Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОЛИТЕХНИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Кафедра «Гидропневмоавтоматика и гидропривод»

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ПРАКТИКУМ)

по дисциплинам «Средства гидропневмоавтоматики» и «Элементы управления и регулирования гидропневмосистем»

В 2-х частях

Часть 1

СРЕДСТВА ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Минск 2001

УДК 62–82+62–85

В издании освещены вопросы устройства аппаратов подготовки, регулирования и распределения сжатого воздуха, а также синтеза цикловых систем управления с использованием элементов, работающих на высоком и низком давлениях.

Составители:
П.Р.Бартош, П.Н.Кишкевич, Л.Г.Филипова, С.В.Гиль

Рецензент А.И.Рахлей

Учебное издание

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ
(ПРАКТИКУМ)

по дисциплинам «Средства гидропневмоавтоматики» и «Элементы управления и регулирования гидропневмосистем»

В 2-х частях

Часть 1
СРЕДСТВА ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Составители: БАРТОШ Петр Романович
КИШКЕВИЧ Павел Нестерович
ФИЛИПОВА Людмила Геннадьевна
ГИЛЬ Светлана Валентиновна

Редактор Т.А.Палилова. Корректор М.П.Антонова
Компьютерная верстка Л.М.Чернышевич

Подписано в печать 29.10.2001.
Формат 60x84 1/16. Бумага типографская № 2.
Печать офсетная. Гарнитура книжно-журнальная.
Усл. печ. л. 3,5. Уч.-изд. л. 2,7. Тираж 150. Заказ 466.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусская государственная политехническая академия.
Лицензия ЛВ №155 от 30.01.98. 220027, Минск, проспект Ф.Скорины, 65.

© Бартош П.Р., Кишкевич П.Н., Филипова Л.Г.,
Гиль С.В., составление, 2001

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

При выполнении лабораторных работ каждый студент обязан строго выполнять следующие ***правила техники безопасности***:

1. Включение учебных стендов производится только в присутствии преподавателя (инженера) после проверки технического состояния стенда и правильности монтажа исследуемой пневмосистемы.

2. При увеличении давления в системе выше допустимого (0,4 МПа) студент обязан сообщить об этом преподавателю (инженеру) и отключить компрессор.

3. Тщательно следить за исправностью пневмоаппаратов и агрегатов. При обнаружении неисправностей экспериментальной установки или измерительных приборов немедленно прекратить работу и сообщить об этом руководителю занятий.

4. По окончании работы необходимо выключить компрессор и закрыть краны управления подачей воздуха к испытуемому пневматическому приводу (агрегату).

Категорически ***запрещается***:

1) оставлять без надзора стенд при работающем компрессоре;

2) проводить монтаж–демонтаж и устранять неисправности элементов пневмосистемы, находящихся под давлением;

3) пользоваться неисправными инструментами и приборами;

4) переставлять (без согласования с преподавателем) оборудование.

5. В случае травмы следует немедленно выключить экспериментальные установки, вызвать при необходимости врача и до его прибытия оказывать помощь пострадавшим.

Лабораторная работа № 1

АППАРАТУРА ПОДГОТОВКИ ВОЗДУХА

1.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия аппаратуры подготовки воздуха по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.

2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями и действующими макетами.

3. Составление отчета по работе с приведенными в нем кратким описанием и схемами изучаемых устройств.

1.2. Теоретическая часть

Для очистки воздуха от загрязнений, механических частиц и влаги перед поступлением его в пневматическую систему применяются следующие устройства:

1) фильтры (для очистки от механических загрязнений);

2) влагоотделители (для очистки от воды и масел в жидком состоянии);

3) осушители (для очистки от влаги в парообразном состоянии).

1.2.1. Фильтры-влагоотделители с ручным отводом конденсата

Конструкция одного из фильтров-влагоотделителей показана на рис. 1.1. Сжатый воздух подводится к отверстию П, проходит через лопатки крыльчатки 1, приводящие воздух во вращательное движение. Частицы воды и масла, имеющиеся в движущемся воздухе, под действием центробежных сил отбрасываются на стенки стакана 2 и затем стекают на его дно, отделенное заслонкой 3. Затем воздух очищается от механических примесей, проходя через металлокерамический фильтр 4, и поступает на выход О. Конденсат удаляется наружу через запорный клапан 5 под действием сжатого воздуха. Для слежения за количеством конденсата стакан 2 выполняется из прозрачного материала. Такие фильтры-влагоотделители монтируются в пневмосистемах в вертикальном положении.

