

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА НА СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» в качестве методических указаний для обучающихся Самарского университета по основным образовательным программам высшего образования по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение

Составители: *В. В. Максимов,*
А. К. Лыкова

САМАРА
Издательство Самарского университета
2026

УДК 621.865.8-85(075)
ББК 3816.1я7+К447.5я7
И889

Составители: **В. В. Максимов, А. К. Лыкова**
Рецензент д-р техн. наук, проф. В. А. Михеев

И889 Исследование характеристик пневматического привода промышленного робота на соответствие техническим данным: методические указания / составители: *В. В. Максимов, А. К. Лыкова.* – Самара: Издательство Самарского университета, 2026. – 28 с.

Изучается конструкция пневматического привода, возможности его регулирования, осуществляется проверка привода на соответствие техническим данным.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение.

УДК 621.865.8-85(075)
ББК 3816.1я7+К447.5я7

Методические материалы

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКОГО
ПРИВОДА ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА
НА СООТВЕТСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

Методические указания

Составители: **Максимов Валерий Владимирович,
Лыкова Анастасия Константиновна**

Редакционно-издательская обработка
издательства Самарского университета

Подписано в печать 30.04.2026. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Печ. л. 1,75.
Тираж 27 экз. Заказ . Арт. – 4(МУ)/2026.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
443086 САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Издательство Самарского университета.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

© Самарский университет, 2026

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Назначение и технические характеристики промышленного робота МП-9С | 5 |
| 2 Краткое описание схемы привода и работы его составных частей | 7 |
| 3 Порядок выполнения работы..... | 22 |
| 4 Отчет о работе..... | 27 |
| 5 Контрольные вопросы..... | 28 |

Введение

Робот МП-9С – это мобильный робототехнический комплекс, разработанный для выполнения задач в условиях, представляющих угрозу для жизни человека. Он применяется в военной сфере, силовых структурах и МЧС для разведки, инженерного обследования, обезвреживания взрывных устройств, транспортировки грузов и патрулирования опасных зон.

Цель работы – изучение конструкции, и принципов работы и регулировки пневматического привода робота, а также освоение методики определения его характеристик.

Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальности 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение. Рекомендуется использовать при изучении дисциплин, связанных с автоматизацией производственных процессов в машиностроении и технологией производства самолетов.

1 Назначение и технические характеристики промышленного робота МП-9С

Промышленный робот МП-9С предназначен для обслуживания штамповочных прессов, а также для автоматизации других технологических процессов, где необходимо осуществить захват, перенос и установку детали на технологическое оборудование.

Комплекс оснащён гусеничной платформой для высокой проходимости, дистанционным управлением и модульной системой оборудования, включающей манипуляторы, камеры и датчики. Благодаря этому робот эффективно действует в зонах боевых действий, радиационного или химического заражения, минимизируя риски для персонала.

Технические данные робота МП-9С

| | |
|---|--|
| Грузоподъемность, кг | 0,2 |
| Выдвижение руки, мм | 150 |
| Подъем руки, мм | 30 |
| Поворот руки, град | 120 |
| Время максимального перемещения по: | |
| – выдвигению и подъему, с (не более) | 0,5 |
| – повороту, с (не более) | 0,8 |
| Точность позиционирования, мм | $\pm 0,05$ |
| Тип привода | пневматический |
| Рабочее давление воздуха, МПа | $0,4 \div 0,5$ |
| Тип системы управления | цикловой |
| Электропитание | сеть переменного тока напряжением 220^{+22}_{-33} В частотой $50 \pm 0,5$ Гц |
| Число точек позиционирования по каждой степени подвижности, шт | 2 |

Масса, кг:

- манипулятора 40
- устройства управления 26

Габариты, мм:

- манипулятора 630×232×305
- устройства управления 480×435×220

2 Краткое описание схемы привода и работы его составных частей

Схема привода приведена на рисунке 1. Функционально пневматический привод данного робота можно разделить на следующие узлы:

- узел подготовки сжатого воздуха;
- узел распределения сжатого воздуха;
- узел исполнительных двигателей;
- система передачи сжатого воздуха между устройствами привода.

Сжатый воздух через входной штуцер 1, запорный вентиль 2, влагоотделитель 3, регулятор давления 4, маслораспылитель 6 по магистралям поступает к соответствующим распределительным устройствам.

С помощью регулятора давления 4 производится настройка давления сжатого воздуха, поступающего к элементам привода.

Маслораспылитель 6 обеспечивает распыление в потоке сжатого воздуха масла, необходимого для смазки трущихся элементов исполнительных двигателей и распределителей.

Контроль давления сжатого воздуха, поступающего к устройствам робота, выполняется визуально по манометру 5. Манометр установлен за регулятором давления.

Блок подготовки воздуха выполняется автономно и входит в комплект манипулятора.

Блок распределения сжатого воздуха включает устройства, которые по заданной программе открывают или закрывают доступ воздуха в рабочие полости исполнительных двигателей. В работе МП-9С используются нормально закрытые распределители.

тели клапанного типа с электроуправлением, а на каждое движение исполнительного устройства (ИУ) установлен автономный электроклапан. Для повышения надежности робота дополнительно установлен запасной электроклапан.

