

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии машиностроения,
металлообрабатывающих станков и комплексов

А.Г. Кравцов

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ МАНИПУЛЯТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ РБ-241 И МП 11.01

Рекомендовано к изданию Редакционно – издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве методических указаний для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000.62 Мехатроника и робототехника

Оренбург

2013

УДК 621. 865.8 (076.5)
ББК 32.816 я 7
К 78

Рецензент – кандидат технических наук А.И. Сергеев

Кравцов, А.Г.
К 78 Изучение конструкций манипуляторов промышленных роботов РБ-241 и МП 11.01: методические указания к лабораторной работе / А.Г. Кравцов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 57 с.

Методические указания рекомендуется использовать при выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Транспортно-накопительные системы и промышленные роботы» и «Робототехника» для студентов направления подготовки 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств по профилям подготовки «Металлообрабатывающие станки и комплексы» и «Технология машиностроения», а так же по дисциплине «Транспортно-накопительные системы и промышленные роботы» направления подготовки 221000.62 Мехатроника и робототехника по профилю подготовки «Мехатроника».

УДК 621. 865.8 (076.5)
ББК 32.816 я 7

© Кравцов А.Г., 2013
© ОГУ, 2013

Содержание

1 Цель лабораторной работы.....	4
2 Назначение, область применения.....	4
3 Роботы промышленные РБ – 241 и МП11. 01.....	7
3.1 Манипулятор промышленного робота РБ – 241.....	9
3.2 Структура модулей манипулятора ПР РБ-241 и их работа.....	13
3.3 Пневмопривод манипулятора ПР РБ-241	18
3.4 Настройки и регулировки.....	20
3.5 Захватное устройство.....	25
4 Манипулятор МП11. 01.....	35
4.1 Структура и работа составных частей манипулятора МП11.01.....	37
4.2 Пневмопривод манипулятора МП11.01.....	51
5 Порядок выполнения лабораторной работы.....	55
6 Содержание отчета по выполнению лабораторной работы.....	55
7 Вопросы для самопроверки.....	56
Список использованных источников.....	57

1 Цель лабораторной работы

Изучение кинематических структур, конструкций и принципов работы манипуляторов промышленных роботов РБ-241 и МП 11.01.

2 Назначение, область применения

Промышленный робот - автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления, предназначенная для выполнения двигательных и управляющих функций аналогичных функциям человека в производственном процессе.

Как следует из определения, промышленный робот конструктивно состоит из двух частей: исполнительной, состоящей из несущей механической системы (НМС) и исполнительной механической системы (ИМС), образующих манипулятор, и управляющей - в виде перепрограммируемого управляющего устройства.

Манипулятор представляет собой устройство, оснащенное рабочим органом и предназначенное для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека при перемещении объектов в пространстве. Как правило, манипуляторы роботов состоят из многосвязных механизмов, приводов и рабочих органов.

В соответствии с существующей классификацией промышленных роботов [1] и робот РБ – 241 с микропроцессорным устройством ЧПУ, и робот МП 11.01 с микропроцессорной системой циклового программного управления МПЦУ 2-32-1 относятся к вспомогательным или, как их ещё называют, подъемно-транспортным промышленным роботам. Оба робота предназначены для автоматизации вспомогательных операций при обслуживании основного технологического оборудования

машиностроительных производств. Конструкции обоих манипуляторов имеют модульный принцип построения и манипулируют рабочими органами в цилиндрической системе координат, приведенной на рисунке 1. Работа в этой системе обеспечивается тем, что исполнительные механические системы этих промышленных роботов реализуют полярную систему координатных перемещений, как видно из приведенного рисунка 2. Кинематические структуры манипуляторов, образованные кинематическими парами пятого класса, обеспечивают им по шесть степеней подвижности, три из которых для РБ-241 и четыре для МП 11.01 являются транспортирующими, а остальные – ориентирующими. Отметим, что на рисунках 1 и 2 обозначение угла поворота вокруг оси Z общепринятым символом φ заменено символом θ , а координаты $Y - R$. Это обусловлено желанием исключить в дальнейшем разночтение, так как в рабочей документации (в том числе и в инструкции по программированию) на промышленный робот РБ-241 этот угол и ось обозначены, соответственно, именно этими символами – θ и R .

На этом сходства рассматриваемых манипуляторов заканчиваются. Функциональные же возможности манипуляторов и роботов в целом обусловлены используемыми устройствами программного управления, приводами, грузоподъёмностями и их конструкциями. Начнём рассмотрение конструкции манипуляторов с РБ – 241.

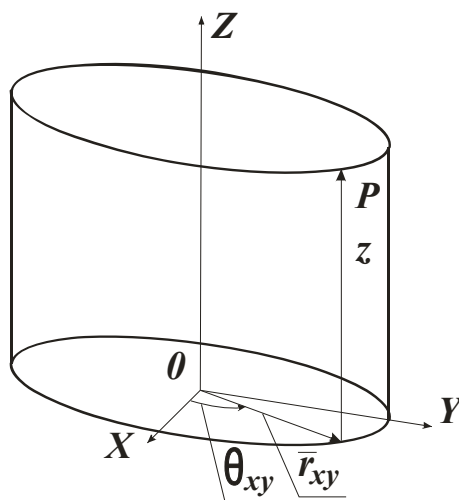
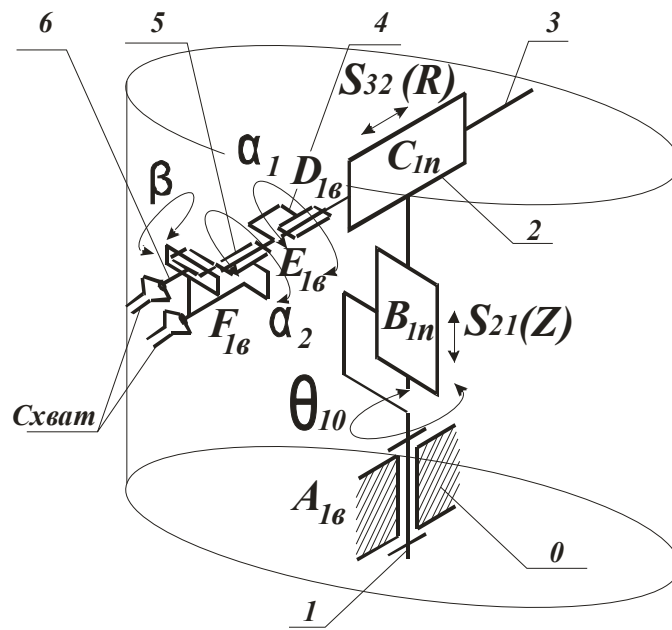
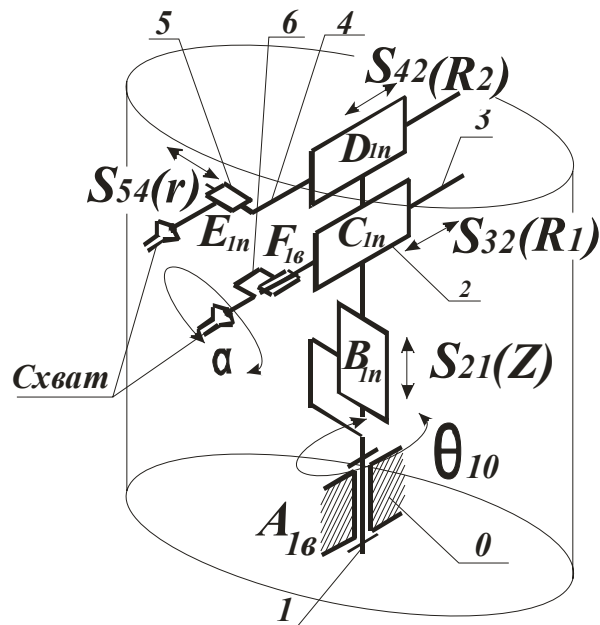


Рисунок 1 – Система координат промышленных роботов РБ-241и МП 11.01, образованная их транспортирующими движениями



a



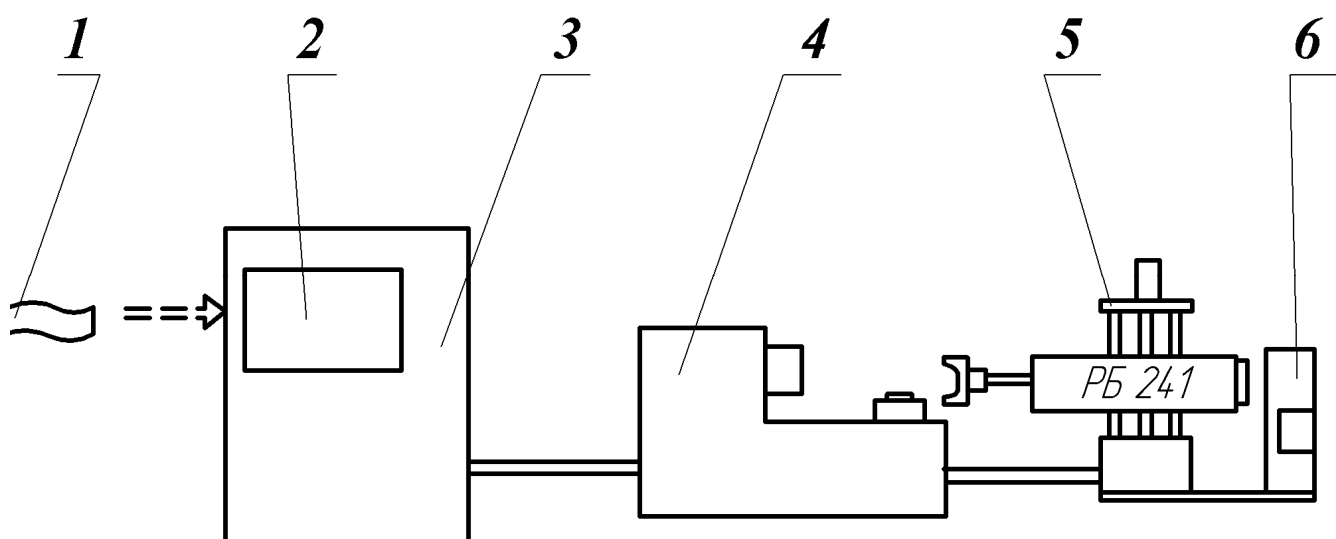
б

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 – звенья манипуляторов промышленных роботов РБ-241(*a*) и МП 11.01 (*б*); *A, B, C, D* – образованные этими звеньями кинематические пары, индексы которых обозначают степени их подвижности и вид реализуемого ими движения; *S* – линейные перемещения; θ , α и β – угловые перемещения соответствующих звеньев.

Рисунок 2 – Структурно-кинематические схемы манипуляторов промышленных роботов РБ-241 и МП 11.01

3 Роботы промышленные РБ – 241 и МП11. 01

Промышленный робот (ПР) с ЧПУ РБ-241 с электромеханическим приводом предназначен для автоматизации вспомогательных операций при обслуживании основного технологического оборудования. Объединение промышленного робота (ПР) РБ-241 с металлорежущим станком с ЧПУ, как показано на рисунке 3, и вспомогательным оборудованием (накопительными и транспортными устройствами) образует гибкий производственный роботизированный (робототехнический) технологический комплекс (РТК), предназначенный для продолжительной работы без участия оператора.



1 – управляющая программа (УП); 2 – запоминающее устройство для УП; 3 – устройство управления металлорежущего станка; 4 – металлорежущий станок; 5 – манипулятор промышленного робота РБ-241; 6 – устройство управления робота.

Рисунок 3 – Объединение ПР РБ – 241 с металлообрабатывающим станком

Промышленный робот РБ-241 позволяет автоматизировать такие вспомогательные операции, как:

- установка заготовок – снятие обработанных деталей (загрузка/разгрузка основного технологического оборудования);
- смена инструмента;
- транспортировка заготовок (обработанных деталей) при помощи накопительного устройства (тары) или системы для палетизации;
- удаление стружки из рабочей зоны станка с использованием воздушной струи или смазывающе-охлаждающей жидкости (СОЖ);
- подсчет обработанных деталей;
- и т. п.

Примером функционирования робота при автоматизации вспомогательных операций может служить типовой рабочий цикл манипулятора смены заготовок на токарном станке с ЧПУ, который представляет собой следующую последовательность:

- подвод руки к станочному приспособлению;
- захват обработанной детали;
- отвод руки в исходную позицию (начальную точку);
- подвод руки к позиции разгрузки;
- опускание детали;
- освобождение заготовки;
- отвод руки;
- подвод руки к позиции загрузки;
- захват очередной заготовки;
- подвод заготовки к станочному приспособлению;
- освобождение заготовки после зажима ее в приспособлении;
- отвод руки в исходную позицию (начальную точку).

Областью применения промышленного робота РБ-241 является серийное и крупносерийное производство.

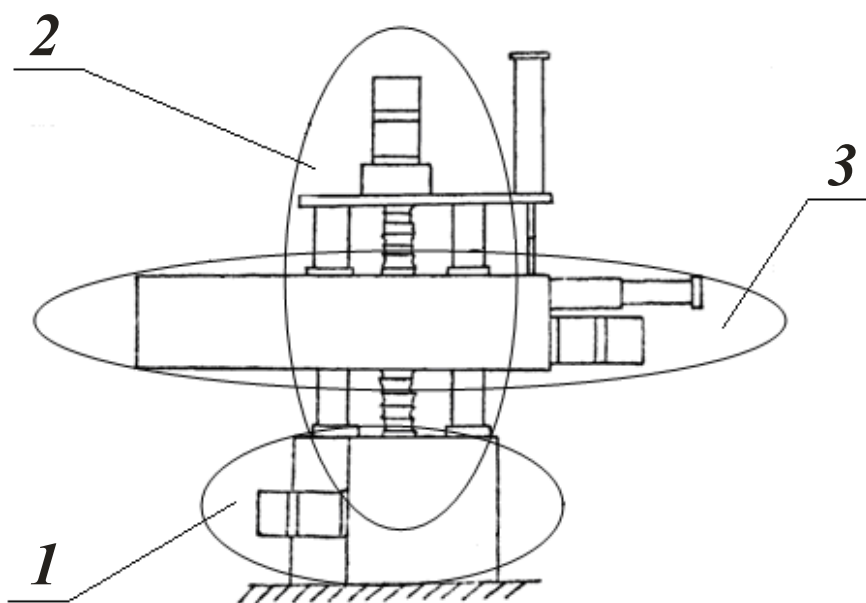
В отличие от ПР РБ-241, имеющего систему числового программного управления, робот МП11. 01 укомплектован микропроцессорной системой циклового программного управления, что обеспечивает абсолютно разные функциональные возможности и, соответственно, разные типы обслуживаемого оборудования.

Возможными областями применения МП11. 01 с микропроцессорной системой циклового программного управления могут быть крупносерийное и массовое производство. Его назначение заключается в автоматизации вспомогательных операций при обслуживании кузнечно-прессового оборудования, либо транспортировка и ориентация деталей при автоматизации технологических процессов сборки.

3.1 Манипулятор промышленного робота РБ – 241

Промышленный робот РБ – 241, в соответствии с рисунком 3, состоит из устройства числового программного управления и исполнительной механической системы (манипулятора), которым соответствуют позиции 6 и 5 на рисунке. Компоновка манипулятора приведена на рисунке 4. На плите модуля поворота 1 закреплен модуль вертикального перемещения 2, по круглым направляющим которого движется модуль горизонтального перемещения 3. Перечисленные модули обеспечивают транспортирующие, или как их еще называют региональные, движения робота θ , Z и R , указанные на структурной схеме и общем виде манипулятора промышленного робота РБ-241, приведенных на рисунках 1 и 5, соответственно. Поскольку робот стационарный, то координатных, т.е. глобальных, перемещений он не совершает. Однако манипулятор обеспечивает выполнение еще и ориентирующих, говоря иначе локальных, движений. Этими движениями являются указанные на рисунках 1 и 5 угловые перемещения схвата относительно третьего звена (руки) α_1 и α_2 , обеспечивае-

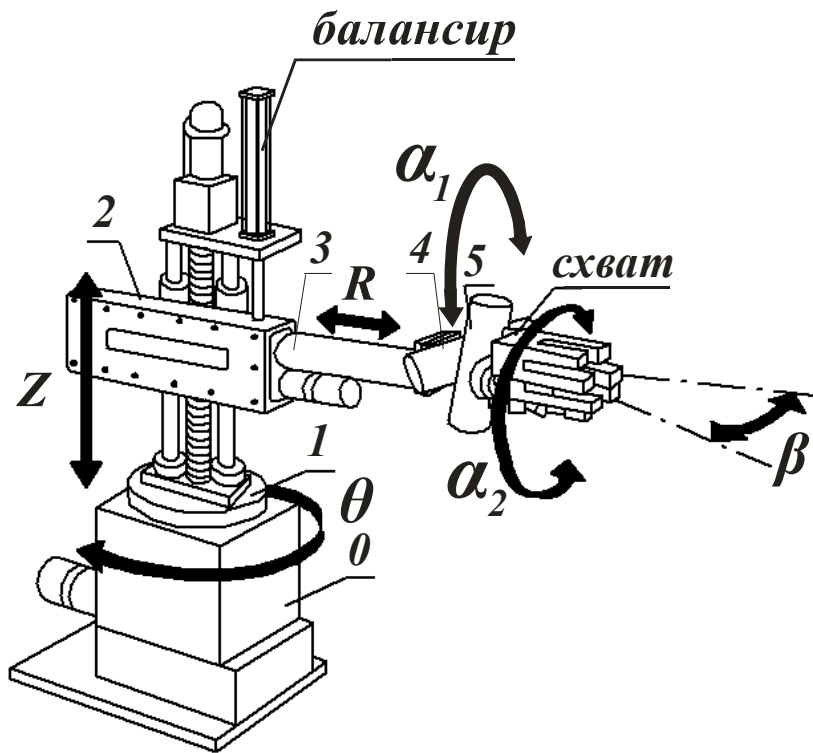
мые модулями 4 и 5, соответственно, а также угловое перемещение схвата относительно оси этого же звена (сгиб схвата) β .



1 – модуль поворота; 2 – модуль вертикальных перемещений; 3 – модуль горизонтальных перемещений.

Рисунок 4 – Компоновка манипулятора промышленного робота РБ-241

Промышленный робот РБ-241 выпускают в трех вариантах исполнений: ПР РБ-241.01, РБ-241.02 и РБ-241.03. Суть их различий состоит в том, что РБ-241.01 имеет максимальную величину перемещения выходного звена вдоль горизонтальной оси (R), равную 800 мм, и не снабжен балансиром, как показано на рисунке 5. Модификации РБ-241.02 и РБ-241.03 имеют балансир, но различаются размерами максимального перемещения выходного звена вдоль оси R . У РБ-241.02 оно составляет 1100 миллиметров, а у РБ-241.03 – 800 миллиметров. На рисунках 6 и 7 приведены основные размеры манипулятора и его рабочей зоны, характеризующие возможности промышленного робота при взаимодействии с обслуживаемым оборудованием.



0,1,2,3,4,5 – звенья манипулятора.