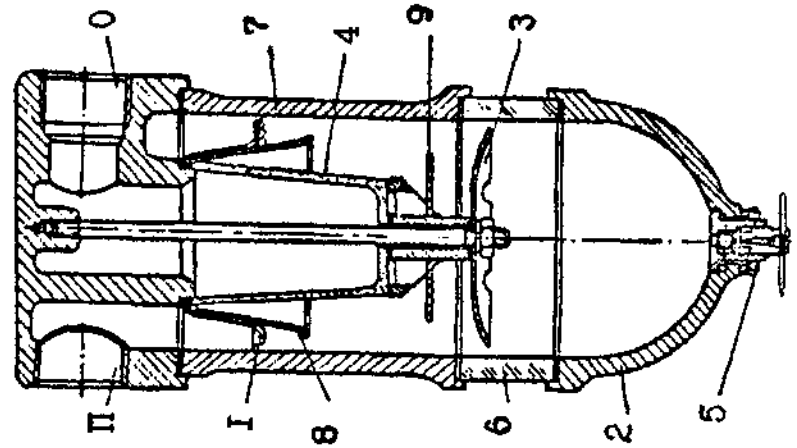


Рис. 1.2

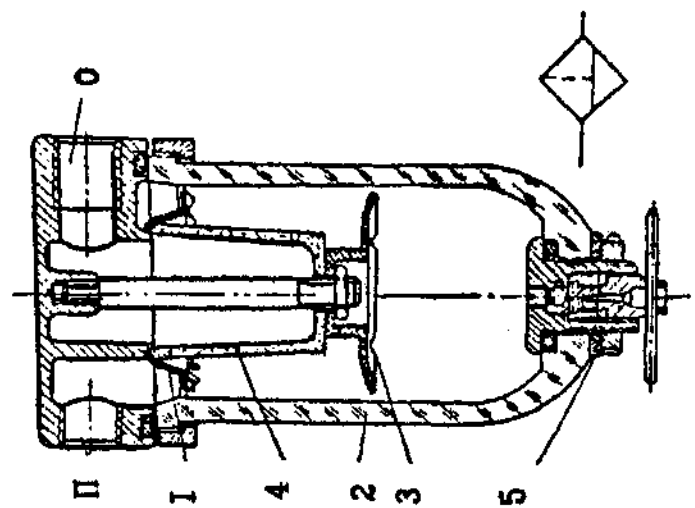


Рис. 1.1

Уровень конденсата не должен подниматься выше заслонки 3. Металлокерамический фильтр 4 промывается уайт-спиритом и продувается сжатым воздухом в направлении, противоположном рабочему движению воздуха.

Имеются фильтры-влагоотделители с удлиненными стенками стакана 2. Для предохранения фильтрующего элемента 4 от попадания загрязнений, удаленных из потока сжатого воздуха, устанавливаются дополнительно дефлектор 8 и отражатель 9 (рис. 1.2).

1.2.2. Фильтры-влагоотделители с автоматическим отводом конденсата

В процессе непрерывной работы пневматической системы целесообразно применять в ней фильтры-влагоотделители с автоматическим отводом конденсата (рис. 1.3). В таких устройствах отделение загрязнений происходит аналогично фильтрам, описанным выше, но удаление их из пневмосистемы осуществляется автоматическим конденсатоотводчиком. Когда конденсат достигнет допустимого уровня, поплавок 2 всплывает, клапан 3 отрывается от седла 4, и сжатый воздух через каналы Б и В поступает в полость а . Дроссельное отверстие Г в дренажном клапане 5 позволяет создать давление в полости а , под действием которого клапан 5 открывается, и происходит слив конденсата. Затем поплавок 2 опускается, а клапан 3 перекрывает подачу сжатого воздуха в полость а над диафрагмой.

Активная площадь диафрагмы сверху больше, чем снизу, поэтому клапан 5 остается открытым, пока давление в полости а над диафрагмой не понизится (через отверстие Г) до величины, при которой под действием сил давления на клапан 5 снизу он запирается.