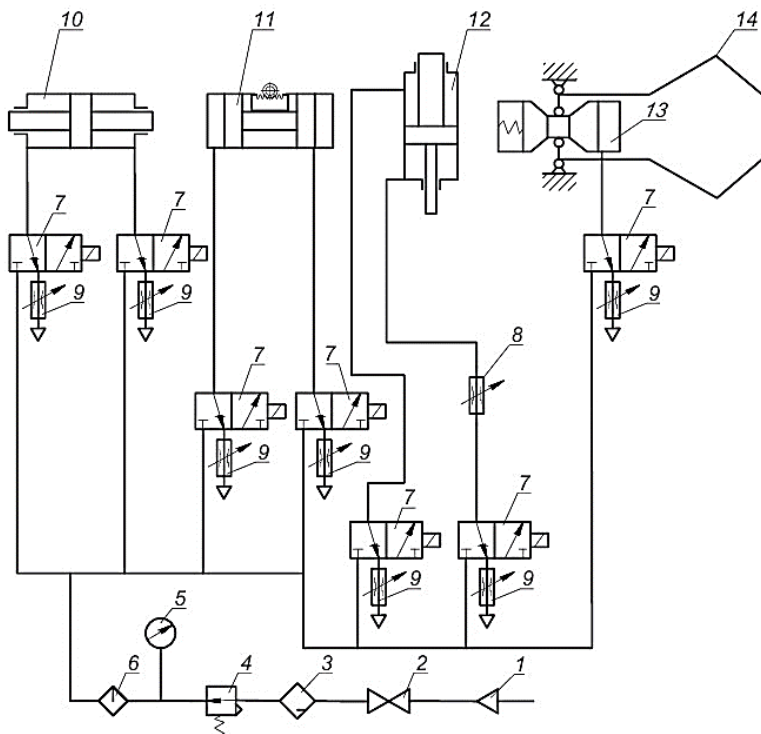


Рисунок 1 – Пневматическая схема привода:

- 1 – входной штуцер; 2 – запорный вентиль; 3 – влагоотделитель;
- 4 – регулятор давления; 5 – манометр; 6 – маслораспылитель;
- 7 – электроклапан; 8 – дроссель входной; 9 – дроссель выходной;
- 10 – пневмоцилиндр выдвижения руки; 11 – пневмоцилиндр поворота руки;
- 12 – пневмоцилиндр подъема; 13 – пневмоцилиндр захвата; 14 – губки захвата

В качестве исполнительных двигателей в схеме робота используются цилиндры с прямолинейным движением поршня одно- или двустороннего действия. На каждую степень подвижности предусматривается исполнительный двигатель, конструкция которого обеспечивает заданные линейные перемещения, скорости и усилия. Захватное устройство также имеет двигатель.

Подача сжатого воздуха в рабочую полость цилиндра осуществляется через открытый электроклапан, при этом выход воздуха из нерабочей полости цилиндра в атмосферу выполняется через другой открытый электроклапан.

Регулировка скорости выходного звена двигателя в пневматических приводах осуществляется путем изменения расхода сжатого воздуха на входе или выходе двигателя. Конструктивно это выполняется в виде пневматического дросселя, где проходное сечение регулируется в зависимости от требуемой скорости. В данной схеме каждый электроклапан снабжен дросселем на выходе, регулируемым поворотом регулировочного винта.

Последовательность и число движений ИУ робота определяются набором программы на пульте ЭЦПУ-6030.

Сигнал о завершении заданного движения поступает с электромагнитных контактов (КЭМ). Срабатывание контактов происходит при приближении к ним постоянных магнитов, установленных на подвижных частях пневматического двигателя.

Торможение двигателя ИУ при подходе к конечному положению осуществляется гидравлическими демпферами – при выдвигании и повороте, а при подъеме или опускании – за счет дросселирования сжатого воздуха на входе и выходе из цилиндра.

Конструкция манипулятора представлена на рисунке 2 и 3. Манипулятор состоит из следующих основных узлов:

- корпус с узлом распределения воздуха;
- механизм подъема;
- механизм поворота;
- муфта с упорами;
- рука;
- амортизатор руки;
- амортизатор поворота;
- захват.

Корпус манипулятора 7 (рис. 2) и 10 (рис. 3) является основанием манипулятора, в котором размещен узел распределения воздуха 14 (рис. 2) и 8 (рис. 3), состоящий из 8-и электропневматических клапанов, снабженных дросселями 15 (рис. 2), и произведена вся электро- и пневморазводка. Для удобства обслуживания корпус имеет съемный кожух 5 (рис. 3) и две боковые крышки 3 (рис. 3). На задней стенке корпуса размещен штуцер 7 (рис. 3) для подвода воздуха к узлу распределения и два разъема 6 и 9 (рис. 3) для присоединения кабелей электропитания от ЭЦПУ-6030.

Механизм подъема (рис. 4) предназначен для обеспечения подъема (опускания) руки манипулятора.

Механизм подъема состоит из корпуса 6, штока 2 и крышек 8, 9 и 17. Полости пневмоцилиндра герметизируются манжетами 7, 14 и прокладками 18.