Рисунок 5 – Общий вид манипулятора промышленного робота РБ-241

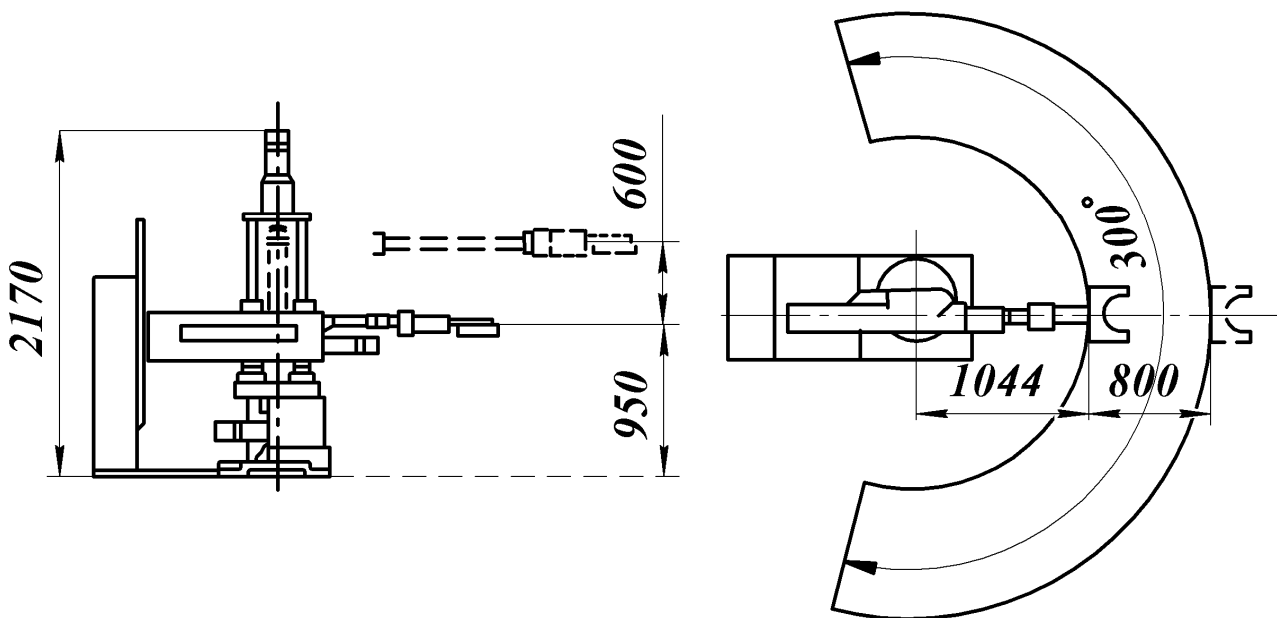


Рисунок 6 – Основные размеры рабочей зоны манипулятора промышленного робота РБ-241

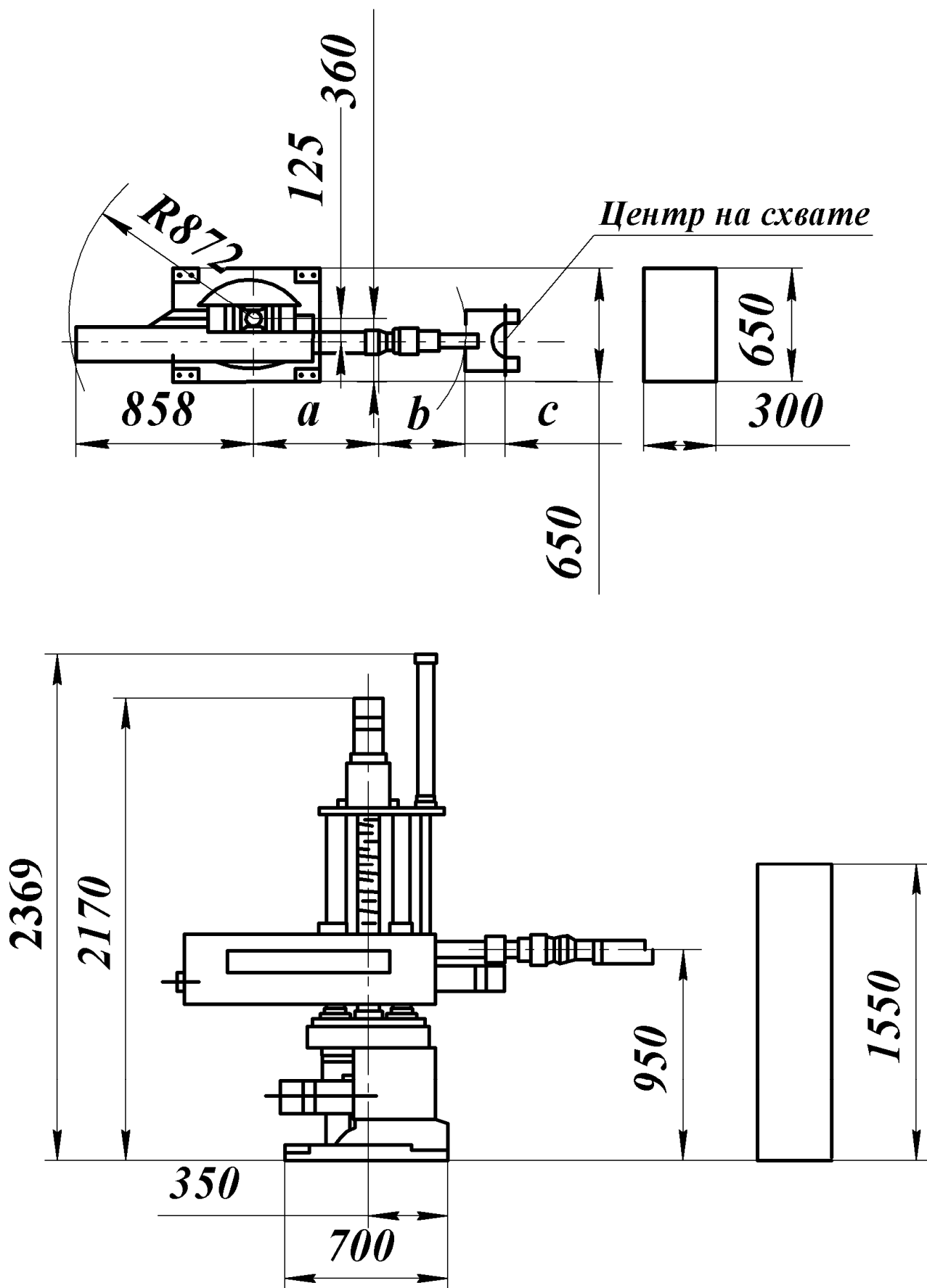
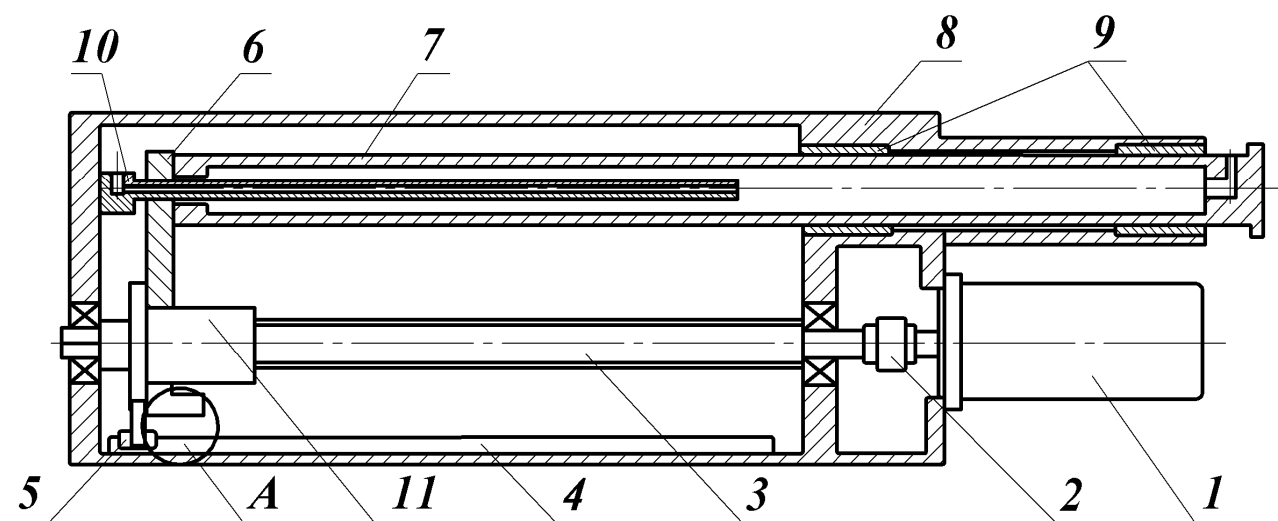


Рисунок 7 – Основные размеры манипулятора промышленного робота РБ-241

3.2 Структура модулей манипулятора ПР РБ-241 и их работа

В наиболее общем виде структура модуля горизонтальных перемещений (выдвижения руки) промышленного робота РБ-241, реализующего линейную транспортирующую степень подвижности вдоль координаты R , может быть представлена так, как показано на рисунке 8.



1 – серводвигатель; 2 – зубчатая муфта; 3 – ходовой винт; 4 – направляющая; 5 – подшипник качения; 6 – плита; 7 – пиноль; 8 – корпус; 9 – подшипники скольжения, 10 – арматура (трубопровод и его соединения) для подачи сжатого воздуха к модулям 4 и 5 на рисунке 5 и к приводу зажима схвата, 11 – гайка ходового винта.

Рисунок 8 – Модуль горизонтальных перемещений робота РБ-241

Вращение от серводвигателя (постоянного тока) 1 через зубчатую муфту 2 передается винтовой паре 3. Вращение винта в передаче винт-гайка качения (шариковинтовая пара – ШВП) преобразуется в прямолинейное поступательное движение гайки, обозначенной на рисунке цифрой 11, которая жестко связана через плиту 6 с пинолью 7. Подшипники 5, жестко прикрепленные к плите,

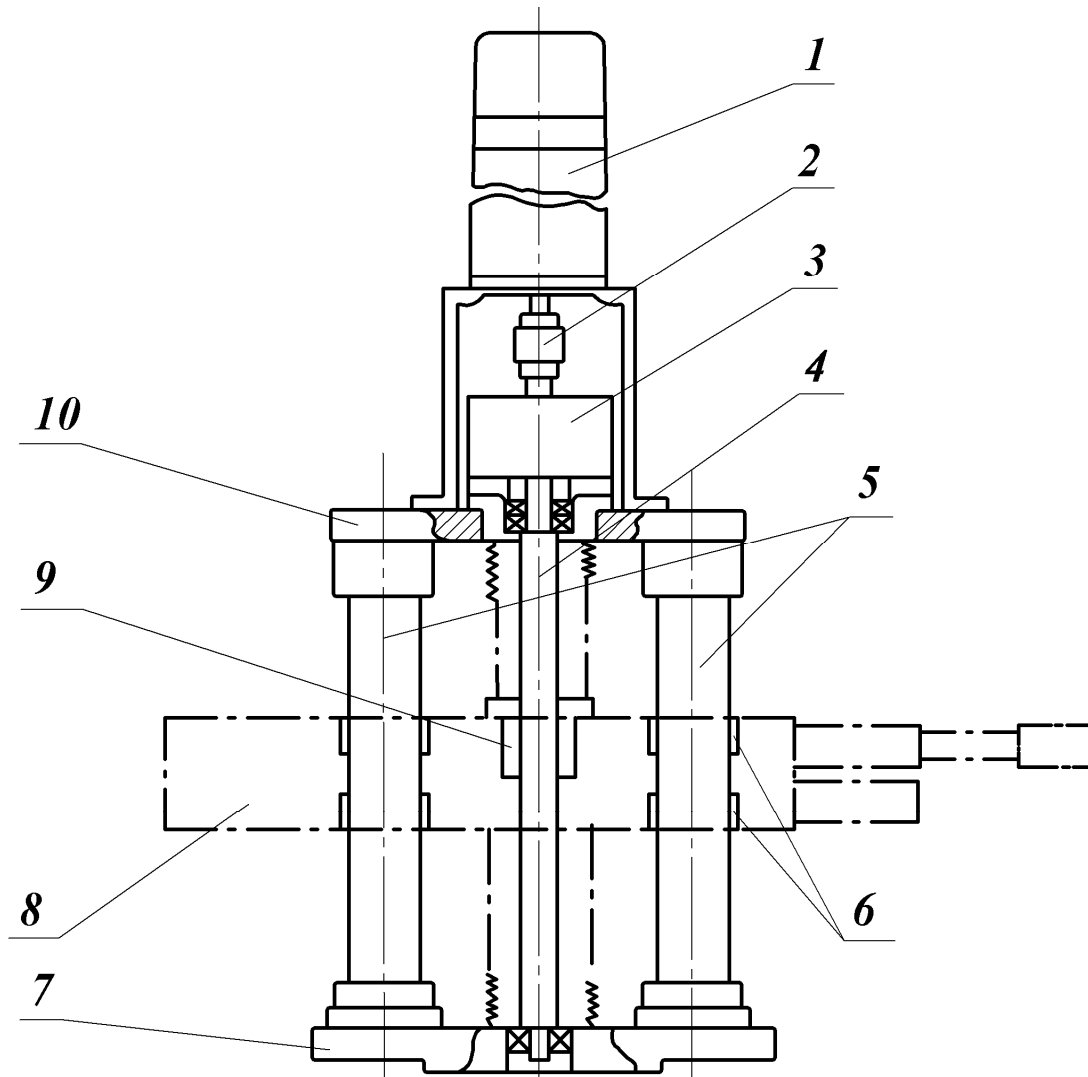
обеспечивают движение ее строго вдоль направляющей 4, исключая возможность поворота гайки вокруг винта и возникновения углового смещения оси пиноли относительно опор, закрепленных в корпусе 8 модуля. От пневмопитающей сети (или автономного источника сжатого воздуха) через подводящую арматуру, трубу, соответствующую позиции 10 на рисунке 8, и полуо пиноль сжатый воздух подводится к схвату. Пиноль установлена в подшипниках скольжения 9, закрепленных в корпусе.

Ещё одна линейная транспортирующая степень подвижности манипулятора, но уже вдоль координаты Z реализована модулем подъёма (модулем вертикальных перемещений).

Структура модуля подъёма, схожая со структурой модуля горизонтальных перемещений, представлена на рисунке 9. Его работа, соответственно, аналогична работе модуля горизонтальных перемещений. Движение модуля горизонтальных перемещений вдоль вертикальной оси осуществляется по двум круглым направляющим 5, через подшипники скольжения 6. Гайка ходового винта закреплена в корпусе модуля горизонтального перемещения и увлекает его за собой, двигаясь по винту при его вращении.

Для предохранения от произвольного опускания модуля горизонтального перемещения под действием силы тяжести, винт 4 проходит через электромагнитный тормоз пружинно-закрытого типа 3, изображенный на рисунке 16, который удерживает модуль в заданном положении при отключенном питании. Тормоз представляет собой конструкцию, состоящую из двух дисков, один из которых жестко соединен с корпусом тормоза, неподвижно закрепленном на верхней плите 10, а второй подвижно крепится на ходовом винте. На внутренних сторонах этих дисков установлены пластины феродо, имеющие повышенный коэффициент трения. При отключенном электропитании диски пружинами прижимаются друг к другу. Это обеспечивает исключение возможности поворота ходового винта. В результате ходовая гайка, а значит и корпус модуля горизонтальных перемещений, остаются неподвижными. При подаче питания на имеющийся в структуре тормоза электромагнит, он, преодолевая силы упруго-

сти пружин, поджимающих диски, оттягивает подвижный диск от неподвижного, и между ними с прокладками образуется небольшой зазор. В этом положении диски могут вращаться друг относительно друга, не препятствуя вращению винта, что обеспечивает возможность перемещения гайки с корпусом модуля горизонтальных перемещений в вертикальном направлении.



1 – серводвигатель (постоянного тока); 2 – зубчатая муфта; 3 – электромагнитный тормоз пружинно- закрытого типа; 4 – винт ШВП; 5 – круглые направляющие; 6 – подшипники скольжения; 7 – плита модуля поворота; 8 – модуль горизонтальных перемещений; 9 – ходовая гайка ШВП; 10 – верхняя плита, соединяющая круглые направляющие.

Рисунок 9 – Модуль подъема (вертикального перемещения) робота РБ-241

В некоторых вариантах исполнения модули вертикальных перемещений промышленных роботов РБ-241 укомплектованы балансирующим устройством (балансиром), уменьшающим нагрузку на приводной серводвигатель.

Балансир представляет собой пневмоцилиндр, шток которого соединен с консолью корпуса модуля горизонтального перемещения. Под действием сжатого воздуха, нагнетаемого только в нижнюю (штоковую) полость пневмоцилиндра, происходит подтягивание модуля вверх. Регулятор (предохранительный вентиль) исключает превышение заданного избыточного давления в цилиндре при движении модуля горизонтального перемещения вниз по направляющим, стравливая при необходимости лишний воздух. При снижении давления в процессе подъема пневмосистема по команде от устройства управления роботом дополнительно нагнетает в нижнюю полость цилиндра сжатый воздух. Таким образом, в штоковой полости пневмоцилиндра поддерживается постоянное давление, что обеспечивает противодействие приложенному к корпусу модуля горизонтального перемещения моменту, обусловленному наличием консоли и изменяющемуся при варьировании вылета пиноли (руки) и веса объекта манипулирования.

Степень подвижности по координате θ реализована за счет использования модуля поворота, осуществляющего поворот модуля горизонтальных перемещений (руки) в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси Z). При повороте руки, в соответствии с рисунком 10, вращение от серводвигателя (постоянного тока) 1 через зубчатую муфту 2 передается на входной вал червячного редуктора 3. На выходном валу редуктора закреплено ведущее зубчатое колесо 4, входящее в зацепление с ведомым зубчатым колесом 5, передавая ему редуцированный вращающий момент. На ведомом колесе 5 болтами и штифтами жестко закреплена базовая плита 6, на которой смонтирован модуль вертикального перемещения.

В модуле поворота смонтированы три микропереключателя, как показано на рисунке 11. Два из них, взаимодействуя с упором, определяют границы угла поворота, а третий определяет в пространстве исходное положение (фиксиро-

ванную точку). Эта точка является началом (нулем) отсчета угла поворота ПР. Аналогичные микропереключатели, взаимодействующие с соответствующими упорами, расположены в модулях горизонтального и вертикального перемещений, как показано на рисунке 14.

