнала об окончании перемещения.

Наиболее часто встречаются отказы, выраженные в потере точности позиционирования по повороту захватов в горизонтальной плоскости. Причин возникновения этих отказов может быть несколько.

Основная причина – это отказы по торможению при повороте. Они могут возникнуть вследствие следующих причин:

- утечки масла из полостей «R» (см. рис. 6.6, а) и появления ударов об упоры 8;
- выхода из строя генераторов-усилителей тормозных датчиков 3 (см. рис. 6.6, а), при этом датчик не будет давать команду на начало торможения и постановка на упор будет происходить с ударом, что может вызвать поломку планок 10 или смещение гаек-упоров 9;
- поломки пружин флажков 5 (см. рис. 6.6, а), в результате чего флажок может остаться в пазу датчика 3 и постоянно выдавать команду на включение тормоза; при этом поворот будет происходить на тормозной скорости; для устранения этого дефекта необходимо провести частичную разборку привода поворота, сняв пневмоцилиндры 7 и 6 и вынув флажок 5;
- ослабления болтов 3 (см. рис. 6.12, а) крепления консолей 4; перемещение консолей может происходить и при ударах из-за отсутствия торможения по повороту захватов в горизонтальной плоскости;
- появления зазоров в цепи передачи крутящего момента от привода поворота захватов в горизонтальной плоскости на цилиндр 9 (см. рис. 6.5, а)

Зазоры могут появиться в результате следующих причин:

- ослабления крепления клина 11 (см. рис. 6.6, б);
- ослабления болтов крепления скалки 15 (см. рис. 6.5, а);
- ослабления посадки конических штифтов и болтов крепления водила 14 к цилиндру 9;
- проворота эксцентричной оси ролика 13 (см. рис. 6.6, в) и появления между ним и скалкой 15 (см. рис. 6.5, а) зазора.

Для устранения этих зазоров необходимо:

- клин подбить и затянуть болтом;
- скалку закрепить на зажиме 16 (см. рис. 6.5, а);
- штифты водила (см. рис. 6.5, а) подбить и затянуть болты;
- выбрать зазор между роликом 13 (см. рис. 6.6, в) и скалкой поворотом его оси и зафиксировать ось болтом зажима.

Причинами появления сбоев в работе манипуляторов могут быть элементы пневмосистемы. Это, прежде всего уплотнительные манжеты и кольца на подвижных частях приводов и воздухопроводов, что приводит к появлению перетечек и утечек сжатого воздуха и, как следствие, к изменению динамики перемещения схватов.

Прекращение автоматической работы робота может произойти вследствие выхода из строя плунжера 4 (см. рис. 6.11, а), притертая поверхность которого очень чувствительна к отсутствию распыленного масла в сжатом воздухе, проходящем через пневмораспределитель. Задиры, которые могут появиться при работе золотника «всухую», приводят к его заклиниванию во втулке 6.

Уплотнительные кольца в количестве 11 шт. в коллекторе 10 (см. рис. 6.5, а) разделяющие воздухопроводные каналы для подачи сжатого воздуха к приводам механизмов выдвигания-втягивания захватов, при износе допускают перетечки в соседние каналы; это приводит к появлению ложных перемещений или утечке сжатого воздуха в атмосферу, что также влияет на динамику перемещений.

Прекращение автоматической работы часто происходит вследствие выходов из строя генераторов-усилителей датчиков положения, контролирующих выполнение перемещения захватов по степеням подвижности, что приводит к частой их замене или обрывам подвижных кабелей, идущих к датчикам. Отдельные заводы-потребители даже заменяют датчики типа БК, установленные на манипуляторах, на другие типы датчиков.

Приложение 2

Требования безопасности при работе с ПР «Циклон-5»

Общие требования безопасности к конструкции промышленных роботов, организации и эксплуатации их в составе роботизированных технологических комплексов изложены в ГОСТ 12,2.072-82.

В соответствии с требованиями этого ГОСТа конструкция ПР «Циклон-5» обеспечивает удержание захватными устройствами объектов манипулирования при внезапном отключении их от подачи сжатого воздуха. При внезапном отключении подачи сжатого воздуха, например при обрыве гибкого трубопровода, соединяющего пневмосистему манипулятора с заводской пневмосетью, обратный клапан перекрывает выход сжатого воздуха из пневмосистемы манипулятора, тем самым поддерживая давление в ней, необходимое для удержания предмета манипулирования в течений времени, равного не менее 1 мин.

Поскольку в соответствии с технической документацией стабильная работа промышленного робота обеспечивается при подаче в пневмосистему манипулятора сжатого воздуха давлением не менее 0,5 МПа (5 кгс/см²), то при обрыве подводящего трубопровода манипулятор может ещё некоторое время работать. Работа может продолжаться, пока давление в пневмосети не упадёт до значения 0,38 – 0,4 МПа (3,8 – 4 кгс/см²).

Конструкцией промышленного робота предусмотрена возможность аварийного прекращения работы с помощью кнопки с грибовидным толкателем красного цвета.

В соответствии с изложенным выше перед началом работы промышленного робота из его рабочей зоны должны быть удалены все посторонние предметы. Необходимо проверить надёжность крепления подводящего трубопровода. Перед первичным включением робота необходимо проверить срабатывание реле давления и значение давления с помощью регулятора давления.

К работе по программированию, обучению, наладке, эксплуатации и ремонту робота допускаются лица не моложе 18 лет. Ремонтные работы, связанные с обслуживанием робота, а также присоединение и отсоединение рабочего органа манипулятора должны выполняться при отключённом питании.