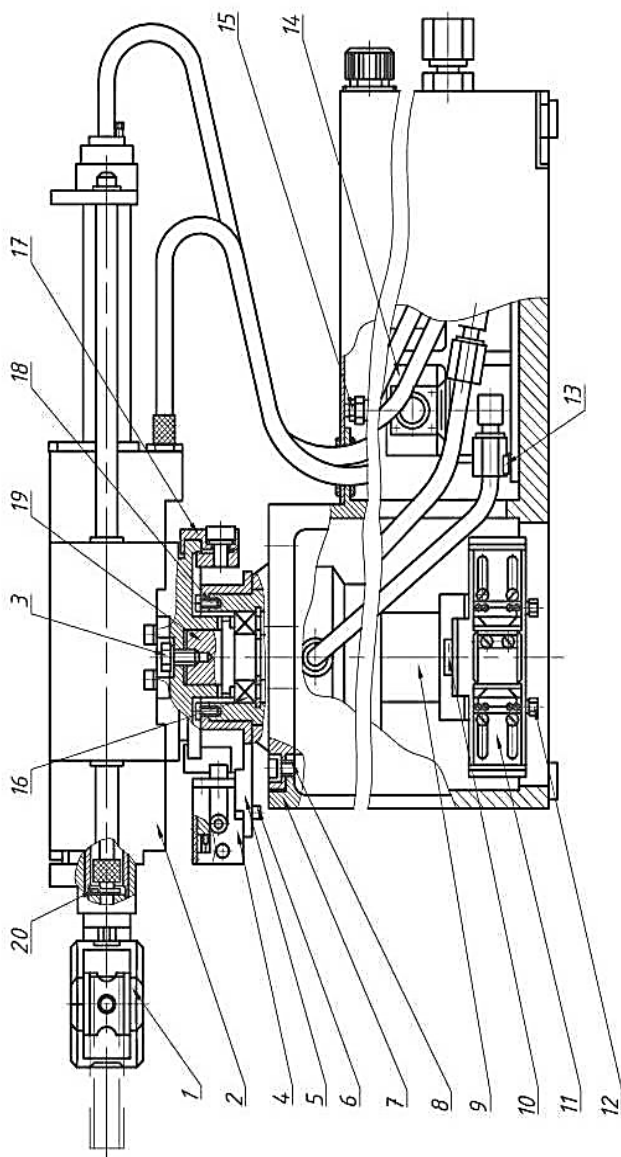


Рисунок 2 – Главный вид.

- 1 – захват; 2 – рука; 3 – болт; 4 – амортизатор поворота; 5 – кронштейн; 6 – винт; 7 – корпус; 8 – винт;
 9 – механизм подъема; 10 – планка; 11 – механизм поворота; 12 – болт; 13 – винт; 14 – узел распределения;
 15 – дроссель; 16 – подшипник; 17 – муфта с упорами; 18 – винт; 19 – вал; 20 – соединение прямое концевое

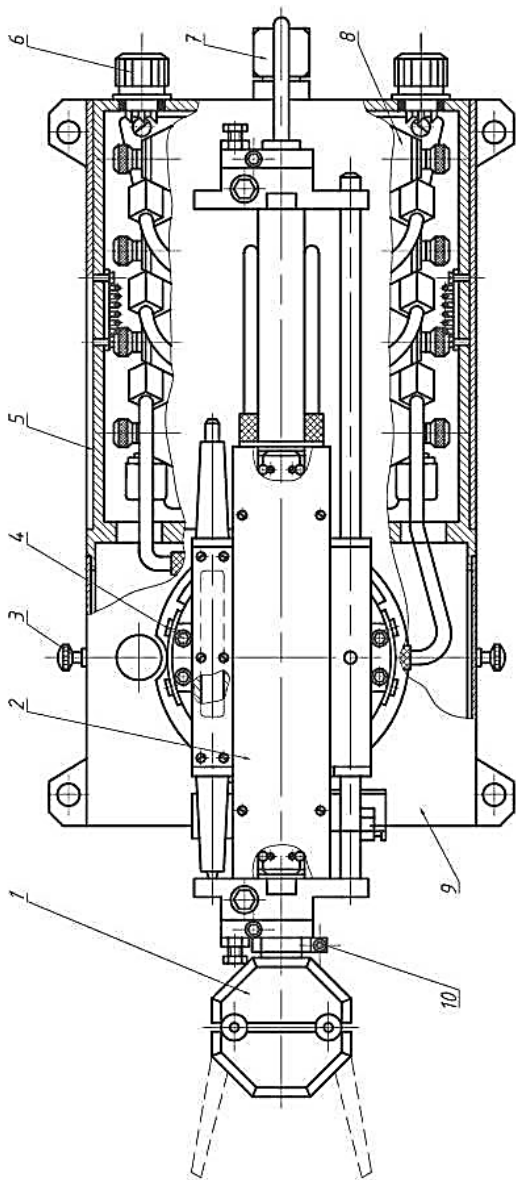


Рисунок 3 – Вид сверху:

- 1 – захват; 2 – крышка; 3 – болт; 4 – болт; 5 – штепсельный разъем; 6 – штепсельный разъем; 7 – штуцер;
8 – узел распределения; 9 – корпус; 10 – хомут

Внутри штока на подшипниках 10 установлен вал 1 механизма поворота. На нижней части штока имеется проточка и выступ, которые предназначены для установки и фиксации механизма поворота. На верхнем конце вала 1 имеются лыски и резьбовое отверстие, предназначенные для установки и фиксации муфты с упорами. В верхней части механизма подъема размещен кронштейн 4, предназначенный для установки амортизатора поворота.