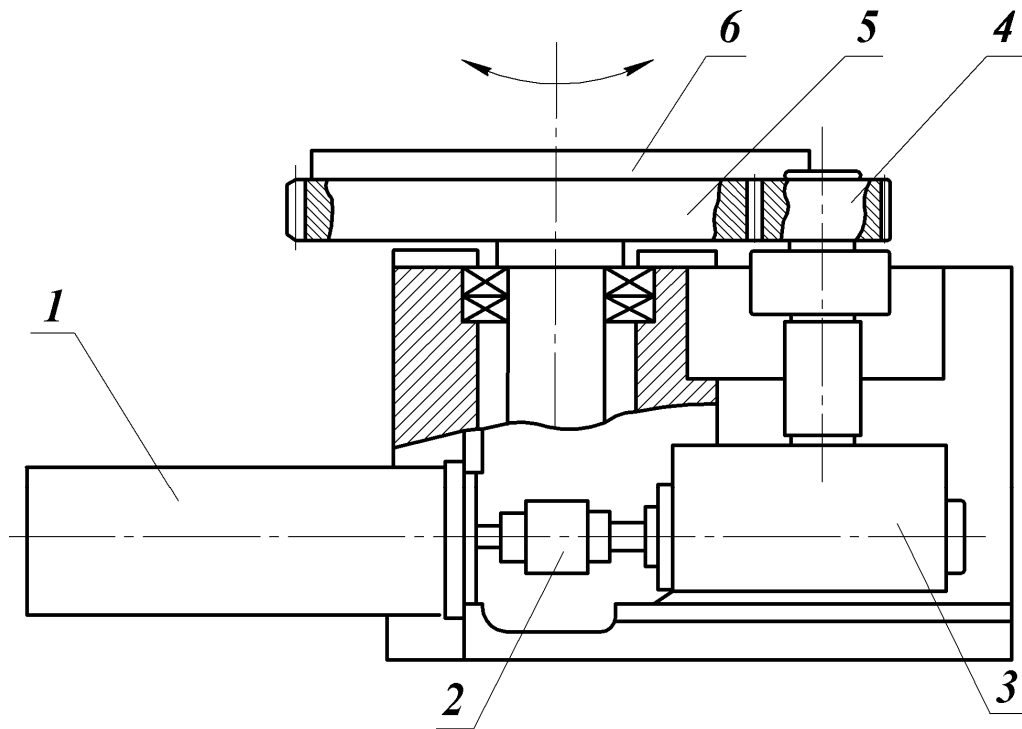


Рисунок 10 – Модуль поворота робота РБ-241

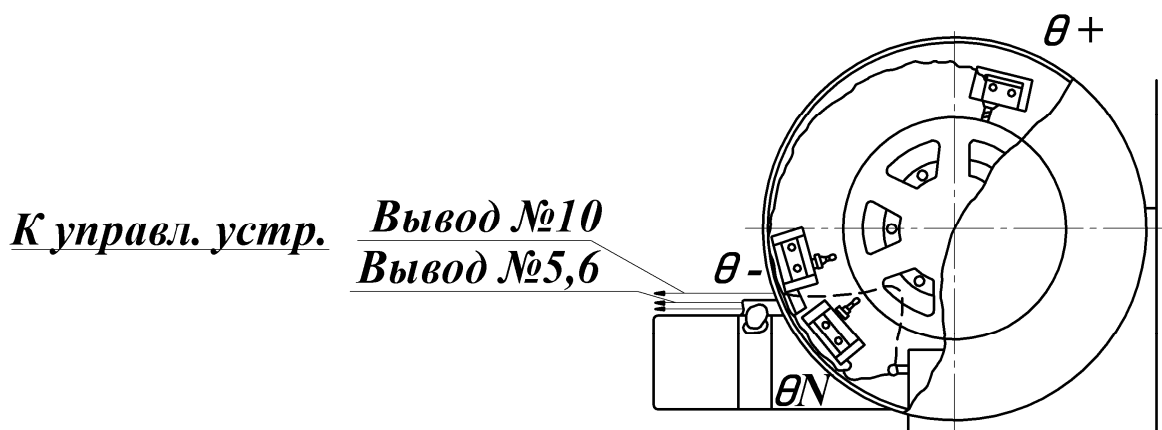
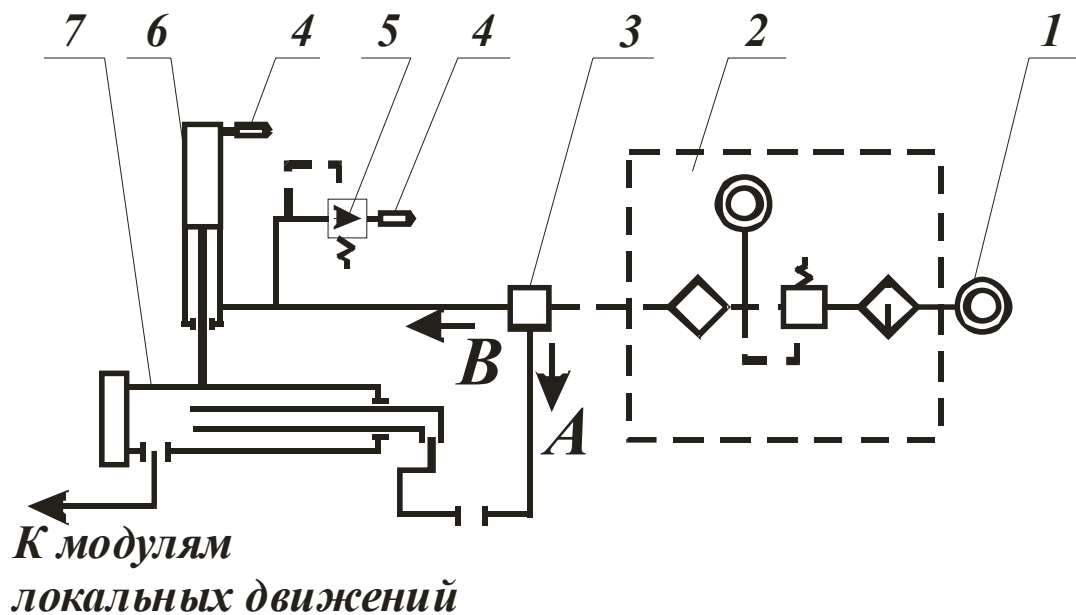


Рисунок 11 – Расположение микропереключателей в модуле поворота

3.3 Пневмопривод манипулятора РБ-241

Для функционирования промышленного робота РБ-2451 необходим сжатый воздух, с помощью которого реализуются такие функции как обдув базовых поверхностей приспособлений станка, “разгрузка” серводвигателя привода модуля вертикальных перемещений, привод модулей ориентации захватного устройства (объекта манипулирования) и зажим/разжим объектов манипулирования. Подготовка сжатого воздуха, его распределение на потоки и обеспечение выполнения перечисленных функций реализуется пневмоприводом робота, схема которого приведена на рисунке 12.

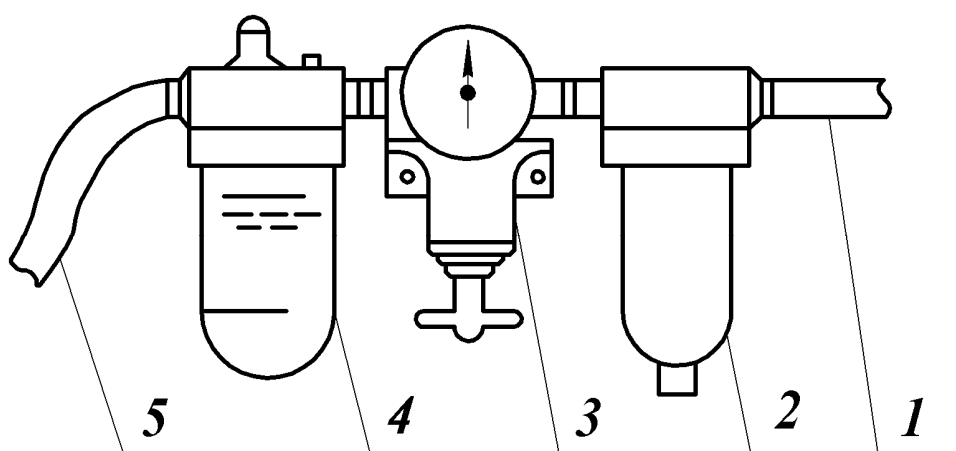


1 – центральный питающий трубопровод; 2 – система пневморегулирования (пневмогруппа); 3 – тройник (распределитель); 4 – глушитель шума; 5 – предохранительный вентиль; 6 – балансир; 7 – пиноль модуля горизонтального движения; А – поток к корпусу робота (пиноли, модулям перемещений); В – поток к балансирующему устройству.

Рисунок 12 – Схема пневмопривода РБ-241

Поскольку функциональное назначение практически всех структурных элементов пневмопривода понятно из их названия, то поясним только систему пневморегулирования.

Система пневморегулирования – пневмогруппа (устройство подготовки воздуха) изображена на рисунке 13. Её назначение состоит в подготовке параметров воздуха, подаваемого из питающей пневмосети, для использования в балансирующем устройстве (балансире), в модулях ориентирующих перемещений и т.д.



1 – трубопровод; 2 – осушитель воздуха (фильтр); 3 – регулятор давления; 4 – устройство смазки; 5 – трубопровод к роботу.

Рисунок 13 – Устройство подготовки воздуха

Пневмогруппа, запитываемая от центрального (питающего) трубопровода, состоит из осушителя и очистителя воздуха (фильтра), регулятора давления и устройства смазки, обозначенные на рисунке 13. В результате воздух, из которого удалены влага и твердые частицы, с необходимой степенью сжатия и требуемым количеством масла для смазки трущихся частей манипулятора подается через трубопровод 5 к роботу. Технической документацией на робот РБ-241 регламентируется использование сжатого воздуха, давление которого составляет от 0,5 до 0,7 МПа. Количество масла, подаваемого со сжатым воздухом к трущимся частям, должно составлять от пяти до десяти капель в секунду.

3.4 Настройки и регулировки

Робот настраивается на заводе-изготовителе. Последующее регулирование выполняют после длительной эксплуатации, а так же после замены комплектующих изделий, двигателя или снятия конечных микропереключателей.

На рисунке 14 показаны положения настраиваемых конечных микропереключателей, определяющих крайние положения звеньев манипулятора, совершающих транспортирующие движения, а так же положения микропереключателей, определяющих исходное положение этих звеньев, т.е. нулевую точку.

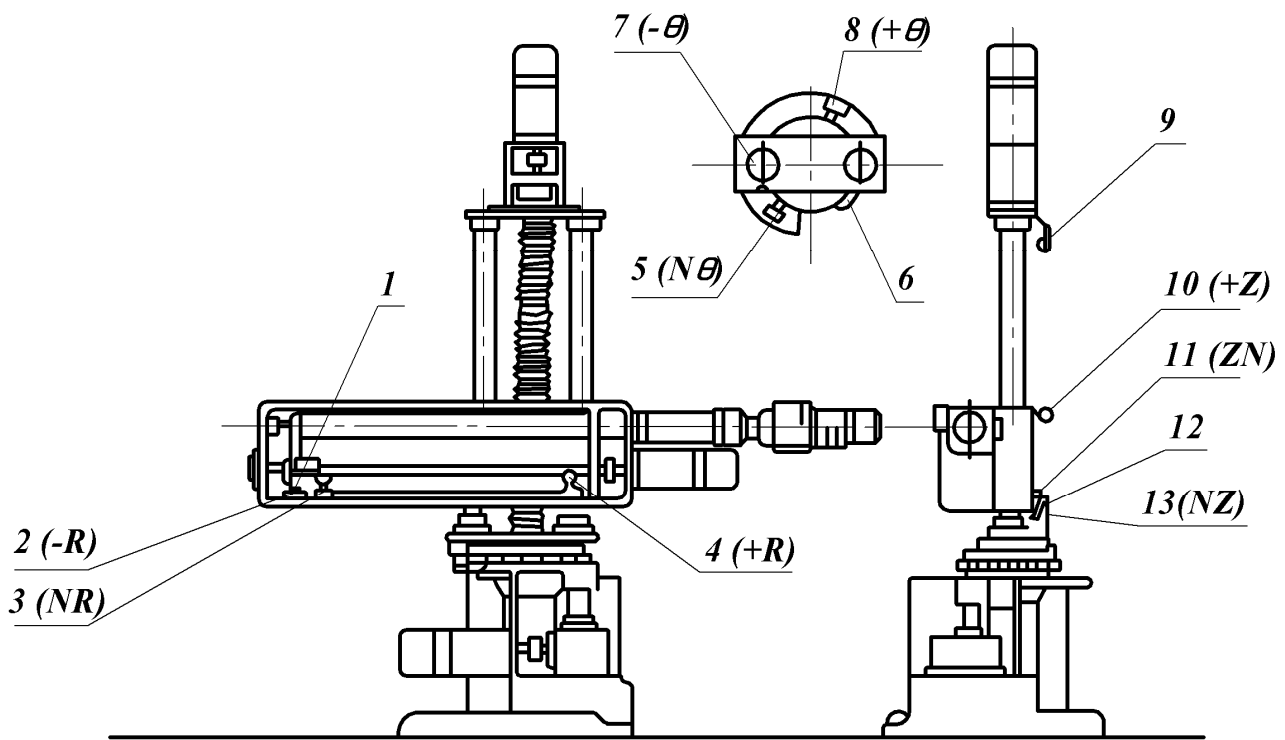
Перед настройкой выключателей по R , θ и Z необходимо привести робот в исходное положение. Для этого следует выполнить отработку команды “Восстановление”. Начинать настройку следует только после выключения индикатора “Работа”.

Последовательность выполнения настройки микропереключателя исходного (нулевого) положения NR включает следующие действия:

- руку робота необходимо установить близко к исходному положению. Затем ослабить два стопорных винта зубчатой муфты модуля горизонтальных перемещений (позиция 2 рисунка 8), соединяющей ходовой винт с двигателем. Передвинуть пластмассовую втулку муфты в сторону шарико-винтовой пары, разъединив шарико-винтовую пару (ШВП) и вал двигателя;

- вручную повернуть винт ШВП таким образом, чтобы расстояние от крышки опор скольжения в корпусе модуля горизонтальных перемещений до фланца пиноли было равным 46.8 мм (для варианта с ходом руки 800 мм) или 42.8 мм (для варианта с ходом руки 1100 мм);

- отрегулировать положение кулачка, показанного на рисунке 15, переместив его влево либо вправо так, чтобы исключить в этом положении срабатывание микропереключателей – R и NR ;



1 – кулачок; 2 – конечный микропереключатель ограничения втягивания руки ($-R$); 3 – микропереключатель исходного положения руки (NR); 4 – конечный микропереключатель ограничения выдвижения руки ($+R$); 5 – микропереключатель исходного положения поворота руки ($N\theta$); 6 – кулачок; 7 – конечный микропереключатель ограничения вращения руки по часовой стрелке ($-\theta$); 8 – конечный микропереключатель ограничения вращения руки против часовой стрелки ($+\theta$); 9 – кулачок ограничения подъема руки; 10 – конечный выключатель ограничения подъема руки ($+Z$); 11 – конечный выключатель ограничения опускания руки ($-Z$); 12 – кулачок ограничения опускания руки; 13 – выключатель исходного положения руки по вертикальной оси (NZ).

Рисунок 14 – Положения микропереключателей

- не соединяя муфту, выполнить процедуру выхода в исходное положение. После поворота вала двигателя приблизительно на два оборота нажать руками ролик микропереключателя NR до его срабатывания и отпустить. После одного оборота двигатель должен остановиться;

- после остановки двигателя перемещения по координате R инициируются перемещения в исходные положения звеньев робота 1 и 2, показанных на рисунке 5;
- после остановки двигателей следует установить пластмассовую втулку, соединив зубчатую муфту, не изменяя взаимного расположения осей двигателя и ШВП;
- повторить выход в исходное положение и проверить точность настройки. При неточности настройки повернуть немного (на часть оборота) одну часть муфты относительно другой. Ещё раз проверить настройку;
- затянуть стопорные болты.

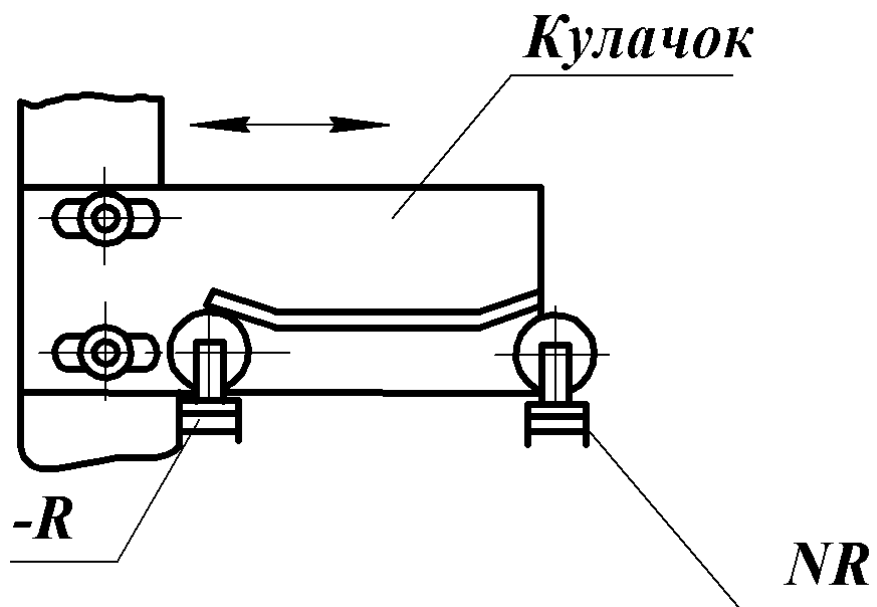


Рисунок 15 – Схема расположения кулачка и микропереключателей положений по координате R

Отличием настройки исходного положения по оси θ является то, что после выхода в исходное положение по оси R двигатель привода по оси θ должен повернуться приблизительно на три оборота, после чего сразу нажать ручную микропереключатель $N\theta$. После поворота приблизительно на один оборот двигатель остановится.

После остановки двигателя привода по координате θ последуют перемещения по выводу в исходное положение по координате Z . По завершении движений повторить процедуры по соединению муфты, проверке настройки и затяжке стопорных болтов.