Установка упоров механизма подъема показана на рис. 5. Применено два типа упоров. Упоры 1 и 4 основные. Упор 6 вспомогательный, регулировочный предназначен для обеспечения настройки нижнего основного упора, находящегося во время настройки под действием веса руки робота.

На основных упорах установлены КЭМы 12 и 17, а на кронштейне 14 – магниты 15.

Кронштейн 14 соединяет механизм подъема с механизмом поворота и одновременно предотвращает поворот последних, взаимодействуя с направляющей 3.

Для обеспечения точности позиционирования необходимо винтом 13 установить зазор не более 0,05 мм.

Механизм поворота (рисунок 6) предназначен для обеспечения поворота руки манипулятора.

Механизм поворота состоит из корпуса 13, в котором перемещается шток – рейка 12, уплотненная манжетами 11, фланцев 1 с прокладками 2, закрывающими поршневые полости. На рейке 12 установлена планка 8 с магнитом 6, а на корпусе 13 установлены планки 3 и плата 4 с КЭМами 5.

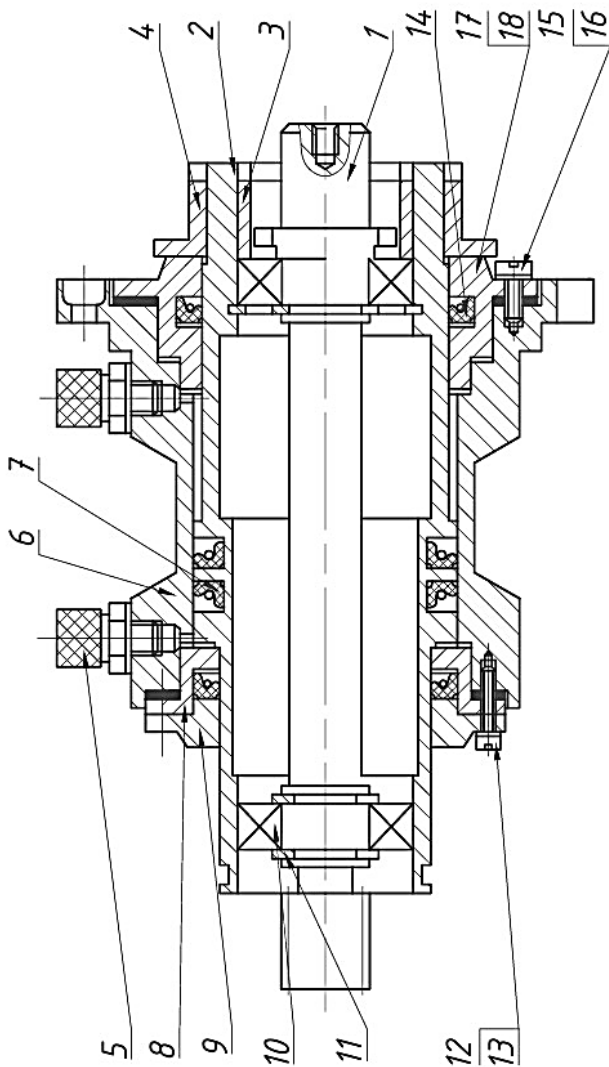


Рисунок 4 – Механизм подъема:

- 1 – вал; 2 – шток; 3 – втулка; 4 – кронштейн; 5 – соединение прямое концевое; 6 – корпус; 7 – манжета;
 8 – крышка; 9 – крышка; 10 – подшипник; 11 – кольцо пружинное; 12 – винт; 13 – шайба пружинная; 14 – манжета;
 15 – винт; 16 – шайба пружинная; 17 – крышка; 18 – прокладка

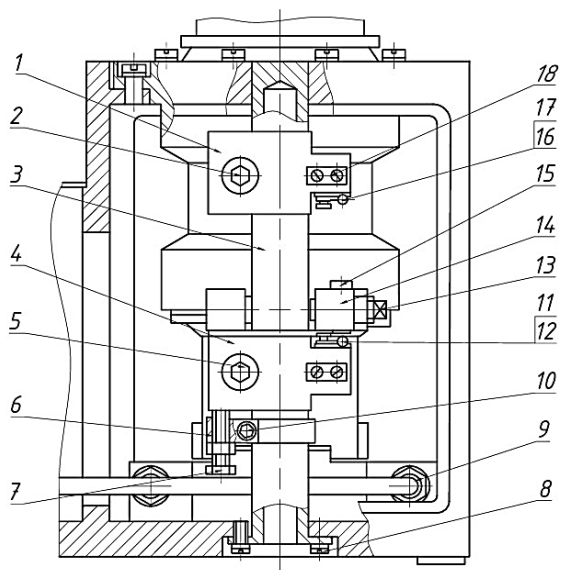


Рисунок 5 – Вид на упоры механизма подъема:

- 1 – упор; 2 – винт; 3 – направляющая; 4 – упор; 5 – винт;
 6 – упор регулировочный; 7 – микровинт; 8 – винт;
 9 – соединение прямое концевое; 10 – винт; 11 – плата;
 17 – магнитоуправляемый контакт (КЭМ); 18 – планка

При установке механизма поворота на механизме подъема зубья рейки 12 входят в зацепление с валом, установленным в штоке механизма подъема, а при подаче воздуха в пневмоцилиндр поступательное движение рейки преобразуется во вращательное движение. При перемещении рейки 12 магнит 6 подходит к КЭМу и происходит срабатывание последнего.

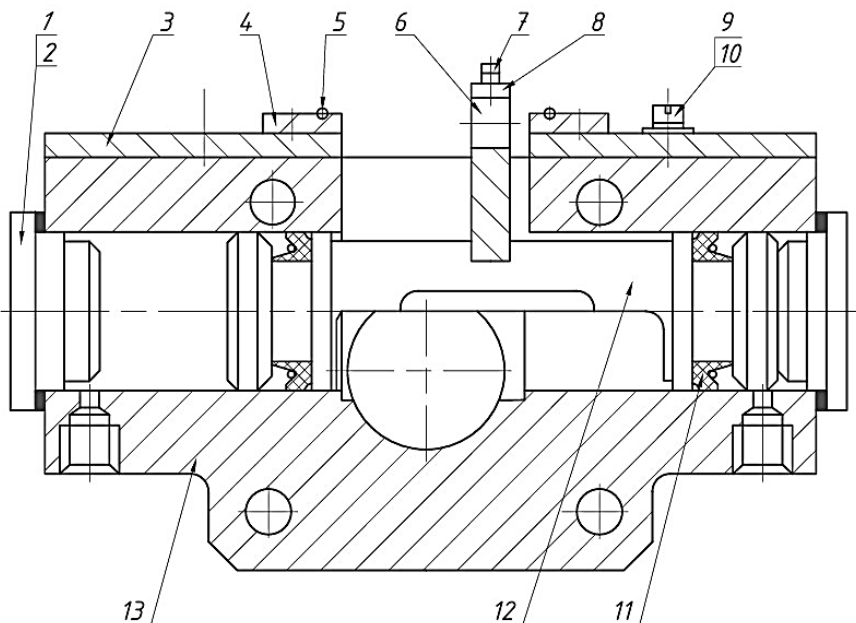


Рисунок 6 – Механизм поворота:

- 1 – фланец; 2 – прокладка; 3 – планка; 4 – плата;
 5 – магнитоуправляемый контакт (КЭМ); 6 – магнит; 7 – винт; 8 – планка;
 9 – винт; 10 – шайба пружинная; 11 – манжета; 12 – рейка; 13 – корпус

Муфта с упорами (рисунок 7) предназначена для соединения руки с валом механизма поворота и для обеспечения регулировки углов поворота руки. Муфта с упорами состоит из муфты 1, упоров 2 и регулировочных упоров 3. При осуществлении поворота упор 2 находит на выступ амортизатора и дожимает последний до упора.

Регулировка механизма поворота сводится к установке упорами 2 и 3 необходимого угла поворота руки в горизонтальной плоскости с последующей настройкой КЭМов.

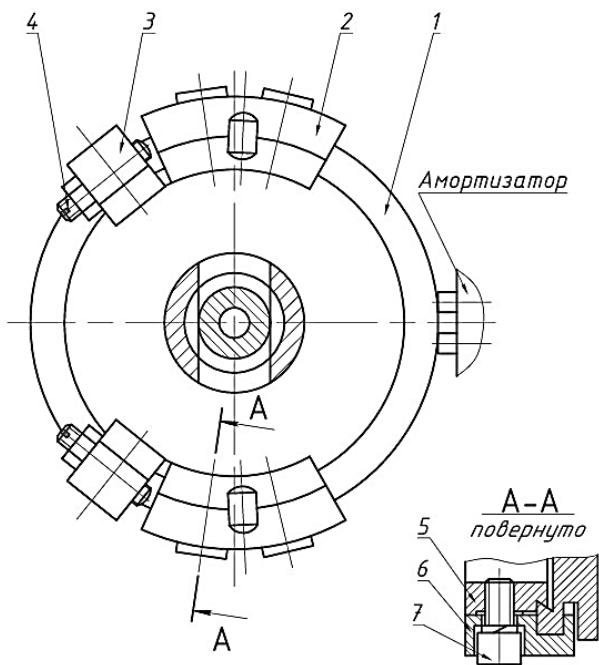


Рисунок 7 – Муфта с упорами;

1 – муфта; 2 – упор; 3 – упор регулировочный; 4 – микровинт;

5 – сектор; 6 – сектор; 7 – винт

Рука (рисунок 8) предназначена для обеспечения выдвижения захвата в рабочую зону и состоит из корпуса 16, штока 13, направляющей 21, основных упоров 10 и 18, регулировочных упоров 9 и 17, амортизатора 15. В корпусе установлена уплотненная кольцами 3 гильза 2, в которой ходит шток-поршень 13, уплотненный манжетами 6. Воздух подводится к штуцерам 14 и через каналы, выполненные внутри корпуса, поступает в штоковые полости.