В отличие от рассмотренных координат в структуре модуля вертикальных перемещений имеется электромагнитный тормоз пружинно-закрытого типа. Этим обусловлена иная процедура настройки на исходное положение. В соответствии с этой процедурой необходимо:

- переместить модуль горизонтальных перемещений вниз и установить расстояние от нижнего края корпуса модуля горизонтальных перемещений до верхней части фланца круглой направляющей, прикрепляемого к базовой плите, стало равным 46,6 мм для исполнений с ходом по оси R 800 миллиметров и 11,8 мм для исполнений с ходом по оси R 1100 миллиметров. Выключатель NZ не должен сработать;

- привести в исходное положение и измерить расстояние от нижнего края корпуса модуля горизонтальных перемещений до верхней части фланца круглой направляющей. Вычислить разницу между требуемым расстоянием и фактическим;

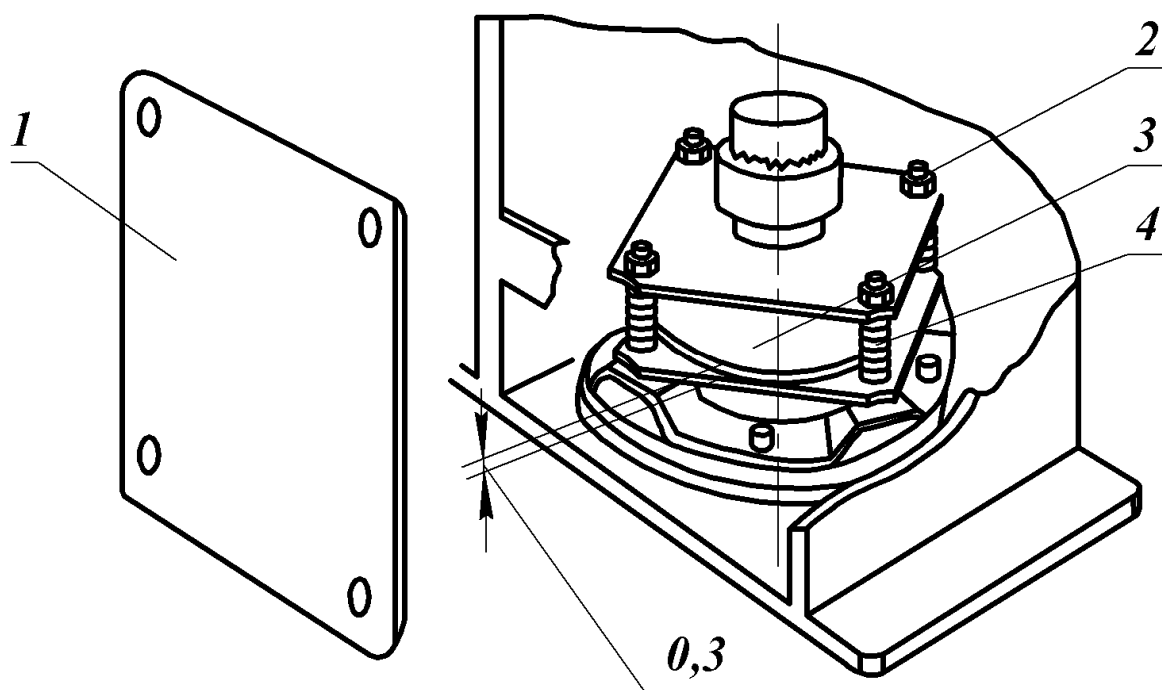
- при наличии разницы, после зажигания на пульте обучения лампочки аварийного сигнала “Аларм”, выключив питание и освободив зубчатую муфту, повернуть по часовой стрелке вал двигателя на часть оборота, равную частному от деления вычисленной разницы на 24;

- привести в исходное положение и произвести новый замер. При не соответствии устанавливаемого размера заданному значению повторять последние два пункта до достижения результата.

Для настройки положений микропереключателей, определяющих границы перемещений подвижных звеньев по координатам θ , R и Z , после выхода в исходное положение в соответствии с инструкцией последовательно, выполняя перемещение на максимально допустимую величину в положительном направлении, проверяют расстояния от кулачков до микропереключателей. Эти рас-

стояния должны быть по линейным координатам от одного до двух миллиметров, а по угловой координате от одного до четырёх угловых градусов. Если эти размеры не выдерживаются, значит следует их выставить и провести проверку заново. При правильном положении микропереключателей выход подвижных звеньев манипулятора за пределы допустимых перемещений прерывается, и зажигается лампочка аварийной сигнализации “Аларм ” на пульте обучения.

При изнашивании накладок феродо между ними увеличивается зазор, что приводит к нарушению работы тормоза, изображенного на рисунке 16. Дефект



1 – боковая крышка; 2 – регулирующие гайки; 3 – ферродовые накладки; 4 – пружины.

Рисунок 16 – Тормоз модуля вертикального перемещения

устраняют регулированием тормоза. С этой целью снимают боковую крышку и, подкручивая регулирующие гайки, создают равномерный по всей плоскости зазор между ферродовыми накладками равный 0,3 мм, используя для этого щуп.

3.5 Захватное устройство

В ПР РБ-241 используют захват сдвоенный, что позволяет сократить время обслуживания станков. Сдвоенный захват состоит из двух, независимо приводимых в движение сжатым воздухом захватов с параллельным движением челюстей. Захват сдвоенный обеспечивает возможность одновременного захвата двух деталей по внешнему диаметру в диапазоне от 80 до 150 мм (после перенастройки – от 20 до 90 мм).

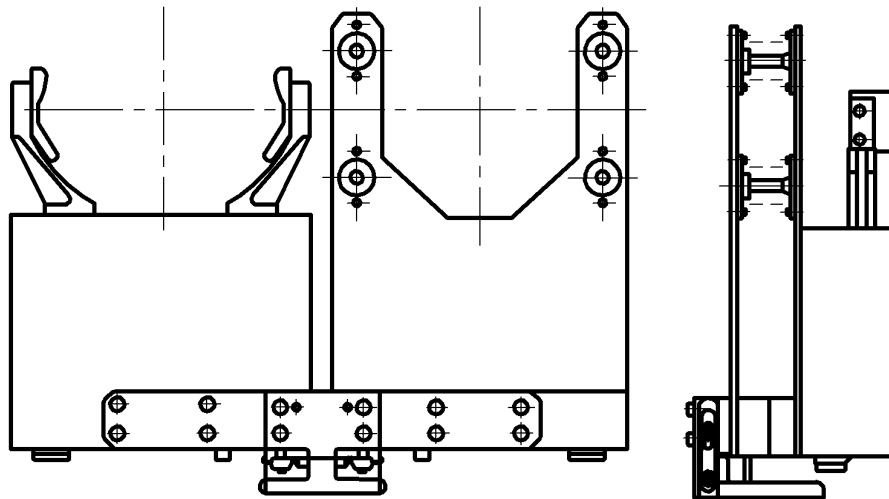
Применительно к промышленному роботу РБ-241 используют два варианта компоновок рассматриваемого захватного устройства. Одним вариант принято называть “параллельная установка”. В этом случае захваты устанавливаются так, как показано на рисунке 17 а. Второй вариант называют “спина к спине”, что соответствует установке, изображенной на рисунке 17 б.

Один из захватов крепится на четырех компенсаторах, указанных на рисунке 18, что обеспечивает самоцентрирование детали при ее закреплении в приспособлении станка. Другой захват жестко крепится к предохранительному соединению с рукой робота при помощи монтажной плиты. Захват, установленный на компенсаторах, используется для загрузки станка. Жестко закрепленный захват применяют для разгрузки. Параллельное движение челюстей, которым соответствует позиция 2 на рисунке 20, обеспечивает манипулирование деталями большого диаметра и их самоцентрирование в накладках 1 губок захватного устройства (ЗУ), изображенных на рисунке 19, при захвате. Монтаж сдвоенного захвата на руке выполняют с использованием предохранительного соединения, которому соответствует позиции 3 рисунка 18. Такое соединение исключает поломку схвата и предохраняет руку от перегрузок.

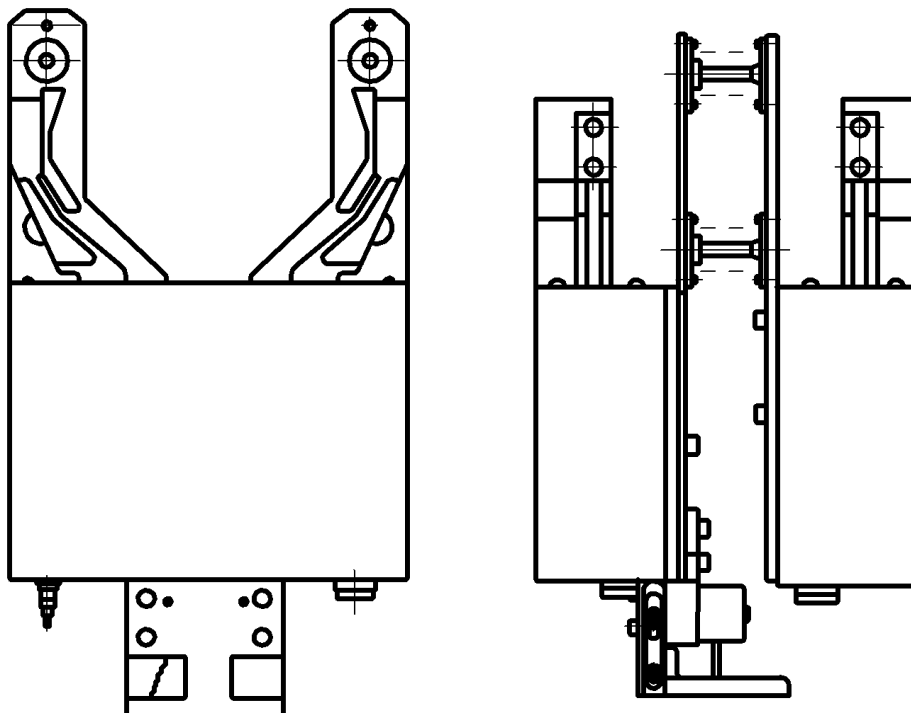
Перенастройка ЗУ осуществляется заменой накладок 1 и установкой (снятием) дистанционного элемента 2, изображенных на рисунке 19.

При подаче сжатого воздуха в одну из полостей пневмоцилиндра 1, показанного на рисунке 20, цилиндр и соединенная с ним челюсть совершают дви-

жение относительно поршня. Поршень соединен со штоком 8, неподвижно прикрепленным к корпусу ЗУ. Через цепь 3, так же соединенную с цилиндром, движение в противоположном направлении синхронно передается второй челюсти. Полному открытию или закрытию челюстей соответствует срабатывание двух микропереключателей 5 и 6, соответственно.

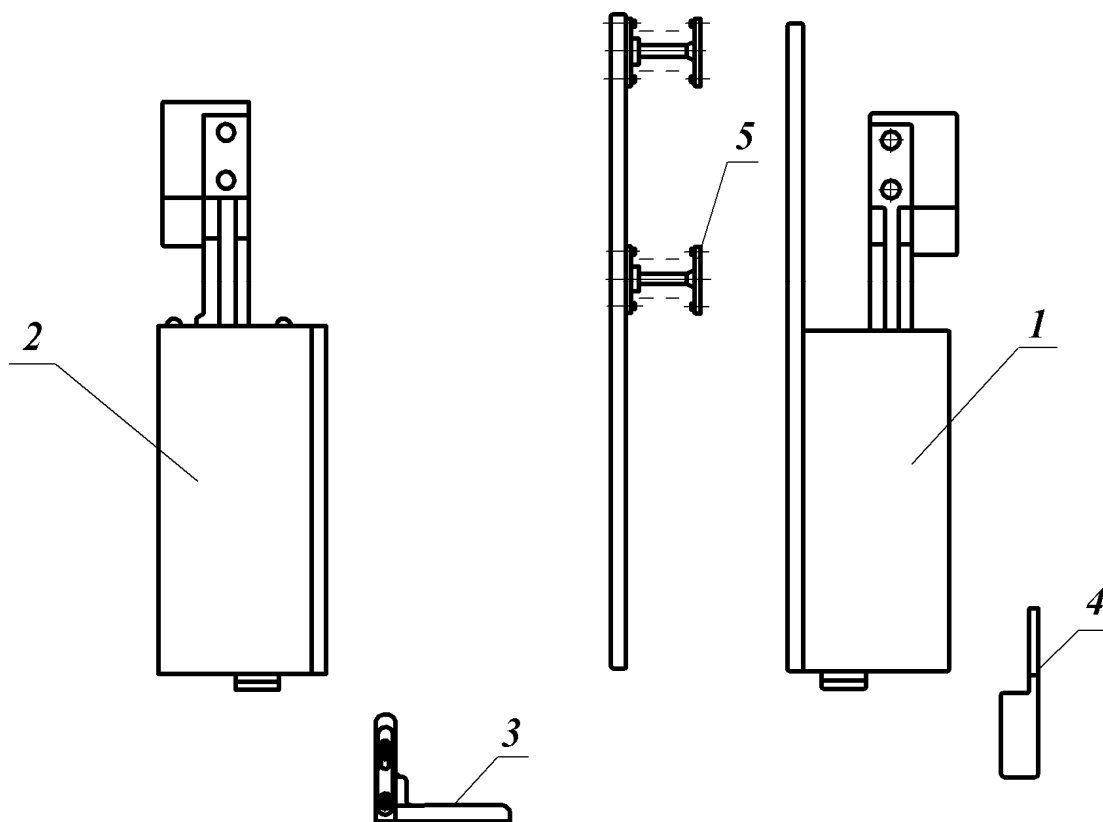


a



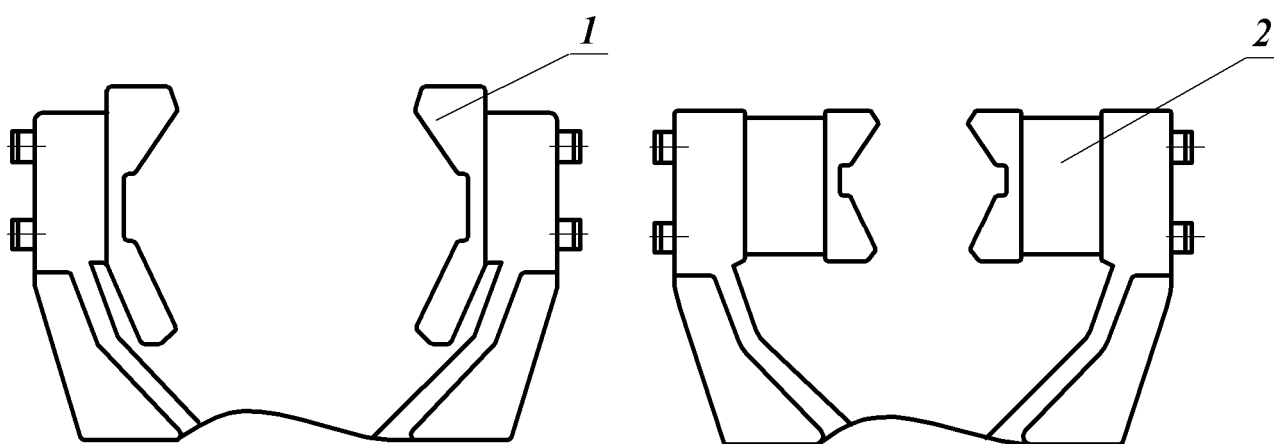
б

Рисунок 17 – Компоновки сдвоенного захвата: *a* – параллельно; *б* – спина к спине



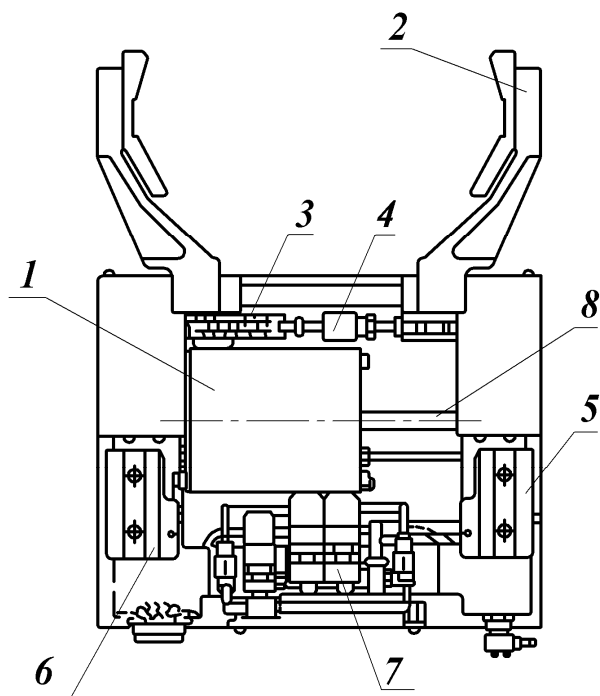
1,2 – захваты; 3 – предохранительное соединение; 4 – плита монтажная; 5 – компенсаторы.

Рисунок 18 – Структурные элементы сдвоенного захвата



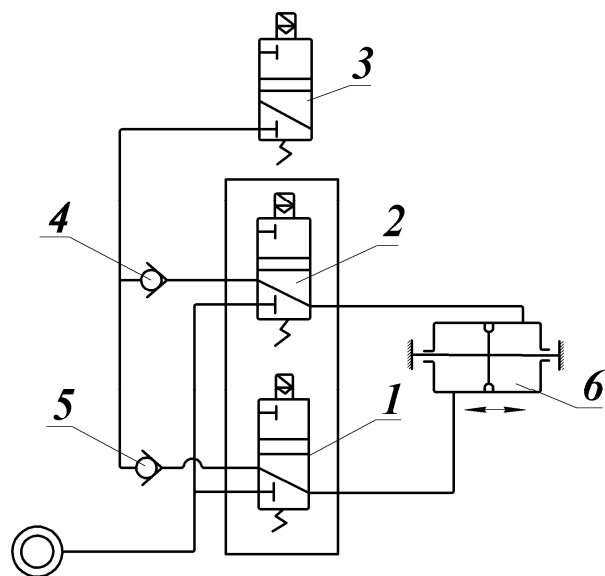
1 – сменные накладки (губки); 2 – съёмный дистанционный элемент.

Рисунок 19 – Схема установки накладок (губки) хватного устройства на челюсти



1 – цилиндр; 2 – челюсти с накладками; 3 – цепь; 4 – затяжка цепи; 5 – микропереключатель полного открытия челюстей; 6 – микропереключатель полного закрытия челюстей; 7 – блок пневматический, 8 – шток.

Рисунок 20 – Конструктивная схема захватного устройства



1,2,3 – электромагнитные золотники; 4,5 – обратные клапаны; 6 – пневмоцилиндр перемещения челюстей.

Рисунок 21 – Схема пневмопривода челюстей схвата

Управление пневмоцилиндром осуществляется системой управления роботом. Управляющее воздействие подается на катушку электромагнита соответствующего золотника пневмоблока привода челюстей схвата, изображенного на рисунке 21. Происходит подключение соответствующей полости пневмоцилиндра к нагнетающей магистрали. Другая полость цилиндра через обратный клапан и электромагнитный вентиль 3 подсоединяется к атмосфере. При подаче сжатого воздуха через нагнетающую магистраль он попадает в одну из полостей пневмоцилиндра. Из другой полости происходит его стравливание. Дойдя до микропереключателя, корпус цилиндра нажимает на него. При срабатывании микропереключателя полного закрытия/раскрытия челюстей (при сжатии/разжатии) прекращается управляющее воздействие на соответствующие катушки электромагнитных золотников (вентилей), которые под действием пружин возвращаются в исходное положение. При этом сохраняются достигнутые положения губок схвата (зажато/разжато). В результате объект либо удерживается под действием давления, созданного в пневмоцилиндре, либо высвобождается. Работа при раскрытии челюстей происходит аналогично.

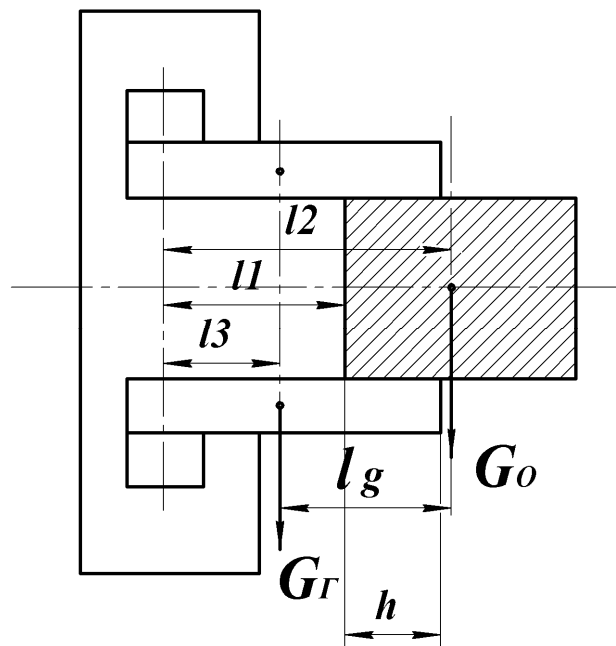
Время полного закрытия (открытия схватов) не превышает двух секунд при номинальном давлении 6 кг/см^2 воздуха [1]. Сила зажима детали при номинальном давлении не менее 35 кг. Вес детали и другие параметры схемы ее зажима приведены в таблице 1 и на рисунке 22.

Таблица 1 – Параметры схемы захватывания объекта

Диаметр удержания D , мм	Линейный размер удержания h , мм	Масса объекта m , кг	Максимальный вращающий момент: $T = m \cdot l_g$, кг·см
1	2	3	4
20	40	10	77
	30		59
	20		42
	10		24

Продолжение таблицы 1

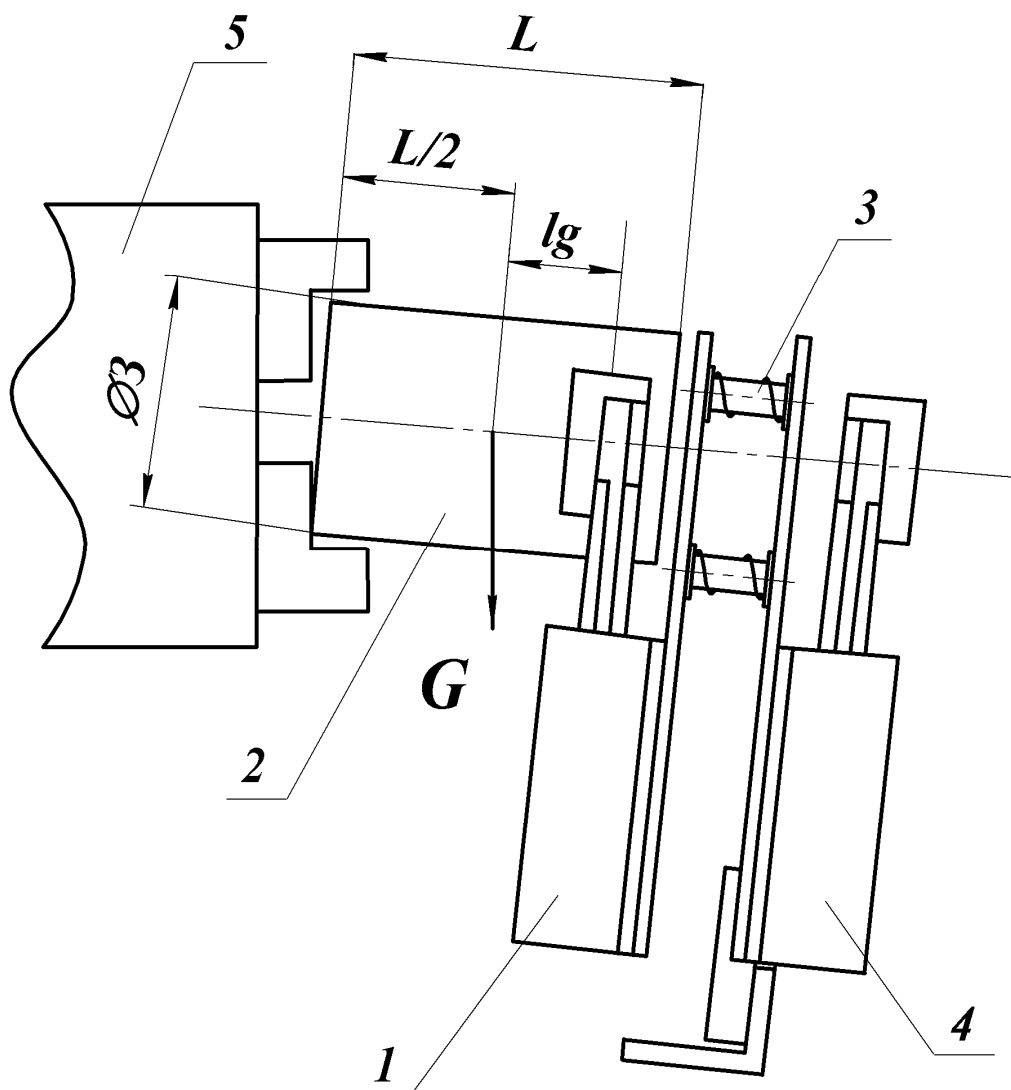
1	2	3	4
65	40	10	92
	30		74
	20		57
	10		39
110	40	10	108
	30		91
	20		73
	10		56
150	40	10	122
	30		105
	20		87
	10		70



l_1 – расстояние от линии приложения сил до ближнего края объекта; l_2 – расстояние от линии приложения сил до центра тяжести объекта; l_3 – расстояние от линии приложения сил до линии центров тяжести губок; l_g – расстояние от центра тяжести объекта до центра губок схвата; h – расстояние от внутреннего края объекта до внешнего края губок; G – сила тяжести.

Рисунок 22 – Параметры схемы зажима объекта губками схвата

Недетерминированность внешней среды определяет возникновение погрешностей при установке объектов манипулирования в приспособления обслуживаемого технологического оборудования, показанные на рисунке 23. Для устранения эксцентрисности, угловых отклонений и обеспечения центрирования объектов манипулирования в приспособлении технологического оборудования используют, так называемый, компенсирующий механизм, на котором крепится один из схватов и изображенный на рисунке 14.



1 – схват; 2 – объект; 3 – компенсатор; 4 – схват; 5 – патрон; L – длина объекта; G – сила тяжести объекта; $\varnothing 3$ – диаметр объекта.

Рисунок 23 – Схема погрешности установки объекта в патрон

Компенсирующий механизм схвата промышленного робота РБ-241 обеспечивает преодоление эксцентricности и угловых отклонений между объектами манипулирования и местом их закрепления на технологическом оборудовании (например, в патроне токарного станка) в следующих пределах:

- эксцентricность – 3 мм;
- угловое отклонение $\pm 2^\circ$.

Максимальный ход компенсатора составляет 11,5 мм, а сила компенсатора (при максимальном сжатии пружин) – 14 кг.

Условия нормальной работы компенсирующего механизма определяются весом детали, ее длиной, диаметром и расстоянием от центра тяжести до центра накладок l_g .

Допустимую величину l_g определяют по номограмме, изображенной на рисунке 24. Для нахождения допустимого значения используют два пути. Один из них направлен по часовой стрелке из точки на оси абсцисс, соответствующей массе объекта манипулирования, до соответствующей точки на оси ординат. А второй – против часовой, как показано на рисунке. Из полученных значений выбирается меньшая величина.

Например, если масса m объекта составляет 10 кг, его длина равна 120 мм, а диаметр – 150 мм, то первый путь, как показано на рисунке, приводит к значению l_g , равному 86 мм, а второй – 18 мм. По полученным данным следует выбирать, как уже отмечалось, схему зажима объекта, соответствующую наименьшему значению l_g , т.е. полученному по первому пути – 18 мм. Во втором примере при массе объекта, равной 5 кг, его длине и диаметре, равным 80 мм, первый путь приводит к значению 76 мм, а второй – 56 мм, из которых, соответственно, необходимо выбирать $l_g = 56$ мм.

Компенсация рассматриваемых отклонений происходит в результате того, что прижатие зажатого в захвате робота объекта к определенной поверхности приспособления, например, к фланцу фланцевого патрона, в котором будет крепиться этот объект, в соответствии с рисунком 25, приводит к

отжиманию, пружины 2 и выходу из головки (смещению) конусного стержня 3. В этом положении захват изолируется от плиты, занимая в пространстве положение, которое компенсирует угловые отклонения детали, и устраняет ее эксцентриситет относительно приспособления.

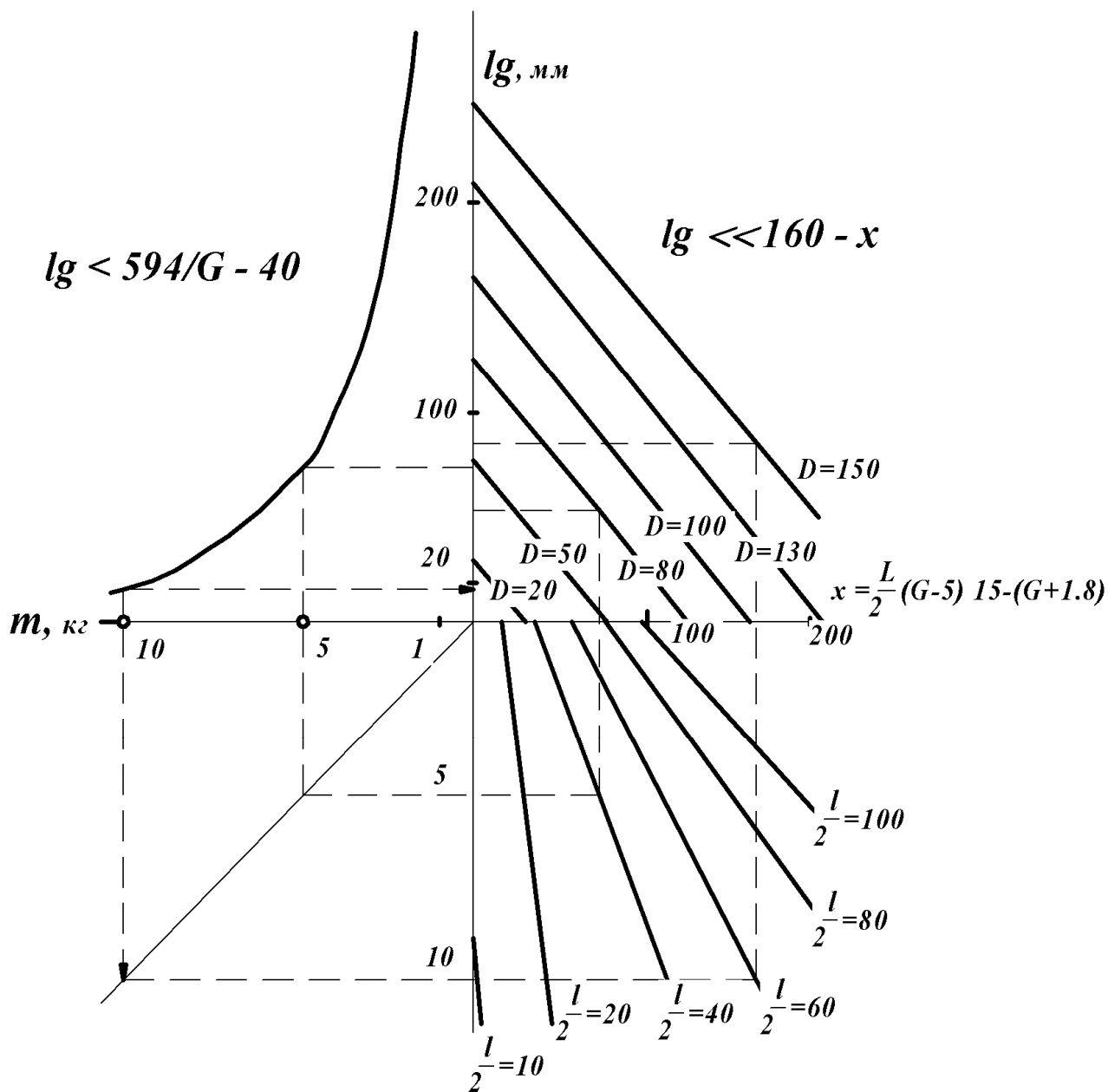
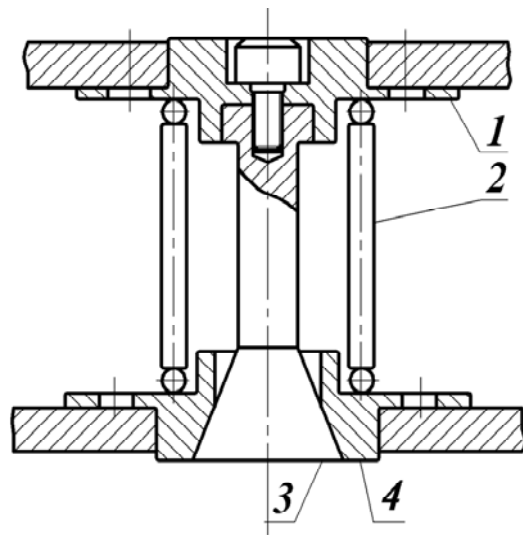
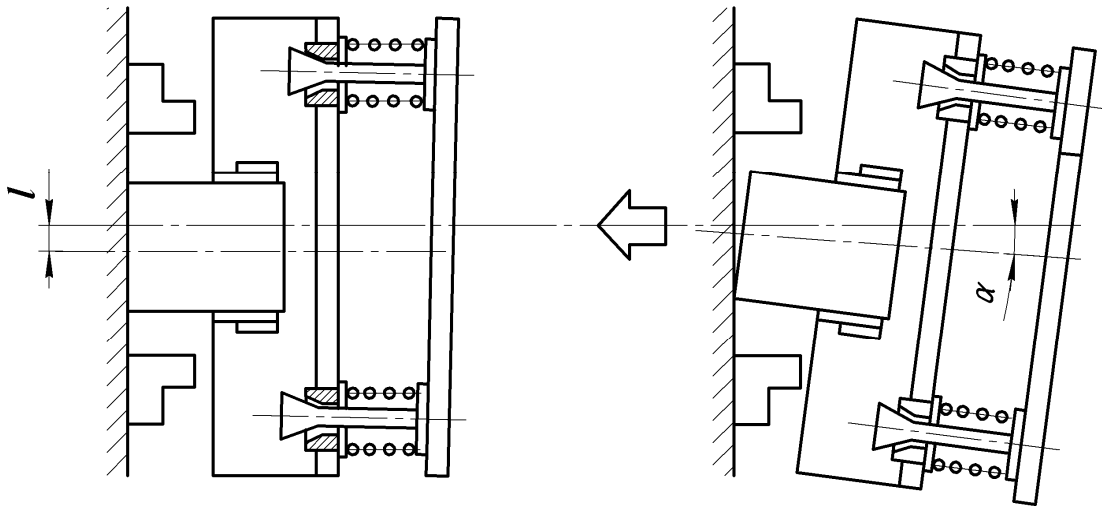


Рисунок 24 – Номограмма для определения допустимой величины l_g



a



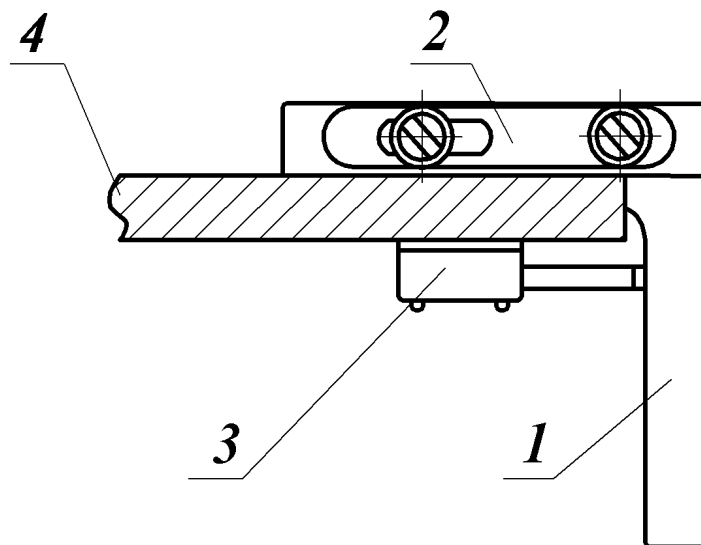
б

1 – головка; 2 – пружина; 3 – стержень конусный; 4 – головка конусная; l – эксцентриситет; α – угловое отклонение.

Рисунок 25 – Схема компенсации отклонений при установке детали в станке

Монтажная плита, удерживающая сдвоенный схват, жестко крепится к выходному звену манипулятора промышленного робота, через предохранительное соединение, представленное на рисунке 26, что обеспечивает сохранность схвата и нормальное функционирование руки. Соединение состоит из корпуса соединения 1, предохранительной пластины 2 и микровыключателя 3. Предохранительная пластина имеет надрез. Превышение допустимого значения

нагрузки приводит к поломке предохранительной пластины вдоль надреза. Происходит срабатывание микропереключателя 3, подающего сигнал на останов робота, а схват продолжает удерживаться корпусом соединения.



1 – корпус соединения предохранительного; 2 – пластина предохранительная; 3 – микровыключатель; 4 – плита монтажная.

Рисунок 26 – Предохранительное соединение схвата с рукой манипулятора

4 Манипулятор МП11. 01

Манипулятор МП11.01 предназначен для выполнения операций транспортирования и ориентирования деталей при автоматизации технологических процессов сборки, штамповки и др.

Из шести степеней подвижности манипулятора четыре обеспечивают реализацию транспортирующих (региональных) движений, а две – ориентирующих (локальных). Для перемещения объекта манипулирования в требуемую позицию рабочей зоны достаточно только три транспортирующих степени подвижности, поэтому ещё три степени подвижности являются избыточными. Их использование позволяет расширить функциональные возможности робота. К

основным степеням подвижности данного манипулятора следует отнести три транспортирующих:

- подъем рук;
- поворот рук;
- выдвижение одной из рук.

Избыточными степенями подвижности следует считать транспортирующее движение выдвижения второй руки (наличие которой определено конструктивным исполнением) и ориентирующие движения:

- ротация схвата;
- сдвиг схвата.

Кроме того, следует сказать, что манипулятор оснащен пневматическим приводом, система управления обеспечивает программно – логический способ управления, обеспечивая ручной ввод программы, и манипулятор оснащен двумя механическими универсальными схватами клещевого типа.