Направляющая 21 служит ограничителем штока, а следовательно и захвата от проворота. Периодическая смазка направляющих втулок 20 осуществляется через пресс-масленку 19.

Под крышкой 1 размещены КЭМы 5 и провода, подходящие к ним, а на основных упорах 10 и 18 установлены магниты 12.

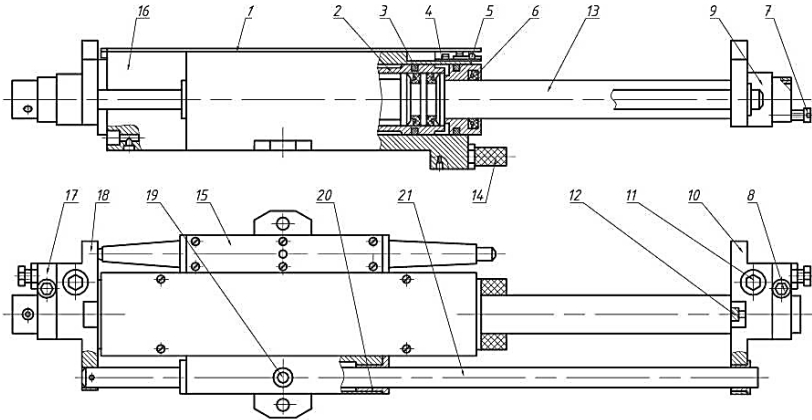


Рисунок 8 – Рука:

- 1 – крышка; 2 – гильза; 3 – кольцо резиновое; 4 – скоба;
- 5 – магнитоуправляемый контакт; 6 – манжета; 7 – микровинт;
- 8 – винт; 9 – упор регулировочный; 10 – упор; 11 – винт;
- 12 – магнит; 13 – шток; 14 – соединение прямое концевое;
- 15 – амортизатор; 16 – корпус; 17 – упор регулировочный;
- 18 – упор; 19 – масленка; 20 – втулка; 21 – направляющая

При подаче воздуха происходит перемещение штока поршня 13 вместе с направляющей 21 и упорами 9; 10; 17; 18.

Упор 10 находит на амортизатор, вдавливая шток амортизатора 15 до упора. Одновременно магнит 12 подходит к КЭМу 5, который обрабатывает и выдает сигнал о выполнении команды.

Регулировка руки сводится к установке упорами 9; 10; 17; 18 необходимой величины выдвижения штока.

Амортизатор руки (рисунок 9) предназначен для обеспечения плавного торможения подвижных элементов руки при выходе на упор.

Амортизатор состоит из корпуса 13, в котором установлены два притертых дополнительно уплотненных резиновыми кольцами штока 1, из регулировочной иглы 10, притертого стержня 12, втулок 5 и 7, уплотненных кольцами 6, и фланцев 8. Под крышкой 3 размещен заполненный маслом подпиточный резервуар 15.

При перемещении штока 1 вначале происходит перекрытие отверстия, соединяющего подпиточный резервуар со штоковой полостью, а затем отсеченный объем масла по каналу, задросселированному иглой 10, передвливается в противоположную штоковую полость, образуемую при выдвижении противоположного штока 1. При полном вдавливании штока 1 происходит перекачка масла в противоположную полость, полное выдвижении противоположного штока 1 и соединение образовавшийся штоковой полости с подпиточным резервуаром 15.

Подпиточный резервуар 15 заполняется индустриальным маслом. Производится регулировка верхнего и нижнего уровней масла и путем прокачки производится удаление воздуха из внутренних объемов.

Регулировка амортизатора сводится к обеспечению плавного торможения, для чего устанавливается необходимое проходное сечение иглой 10.

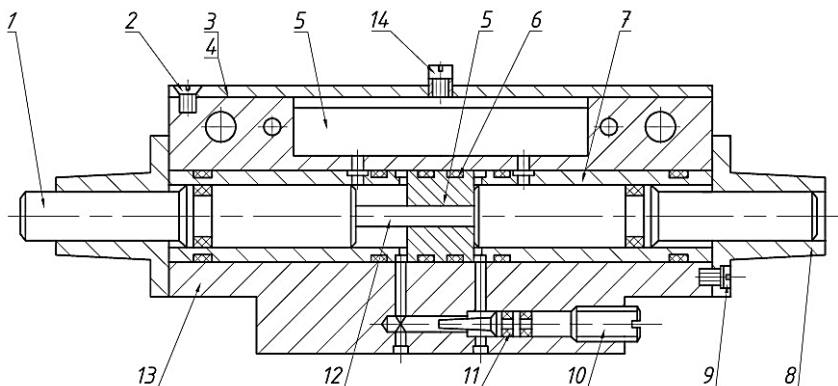


Рисунок 9 – Амортизатор руки:

- 1 – шток; 2 – винт; 3 – крышка; 4 – прокладка; 5 – втулка;
 6 – кольцо резиновое; 7 – втулка; 8 – фланец; 9 – винт; 10 – игла;
 11 – кольцо резиновое; 12 – стержень; 13 – корпус; 14 – винт;
 15 – подпиточный резервуар

Амортизатор поворота (рисунок 10) по исполнению, работе и эксплуатации аналогичен амортизатору руки.