Основные параметры технической характеристики ПР МП11. 01 приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные технические данные робота МП11. 01

Параметр	Значение
1	2
Номинальная грузоподъемность, кг	2,0
Полезная грузоподъемность, кг	1,0
Максимальная величина горизонтального перемещения, мм	200
Максимальный угол поворота в горизонтальной плоскости, °	120
Максимальная величина вертикального перемещения (подъёма) рук, мм	65
Максимальная величина сдвига схвата, мм	25
Максимальный угол поворота схвата вокруг продольной оси (ротация), °	180
Максимальный угол между руками, °	100
Минимальный угол между руками, °	20

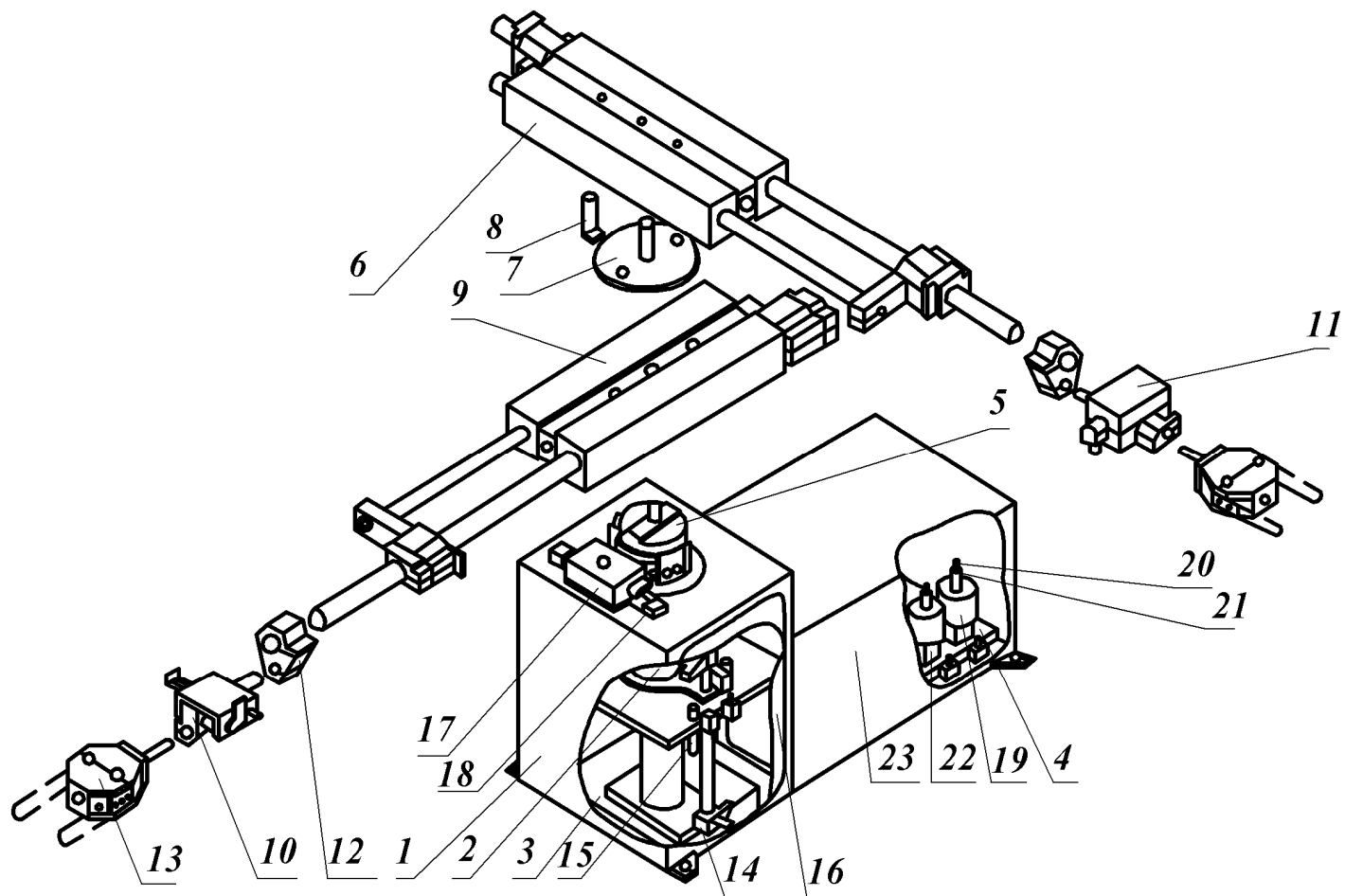
Продолжение таблицы 2

1	2
Габаритные размеры: длина, мм ширина, мм высота, мм	990 990 445
Рабочее давление пневмопитания, МПа (кг/см ²)	0,4 ... 0,5 (4...5)
Напряжение управления электропневмо-распределителями, В род тока сила тока, не более, А	24 ^{+2,4} _{-3,6} постоянный 0,5
Масса, кг	70

Компоновка манипулятора, как следует из рисунка 27, реализована таким образом, что в стационарном каркасе (корпусе) 1 смонтирован механизм подъема (вертикальных перемещений) рук 2. Снизу к модулю механизма подъема крепится корпус модуля механизма поворота рук 3, поднимающийся вместе с ними. Сверху на модуле подъема один над другим (с углом между ними в горизонтальной плоскости) установлены два поступательных модуля горизонтальных перемещений (выдвижения рук) 6 и 9. На стержни этих модулей смонтированы модуль вращательный (ротации) 11 и модуль поступательный 10 (сдвига) схвата, к которым непосредственно и крепятся схваты 13. Расположение других элементов конструкций узлов так же показано на рисунке 27.

4.1 Структура и работа составных частей манипулятора МП11.01

Механизм подъема предназначен для перемещения рук манипулятора вдоль вертикальной оси *Z*. Модуль механизма подъема 1, в соответствии с рисунком 28, крепится к корпусу 2 манипулятора восемью винтами 3. Так же в корпусе закреплена направляющая цилиндрической формы 4, на которой установлены

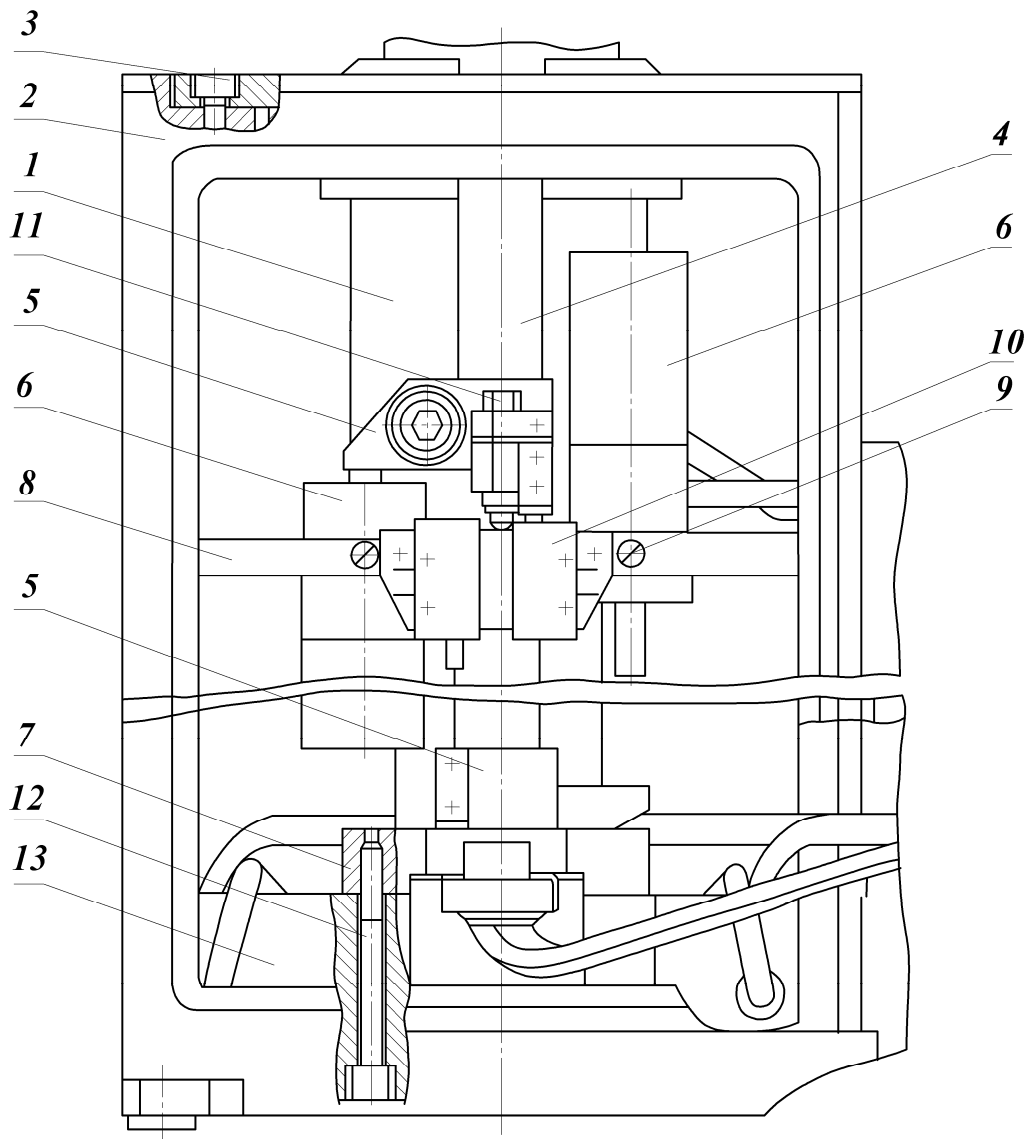


1 – корпус манипулятора; 2 – механизм подъема; 3 – механизм поворота; 4 – распределительная плита; 5 – муфта зубчатая; 6, 9 – модуль поступательный (рука); 7 – фланец крепления рук; 8 – колонка фиксации рук относительно фланца; 10 – модуль поступательный сдвига схвата; 11 – модуль поворота (ротации) схвата; 12 – кронштейн; 13 – схват; 14 – упор; 15 – демпфер; 16 – крышка корпуса; 17 – амортизатор механизма поворота; 18 – контакт магнитоуправляемый КЭМ; 19 – электромагнитный регулятор (дрессель); 20 – игла; 21 – гайка фиксации иглы; 22 – пневмораспределитель; 23 – корпус устройства распределения воздуха.

Рисунок 27 – Схема расположения основных узлов и элементов манипулятора МП11.01

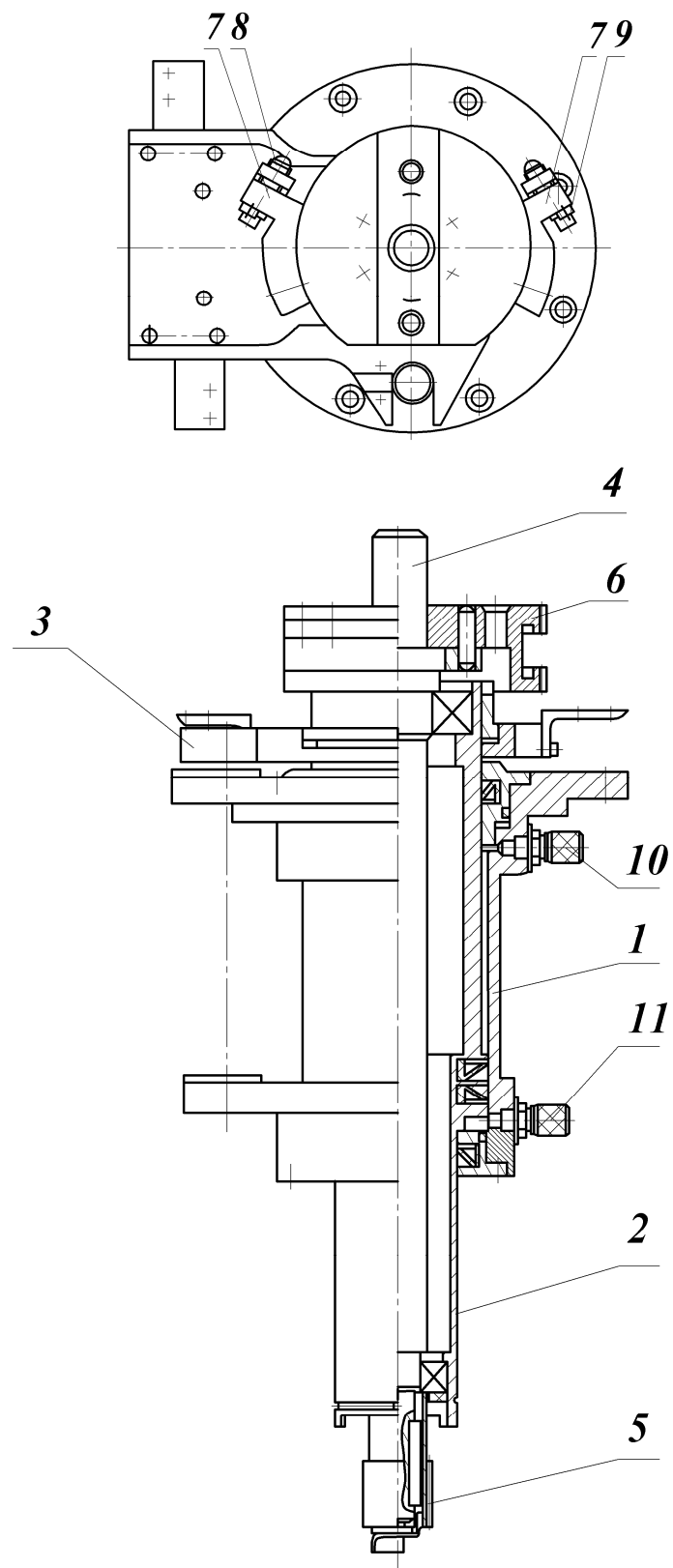
упоры 5, ограничивающие величину перемещения. На этом же рисунке показана установка в корпусе демпферов и механизма поворота.

Схема функционирования модуля механизма подъема приведена на рисунке 29. Модуль подъёма состоит из корпуса (цилиндра) 1, полого штока-поршня 2 с уплотнительными манжетами.



1 – корпус пневмоцилиндра модуля подъема; 2 – корпус манипулятора; 3 – крепёжные винты; цилиндрическая направляющая; 5 – упор; 6 – демпфер; 7 – пластина; 8 – перегородка корпуса; 9 – винт; 10 – блок контактов электромагнитных (КЕМ); 11 – винт тонкой регулировки положения упора; 12 – винт; 13 – корпус модуля поворота.

Рисунок 28 – Механизм подъема



1 – корпус пневмоцилиндра; 2 шток-поршень; 3 – кронштейн; 4 – вал механизма поворота; 5 – колесо зубчатое; 6 – муфта зубчатая; 7 – упоры; 8, 9 – винты регулировки положений упоров.

Рисунок 29 – Схема функционирования модуля подъема

При подаче сжатого воздуха через штуцер 10, изображенного на рисунке 29, в нижнюю полость пневмоцилиндра, происходит перемещение штока - поршня, разделяющего полость цилиндра на две герметично изолированные друг от друга части, вверх и подъём закрепленных на нем модулей и узлов. подача сжатого воздуха через верхний штуцер приводит к опусканию штока - поршня. Изготовление штоковых полостей пневмоцилиндра с различным сечением обусловлено соображениями улучшения динамических показателей работы модуля.

Нижний конец штока - поршня выполнен с проточкой и выступом, предназначенными для установки и фиксации на нём механизма поворота. На верхнем конце штока - поршня установлен кронштейн 3 для закрепления амортизатора механизма поворота.

Внутри полого штока - поршня закреплены опоры качения (подшипники) для установки в них вала 4 механизма поворота. На нижнем конце вала закреплено зубчатое колесо 5, взаимодействующее со штоком - рейками механизма поворота. На верхнем конце вала закреплена зубчатая муфта 6 для крепления на ней и регулировки положений упоров 7, определяющих угол поворота рук манипулятора.

На рисунке 30 изображен модуль поворота, предназначенный для поворота рук манипулятора вокруг вертикальной оси. Модуль образован корпусом 1, в котором выполнены полости двух пневмоцилиндров. В пневмоцилиндрах установлены две штока - рейки 2, в зацеплении с которыми входит прямозубое цилиндрическое колесо, закрепленное на нижнем конце вала, изображенного на рисунке 29.

Через окно в днище корпуса манипулятора устанавливается модуль поворота, который с помощью пластины 7, как показано на рисунке 28, крепится винтами 12 к штоку модуля подъёма. Цилиндрическая направляющая 4 одним концом закреплена в пластине 7, а вторым – в кронштейне 3, изображенном на рисунке 29. В результате она вместе со штоком модуля подъёма и корпусом механизма поворота образует жесткую замкнутую конструкцию. Таким образом, предотвра-

щается поворот штока модуля подъёма. Демпферы 6 вворачиваются в горизонтальную перегородку 8 корпуса 2 и стопорятся винтами 9.

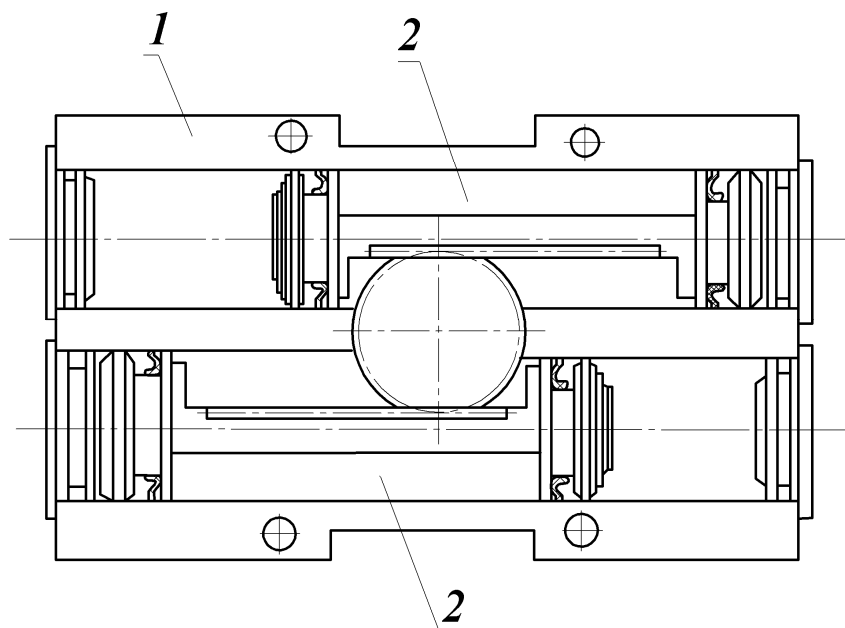
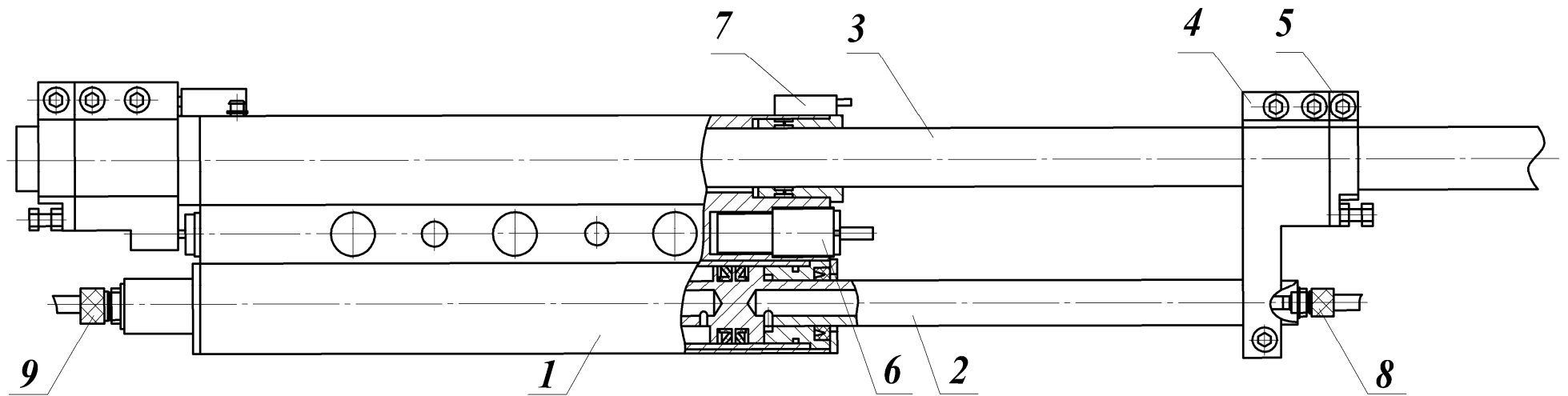


Рисунок 30 – Структура модуля поворота

Модуль поступательный или рука, показанная на рисунке 31, предназначена для горизонтального перемещения (выдвижения) схвата в процессе манипулирования объектом. Модуль образован корпусом 1, в котором расположен пневмоцилиндр двустороннего действия. Параллельно пневмоцилиндру в корпусе подвижно закреплен стержень 3. На стержне с двух сторон устанавливаются основные и регулировочные упоры 4 и 5, соответственно. Упоры, установленные со стороны схвата, соединены со штоком – поршнем. Все перемещаемые этим модулем объекты устанавливаются на стержне.

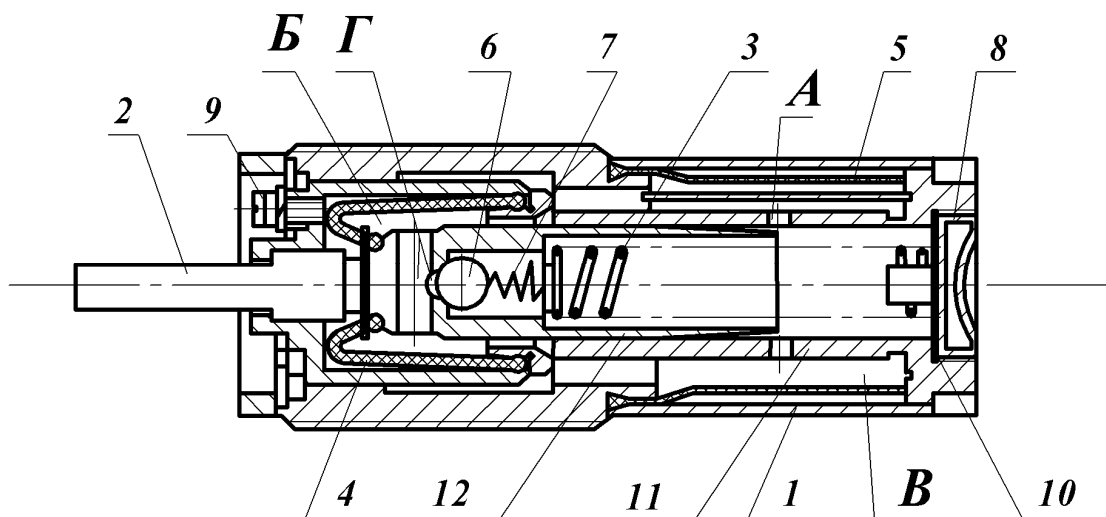
Полость цилиндра разделена штоком - поршнем 2 на две герметичные части. Для подачи сжатого воздуха в полости цилиндра используют шток – поршень, который по этой причине выполнен полым. При подаче через один из штуцеров 8 или 9 сжатого воздуха происходит перемещение штока – поршня 2 вместе со стержнем 3 и упорами 4 и 5. Вблизи конечного положения упор 4 нажимает на плунжер демпфера 6, что приводит к уменьшению скорости перемещения, обеспечивая плавность выхода в точку позиционирования. В конце хода срабатывает КЭМ 7, выдавая сигнал о завершении выполнения движения.



1 – корпус; 2 – шток - поршень; 3 – стержень; 4 – упор основной; 5 – упор регулировочный; 6 – демпфер; 7 – КЭМ (контакт электромагнитный); 8, 9 – штуцер.

Рисунок 31 – Модуль поступательный (рука)

Демпфер, изображенный на рисунке 32, обеспечивает мягкий удар при выходе на упор, способствуя плавному выходу подвижного звена в точку позиционирования. Демпферы такой конструкции установлены на модулях горизонтальных перемещений (руках) и в механизме подъема.



1 – корпус; 2 – толкатель; 3 – пружина; 4 – колпачок; 5 – кожух; 6 – шарик; 7 – пружина; 8 – пробка; 9 – винт; 10 – прокладка; 11 – неподвижная (цилиндрическая) часть плунжера; 12 – подвижная (коническая) часть плунжера; А, Г – отверстия; Б, В – герметичные полости.

Рисунок 32 – Структура демпфера

Демпфер состоит из корпуса 1, в котором установлен плунжер, поджимаемый пружиной 3 и имеющий четыре лыски с разными углами наклона, колпачок 4, кожух 5, герметично соединены с плунжером и корпусом, образуя две герметичных полости Б и В. Так же в плунжере расположен шарик 6, поддерживаемый пружиной 7, обеспечивающий запираение перепускного отверстия Г.

При воздействии на толкатель 2 движение передается подвижной конической части плунжера 12, которая перемещаясь внутрь неподвижной цилиндрической части плунжера преодолевая силу упругости пружины, сокращает объем полый части плунжера, в которой находится гидрожидкость (масло). В результате внутри плунжера происходит увеличение давления, под действием которого шарик прижимается к отверстию Г и запирает его, а гидрожидкость выдав-

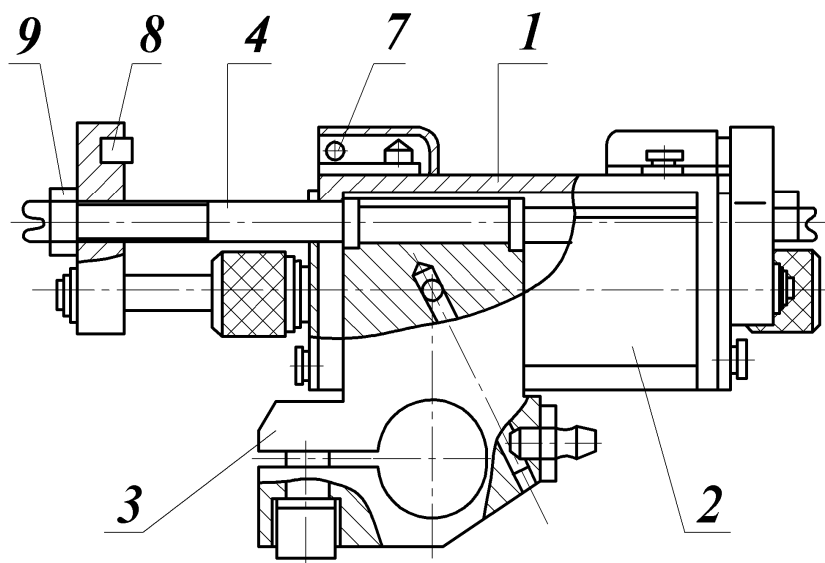
ливается через выходное отверстие *A*, проходя сквозь уменьшающийся зазор между подвижной и неподвижной частями плунжера. Гидрожидкость перетекает из полости плунжера в герметичные полости Б и В, растягивая при этом колпачок 4 и кожух 5, изготовленные из эластично – упругого материала.

При снятии нагрузки пружина 3 практически мгновенно возвращает плунжер в исходное положение, восстанавливая его первоначальный объем. Давление внутри плунжера мгновенно падает, оставаясь повышенным в полостях под колпачком и кожухом, и гидрожидкость под действием этого перепада давлений через отверстия *Г*, имеющие значительно больший диаметр, чем отверстие *A*, отжимая шарик, практически мгновенно перетекает в полость плунжера. Плунжер снова готов к работе.

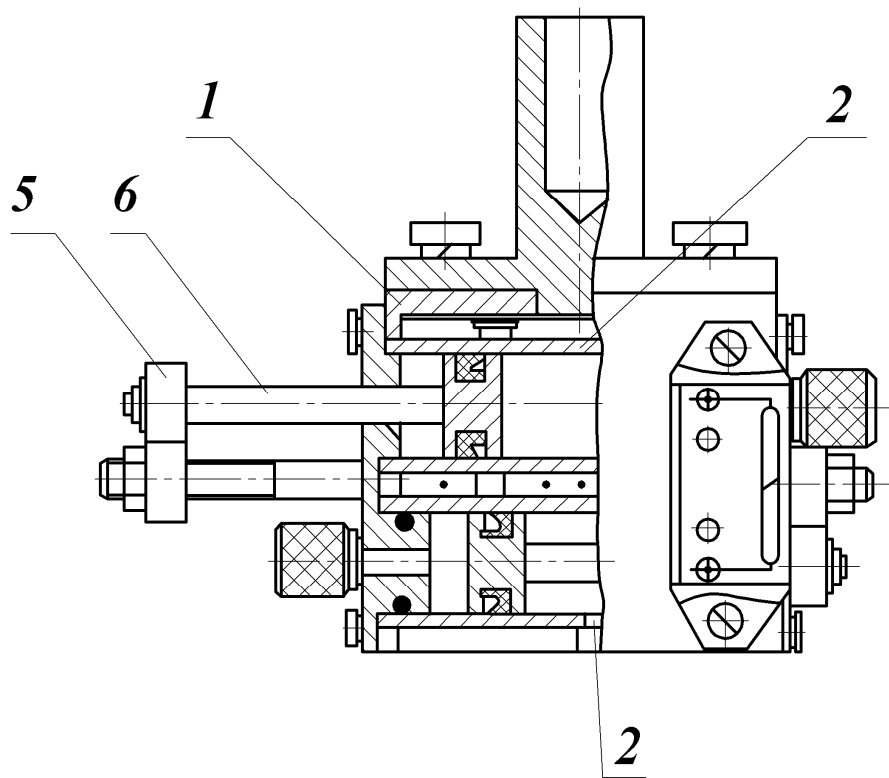
Для заливки в полость плунжера используют масло индустриальное И - 20А ГОСТ 20799 – 88. Заливают масло через отверстие, отвернув пробку 8. Внутренний объём демпфера заполняют до уровня прокладки 10. После заливки масла производят удаление воздуха путем прокачки демпфера, воздействуя на толкатель. Прокачку выполняют до тех пор, пока не прекратится выделение пузырьков. После прокачки доливают (при необходимости) масло до указанного выше уровня.

Механизм поступательного движения (сдвига) схвата, представленный на рисунке 33, предназначен для линейного перемещения схвата, при выполнении ориентирующих движений и состоит из корпуса 1 с двумя цилиндрами 2, каретки 3. Каретка соединена тягой 4 через упор 5 со штоками 6. На корпусе установлены КЭМы 7. На упорах 5 установлены магниты 8, с которыми взаимодействуют КЭМы.

Схват монтируется в зажим каретки 3. Каретка перемещается по наружным поверхностям цилиндров 2 и перемещает схват перпендикулярно оси руки. При подаче воздуха в одну из полостей, соответствующие поршень и шток приходят в движение, передавая через тягу 4 движение каретке и другому штоку. Каретка перемещается до упора. Аналогично происходит обратное движение каретки при подаче воздуха в другую полость.



a



б

1 – корпус; 2 – цилиндр; 3 – каретка; 4 – тяга; 5 – упор; 6 – шток; 7 – КЭМ; 8 – магнит; 9 – гайка.

Рисунок 33 – Модуль сдвига схвата

Модуль ротации (поворота) схвата, изображенный на рисунке 34, предназначен для поворота схвата на угол 180° . В корпусе 1 модуля выполнен цилиндр, с размещённой в нём шток - рейкой 2. Торцы штока – рейки выполнены в виде поршней, на которые давит сжатый воздух, подаваемый через один из штуцеров 8. В зацепление со шток – рейкой входит вал - шестерни 3. На шток - рейке 2 установлен магнит 4, воздействующий на КЭМы 5.

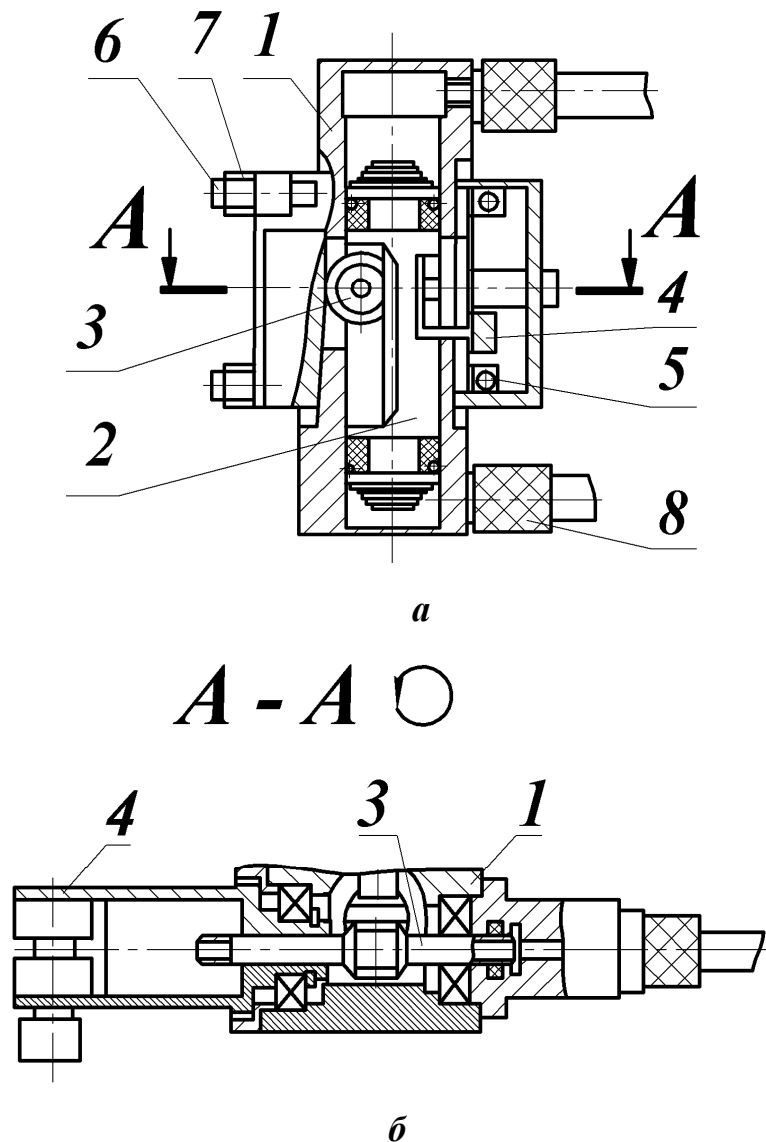


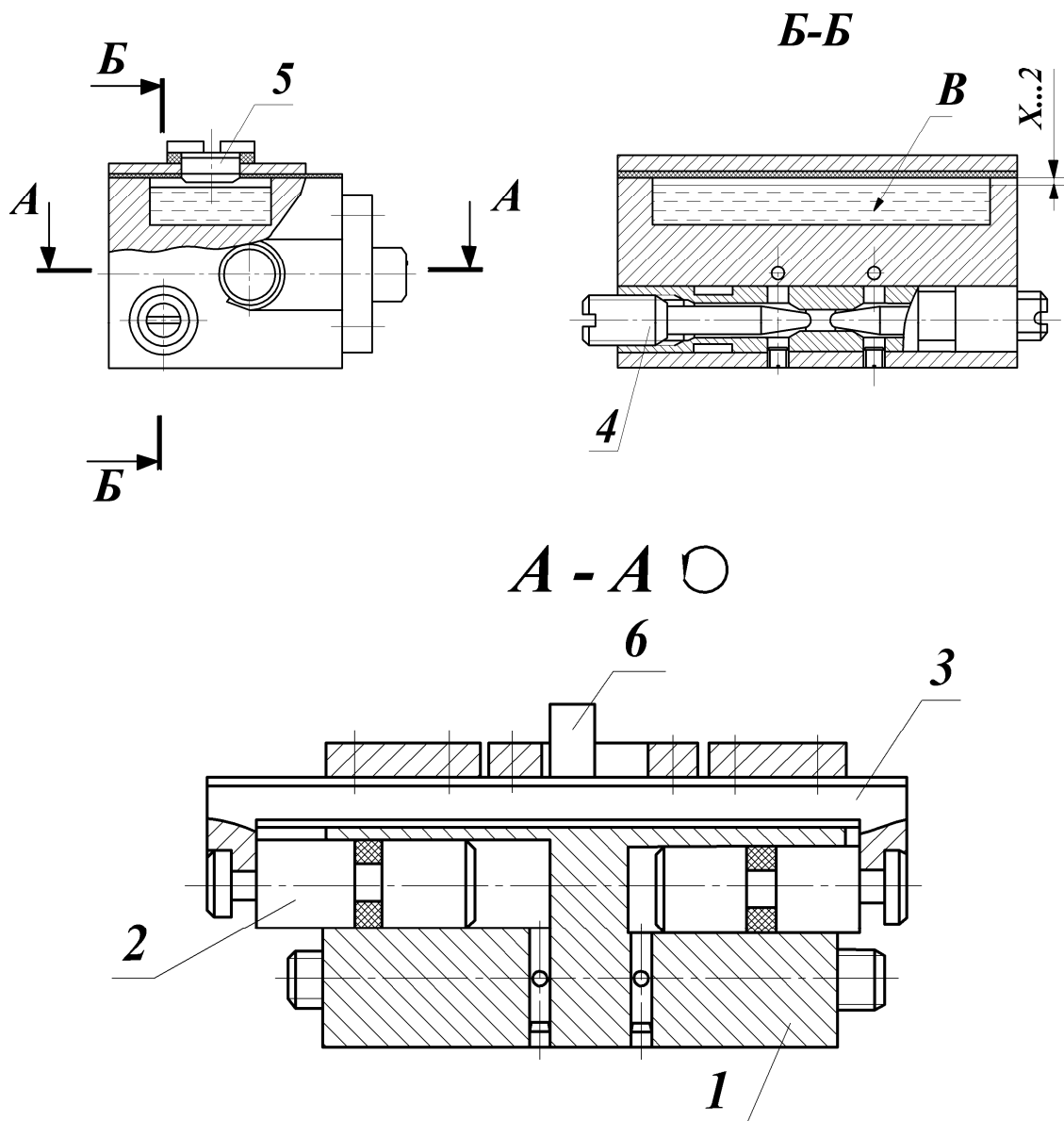
Рисунок 34 – Модуль ротации схвата

Сам схват монтируется в зажим 4 вала – шестерни 3. Вал – шестерню изготавливают полым для подачи сжатого воздуха к схвату. Перемещения под

действием сжатого воздуха шток – рейки определяют поворот вала – шестерни, находящегося с ней в зацеплении, и, соответственно, направление ротации схвата.