Захват (рисунок 11 и 12) предназначен для захвата и удержания детали (заготовки) и состоит из корпусов 1, 2 между которыми зажаты шарикоподшипники 3, рычагов 4; взаимодействующих с поршнем 5, пружин 6, 7 и штока 8.

Удержание детали (заготовки) в захвате происходит за счет усилия пружин 6, 7. Отпускание заготовок происходит при подаче воздуха через полый шток 8; при этом воздух поступает под односторонне уплотненный относительно штока поршень 5 и далее по винтовой канавке последнего – в цилиндр 10. Поршень 5 перемещается, сжимает пружины 6, 7 и поворачивает рычаг, освобождая деталь (заготовку).

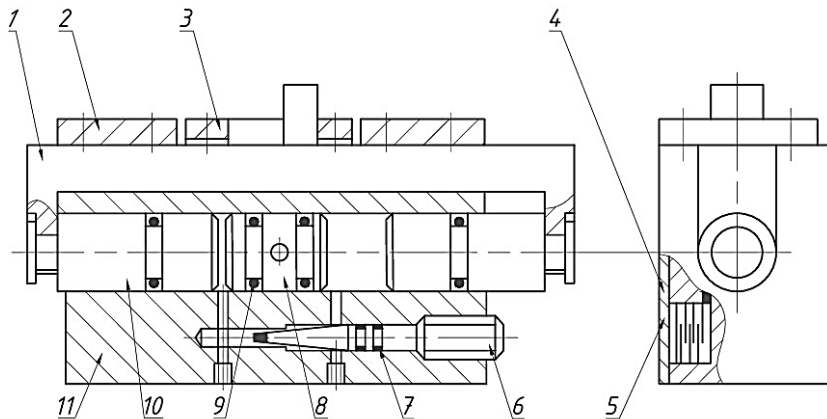


Рисунок 10 – Амортизатор поворота:

1 – скоба; 2 – пластина; 3 – накладка; 4 – крышка; 5 – прокладка;
 6 – игла; 7 – кольцо резиновое; 8 – пробка; 9 – кольцо резиновое;
 10 – шток; 11 – корпус

Конструкция захвата позволяет компоновать его в двух исполнениях:

- для зажима деталей по внутренней поверхности (рисунок 11а);
- для зажима деталей по наружной поверхности (рисунок 11б).

3 Порядок выполнения работы

Изучить принцип работы и конструкцию приводов, используя описание и реальную конструкцию. При изучении конструкции необходимо снять кожух и боковые крышки манипулятора. Определить места установки основных узлов манипулятора. Обратит внимание на конструкцию дросселей и способ их регулировки, расположение амортизаторов механизмов подъема и выдвижения ИУ. При отсутствии подачи воздуха в пневмосхему (вентиль 2 закрыт, рис. 1) оценить ручную подвижность ИУ робота при выдвижении, подъема и повороте, усилие срабатывания из начального положения.

1. Подготовить робот к работе, для чего:

- проверить наличие масла в емкостях амортизаторов механизмов поворота и выдвижения захватного устройства. Добавить масло в случае необходимости;
- проверить наличие смазки для направляющей ИУ в соответствующей полости корпуса ИУ;
- проверить смазку трущихся поверхностей механизмов манипулятора;
- установить упоры поворота и выдвижения в крайнее положение, обеспечивающее максимальный ход движения;
- проверить, закрыт ли запорный вентиль 2 (см. рис. 1);
- установить зоны безопасности при работе для каждого движения: подъема, поворота, выдвижения;
- проверить настройку КЭМов по каждой степени подвижности, для чего вручную выполнить прямой и обратный ходы. При надежности срабатывании контактов на пульте управления должно засветиться табло о выполнении команды;

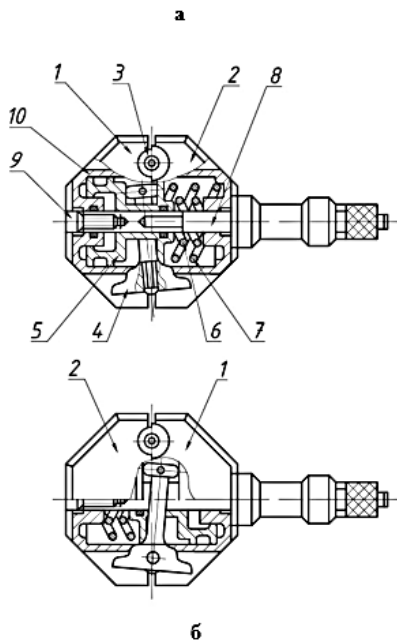


Рисунок 11 – Захват:

а – для зажима деталей по внутренней поверхности;

б – для зажима деталей по наружной поверхности;