Амортизатор механизма поворота решает ту же задачу, что и демпфер, обеспечивая мягкий удар с целью плавного выхода подвижного звена (звеньев) в точку позиционирования при повороте рук вокруг вертикальной оси. Его структура, показанная на рисунке 35, состоит из корпуса 1, с установленными в его цилиндрических проточках двумя шток - поршнями 2, перемещаемыми скобой 3. Упор 6, имеющийся на скобе, передвигается упорами 7 механизма поворота, закреплёнными на зубчатой муфте 6, которые показаны на рисунке 29. При перемещении скобы она толкает один из шток – поршней, заглубляя его в цилиндрическую проточку, в которой находится гидрожидкость, сокращая её объём. Одновременно с этим второй (противоположный) шток – поршень будет выдвигаться из своей проточки, соответственно, увеличивая её объём. В результате гидрожидкость будет вытесняться из одной полости и перетекать в другую. Для этого в корпусе выполнен целый ряд цилиндрических каналов меньшего диаметра, показанных на рисунке 35. В одной из проточек закреплены с помощью резьбового соединения встречно друг другу две регулировочные иглы 4, имеющие коническую форму. Для надёжного бесперебойного функционирования амортизатора в его корпусе имеется подпиточный резервуар **В**, соединённый проточками с перетечными каналами. В начальный момент хода штока из крайнего выдвинутого положения, он перекрывает этот канал и исключает связь подпиточного резервуара с перетечными каналами. Отсечённый объём гидрожидкости по перетечным каналам перетекает из уменьшающейся полости в увеличивающуюся, проходя по каналу с регулируемым сечением. Сечение перетечного канала, в котором расположены иглы, регулируется перемещением игл, имеющих коническую форму, вдоль канала, перекрывая больше или меньше соединяющийся с ним перпендикулярный ему канал. Перемещение обеспечивается вворачиванием либо выворачиванием иглы с помощью резьбового соединения. Таким образом, меняется скорость перетекания жидкости и,

соответственно, плавность выхода в точку позиционирования. В подпиточный резервуар гидрожидкость заливается через отверстие, закрываемое пробкой 5. Наличие резервуара позволяет компенсировать возможные утечки масла при колебании температуры окружающей среды, исключая наличие в каналах воздуха и обеспечивая плавность хода. При полном выдвижении штока происходит соединение образовавшейся полости с резервуаром *В*.

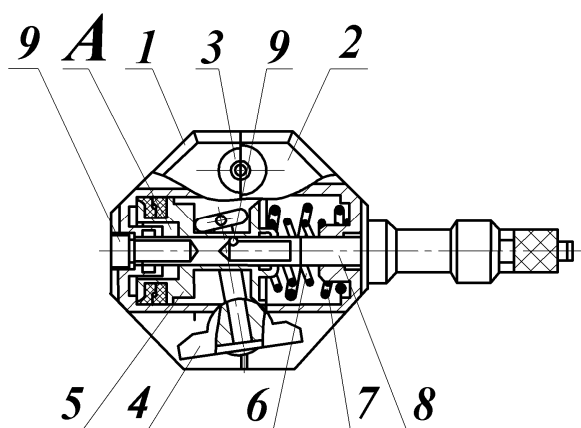


1 – корпус; 2 – шток - поршень; 3 – скоба; 4 – игла; 5 – заливная пробка; 6 – упор; *В* – подпиточный резервуар.

Рисунок 35 – Амортизатор механизма поворота

Подпиточный резервуар заполняют маслом индустриальным И - 20А ГОСТ 20799 – 88. Верхний уровень масса должен быть на 1 -2 мм ниже плоскости корпуса, а нижний уровень должен быть на 1- 2 мм выше плоскости днища резервуара. После заливки масла производят удаление воздуха путем прокачки, т.е. перемещением штоков до прекращения выделения воздушных пузырьков. После прокачки масло доливается до необходимого уровня. Регулировка амортизатора сводится к обеспечению плавного хода в конце поворота рук, для чего устанавливается необходимое проходное сечение иглами 4 путём регулировки их осевого положения.

Схват, представленный на рисунке 36, предназначен для захвата и удержания детали (заготовки) и состоит из корпусов 1 и 2, между которыми зажаты шарикоподшипники 3, рычагов 4. Рычаги, на которых крепят сменные губки, приводятся в движение поршнем 5, подвижно закреплённом на штоке 8, а так же пружинами 6 и 7. Объект удерживается силой упругости пружин. Разжим объекта выполняется путём подачи сжатого воздуха через штуцер и полый шток 8. Затем воздух поступает под односторонне уплотненный относительно штока поршень 5 и далее по винтовой канавке – в полость цилиндра *A*. Поршень 5 перемещается, сжимая пружины 6 и 7. Рычаги 4 поворачиваются, высвобождая объект.



1, 2 – корпус; 3 – подшипник; 4 – рычаг; 5 – поршень; 6, 7 – пружины; 8 – шток; 9 – входное отверстие винтовой канавки; *A* – полость цилиндра.

Рисунок 36 – Захватное устройство манипулятора МП11. 01

Конструкция схвата позволяет компоновать его в двух исполнениях:

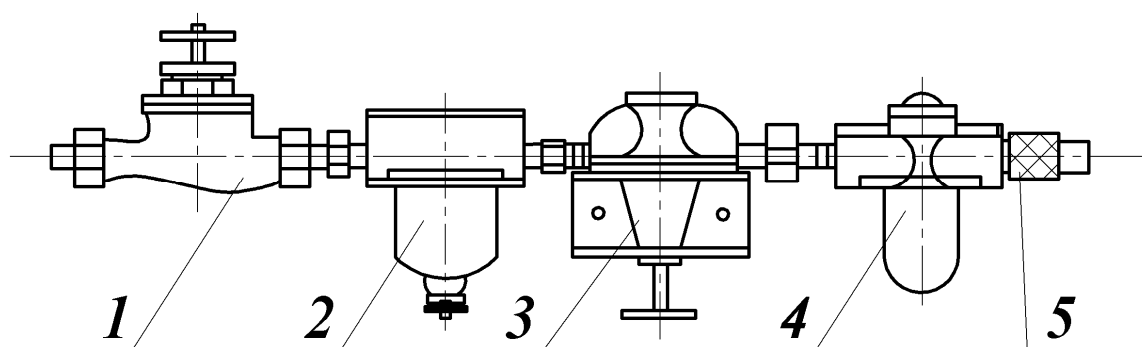
- для зажима детали по наружной поверхности;
- для зажима детали по внутренней поверхности.

Перекомпоновка схвата производится в следующем порядке:

- выворачивается винт 9;
- вынимается шток 8, удерживая при этом корпуса 1 и 2 в собранном виде;
- вставляется шток 8 с обратной стороны корпусов 1 и 2;
- вворачивается винт 9 с моментом затяжки 5 кгс/м.

4.2 Пневмопривод манипулятора МП11.01

Так как грузоподъемность манипулятора невелика, а система управления работа цикловая, то для перемещения его элементов используется пневматический привод. Структура пневмопривода образована узлом подготовки воздуха, изображенным на рисунке 37, узлом распределения воздуха, расположенным с тыльной стороны корпуса манипулятора и, закрываемого крышкой 23, как показано на рисунке 27, и соединительной арматурой (штуцеры, шланги и т.д.).

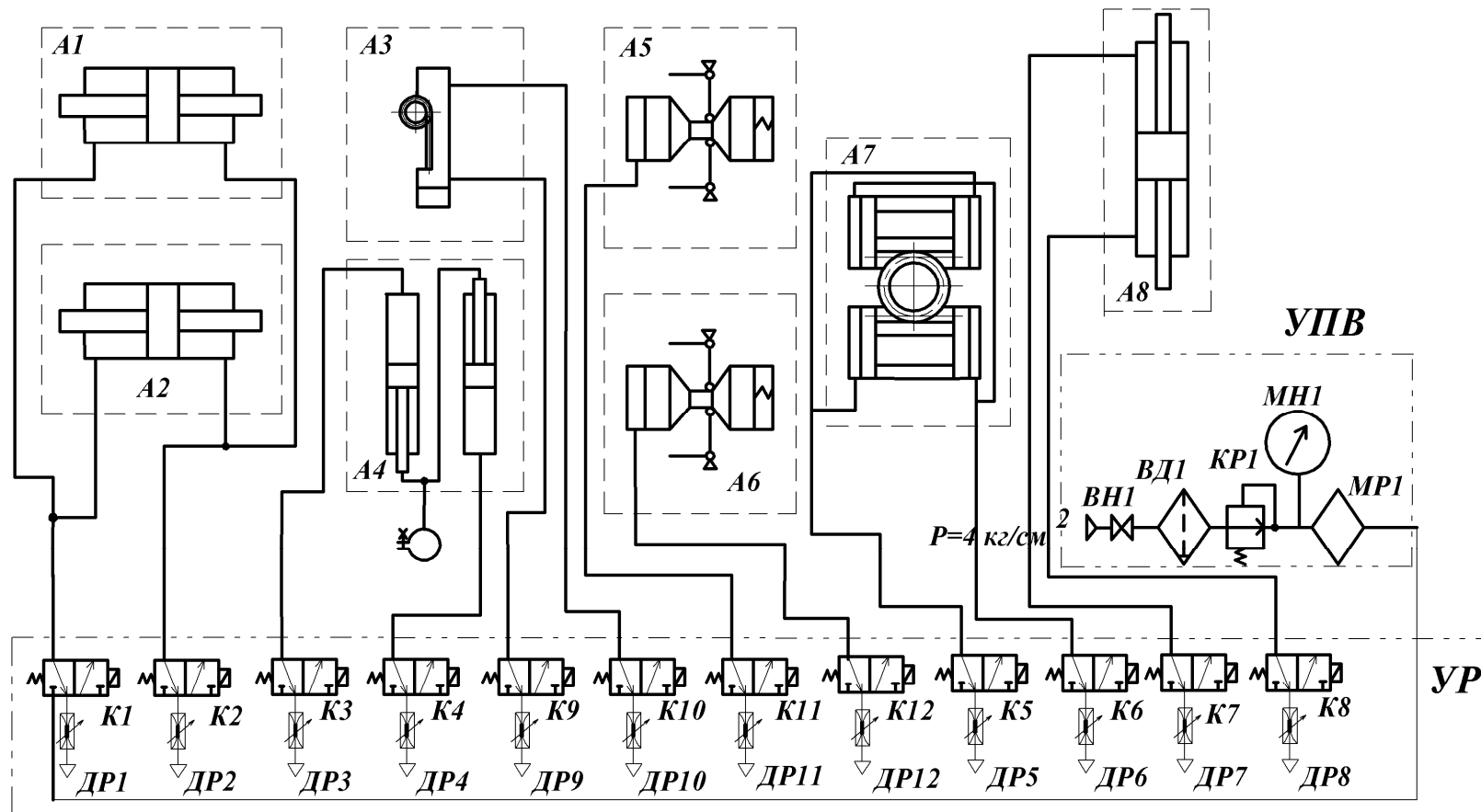


1 – запорный вентиль; 2 – влагоотделитель; 3 – клапан; 4 – маслораспылитель; 5 – соединительный штуцер.

Рисунок 37 – Узел подготовки воздуха (УПВ)

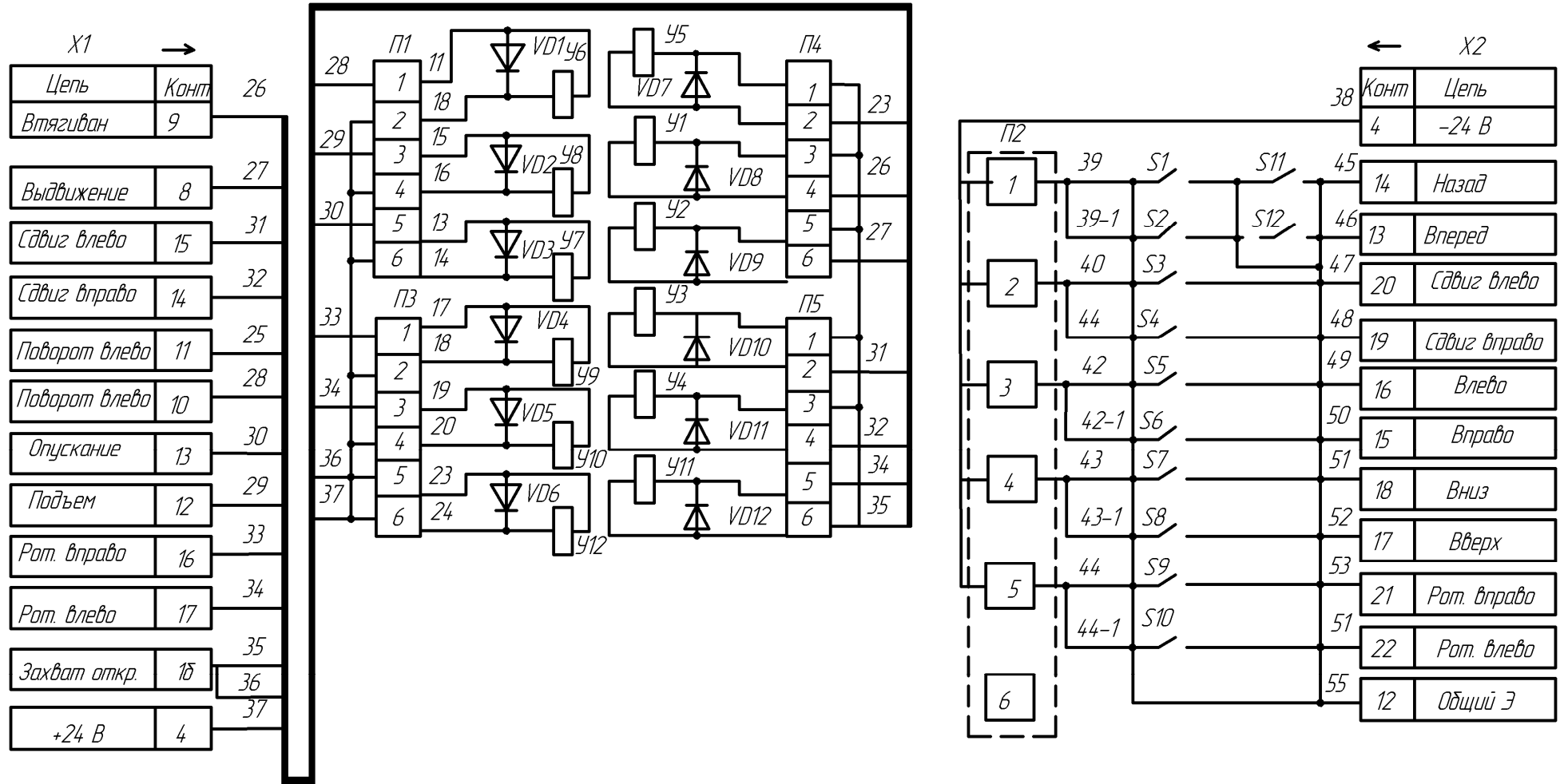
Узел подготовки воздуха (УПВ), как и у робота РБ-241, предназначен для регулирования давления сжатого воздуха, подаваемого в манипулятор, очистки воздуха от твердых частиц и воды и распыления масла для смазки трущихся частей пневмоцилиндров манипулятора. Осушитель УПВ обеспечивает влажность используемого сжатого воздуха, не превышающую 80 % [2]. Очиститель удаляет все механические включения с размером в поперечном сечении более 80 мкм. Устройство смазки распыляет одну – две капли масла в минуту.

Узел распределения воздуха образован двенадцатью пневмораспределителями, позиция 22 рисунка 27 (обозначенные на рисунке 38 символами “*K1*”, “*K2*”, ... “*K12*”), установленными на распределительной плите. На них установлены электромагнитные регуляторы (дроссели), позиция 19 на рисунке 27, обозначенные на рисунке 38 символами “*ДР1*”, “*ДР2*”, ..., “*ДР12*”. Подключены они согласно пневматической и электрической принципиальным схемам, приведенным на рисунках 38 и 39, соответственно. Электропневмораспределители реализуют срабатывание какой-либо степени подвижности, путем подсоединения шлангов, соединяющих соответствующую полость пневмоцилиндра с нагнетающей магистралью через каналы, выполненные в распределительной плите. Кроме того, они позволяют с помощью дросселей (“*ДР1*”, “*ДР2*”, ... “*ДР12*”), изменяя вертикальные положения игл, позиция 20 рисунка 27, регулировать скорости срабатывания по каждой из степеней подвижности (отдельно в каждом направлении).



А1, А2 - модули поступательные (руки); А3 - модуль вращательный (ротация схвата); А4 - модуль поступательный (сдвиг схвата); А5, А6 - схват; А7 - механизм поворота; А8 - механизм подъема; УР - узел распределения; ДР1, ДР2, ... ДР12 - дроссели; К1, К2, ... К12 - пневмораспределители; УПВ - узел подготовки воздуха: ВН1 - вентиль запорный, ВД1 - фильтр влагоотделитель, КР1 - пневмоклапан, МН1 - манометр, МР1 - маслораспылитель.

Рисунок 38 – Схема пневматическая принципиальная манипулятора МП11. 01



$S1, S2, \dots, S12$ – контакты магнитоуправляемые герметизированные КЭМ; $V1, V2, \dots, V12$ – пневмораспределители.

Рисунок 39 – Схема электрическая принципиальная манипулятора МП11. 01

5 Порядок выполнения лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется студентами в следующей последовательности:

- изучить общие компоновки, назначение и технические характеристики манипуляторов промышленных роботов РБ-241 и МП 1101;
- изучить принципы работы и особенности конструкций манипуляторов роботов;
- изучить способы регулирования движений при их наладке;
- выполнить, в соответствии с заданием преподавателя, перемещение рабочих органов манипуляторов в режиме ручного управления;
- выполнить сравнительный анализ конструкций и принципов работы манипуляторов;
- составить отчет о проделанной работе.

6 Содержание отчета по выполнению лабораторной работы

6.1 Наименование работы.

6.2 Цель работы.

6.3 Основные технические характеристики манипуляторов роботов.

6.4 Описание основных механизмов и устройств манипуляторов с соответствующими схемами.

6.5 Описание существующих регулировок роботов с соответствующими схемами.

6.6 Сравнительный анализ конструкций и принципов работы манипуляторов.

7 Вопросы для самопроверки

7.1 Расскажите о принципе построения и компоновке манипулятора РБ-241.

7.2 Расскажите о принципе построения и компоновке манипулятора МП11.01.

7.3 Сколько и какие степени подвижности у манипуляторов РБ-241 и МП 11.01?

7.4 Расскажите об основных узлах и механизмах манипулятора РБ-241.

7.5 Расскажите об основных узлах и механизмах манипулятора МП 11.01.

7.6 Расскажите о структуре и работе модулей горизонтального перемещения.

7.7 Расскажите о структуре и работе модулей вертикального перемещения.

7.8 Расскажите о структуре и работе модулей поворота.

7.9 Каково назначение электромагнитного тормоза пружинно-закрытого типа.

7.10 Что вам известно о цели и последовательности регулирования тормоза пружинно-закрытого типа?

7.11 Каковы цель и последовательность регулирования микропереключателей?

7.12 Расскажите о работе составных частей захвата сдвоенного.

7.13 Дайте определение допустимого значения l_g .

7.14 Какие параметры манипулятора МП 11.01 регулируются и каким образом?

7.15 Расскажите об особенностях схвата манипулятора МП11.01.

7.16 Расскажите о работе демпферов и амортизатора механизма поворота.

7.18 Что вам известно об основных технических параметрах манипуляторов РБ-241 и МП11.01?

7.19 Каковы основные результаты сравнительного анализа механических систем манипуляторов РБ-241 и МП11.01?

Список использованных источников

1 **Булгаков, А. Г.** Промышленные роботы : кинематика, динамика, контроль и управление: / А. Г. Булгаков, В. А. Воробьев . - Москва : Солон-Пресс, 2007. - 488 с. - ISBN 978-5-91359-013-8.

2 **Челпанов, И. Б.** Устройство промышленных роботов : учеб. для учащихся приборостроит. техникумов / И. Б. Челпанов . - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2001. - 203 с. - ISBN 5-7325-0562-8.