1,2 – корпус; 3 – шарикоподшипник; 4 – рычаг; 5 – поршень;

6, 7 – пружина; 8 – шток; 9 – винт; 10 – цилиндр

– проверить готовность блока подготовки воздуха, т.е. наличие необходимого количества масла в маслораспылителе, отсутствие влаги во влагоотделителе;

– открыть запорный вентиль 2;

– установить с помощью редукционного клапана давление питания пневмосистемы сжатым воздухом 0,4 МПа (4 кг/см²), контроль за величиной давления по манометру 5;

– включить электропитание, нажав кнопку СЕТЬ. На пульте загорается лампочка СЕТЬ;

– поставить кнопочный переключатель режимов в положение РУЧНОЙ;

– в режиме РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ проверить работу манипулятора по каждой степени подвижности, произведя 5-6 повторений на каждом движении. При этом дроссели регулирования скорости (на выходе из пневмораспределителей) должно быть максимально открыты, каждое движение должно выполняться без сбоев и затираний.

– проверить эффективность торможения ИУ манипулятора при повороте и выдвигании, не допускать резких ударов ИУ манипулятора по упорам.

При необходимости произвести регулировку дроссельной иглы демпфера.

2. В режиме РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ реализовать команды выдвигания, поворота и подъема ИУ. Определить время прямого и обратного перемещений для каждой степени подвижности. Время измерить с помощью электросекундомера. Схема измерений представлена на рис. 12. Срабатывание электросекундомера происходит при размыкании или замыкании КЭМов, соответствующей степени подвижности. Произвести 5-6 – кратное измерение времени перемещения ИУ робота от упора до упора по каждой степени подвижности.

3. Измерить максимальный ход выходного звена привода при каждом движении. Для измерения использовать обычный измерительный инструмент с метрической шкалой, цена деления 1 мм. Точность измерения хода $\pm 0,5$ мм.

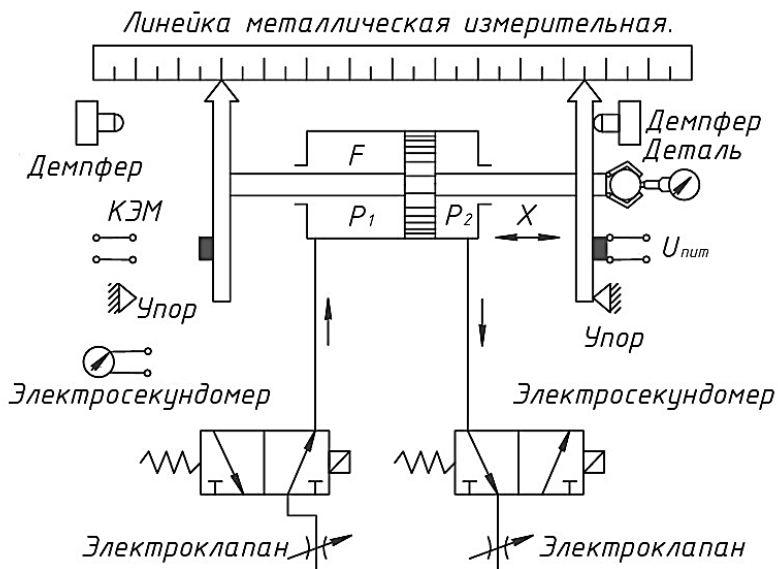


Рисунок 12 – Принципиальная схема измерений характеристик привода

4. Оценить возможности регулировки скоростей пневмопривода, определяя время полного хода каждого из двигателей:

- при изменении давления в сети 0, 2 и 0,3 МПа (регулировка скоростей всех двигателей одновременно);
- при изменении регулировки дросселей питания двигателя от электропневмоклапана (регулировка скоростей прямого и обратного хода каждого двигателя отдельно);
- при изменении регулировки дросселей выпуска воздуха из двигателя в атмосферу (регулировка скорости только обратного хода каждого двигателя отдельно).

ПРИМЕЧАНИЕ: При необходимости проводить дополнительную регулировку жёсткости амортизаторов.

5. Определить точность позиционирования ИУ робота при выдвигении захватного устройства:

- выполнить команды “Движение вперед” и “Движение назад”. С помощью стрелки индикатора с точностью $\pm 0,01$ мм замерить крайнее положение руки ПР;
- повторить движения прямого и обратного ходов 10-15 раз;
- определить точность позиционирования δ из соотношения:

$$\delta = \sum_{i=1}^n A_i / i ,$$

где A_i – отклонение стрелки индикатора от 0;

n – количество замеров.

Полученный результат сравнить с техническими данными робота.

4 Отчет о работе

Отчет должен содержать:

- 1) схему пневматического привода;
- 2) описание регулировки скорости перемещений;
- 3) условия проведения и объем выполненных работ;
- 4) полученные результаты;
- 5) анализ результатов и выводы.

5 Контрольные вопросы

1. Объяснить принцип действия и конструктивные особенности пневмопривода робота, отдельных узлов.
2. Указать способы демпфирования каждой степени подвижности.
3. Указать способы регулирования скорости выходного звена пневматического двигателя.