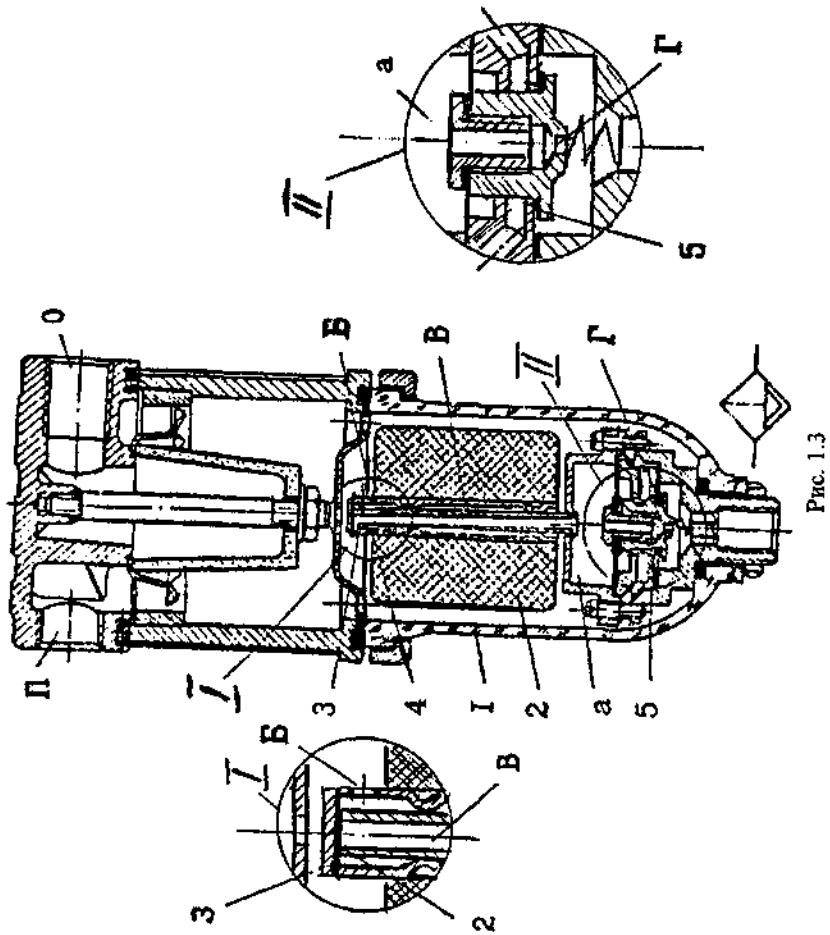


Рис. 1.3

1.2.3. Магнитные фильтры

Магнитные фильтры отличаются тем, что внутри их корпуса устанавливаются магнитные элементы (часто в виде колец), притягивающие к себе металлические загрязнения рабочей жидкости.

1.3. Смазочные устройства

Смазочные устройства служат для повышения надежности работы пневмоустройств путем обеспечения оптимального смазывания трущихся поверхностей деталей. Смазка в 2...5 раз уменьшает силы трения, снижает коррозию и износ поверхностей. Для смазывания чаще всего применяются маслораспылители (рис. 1.4) эжекторного типа с однократным распылением смазочного материала. Сжатый воздух подводится к отверстию П. Внутри маслораспылителя воздушный поток разделяется на основной (проходящий через щели А и сопло распыляющего устройства) и вспомогательный (проходящий через каналы В и Д в полость д резервуара). В наименьшем сечении сопла из-за увеличения скоростного напора происходит местное понижение давления в полости е. Если дроссель 1 открыт, давление в полостях д и е одинаково, и масло на распыление не поступает. При уменьшении проходного сечения дросселя давление в полости е становится меньше, чем в полости д, поэтому масло поступает в трубку 2, отжимает шарик обратного клапана 3 и попадает в трубку 4. Из последней по каналу 5 оно поступает к распыляющему устройству, где масло захватывается потоком воздуха, проходящим через сопло, и уносится в пневмосистему. Шарик 3 препятствует понижению уровня масла в трубках 2 и 4 при отсутствии воздуха. Поэтому каплепадение возобновляется сразу после появления расхода, и подача смазки обеспечивается даже в случае кратковременного срабатывания исполнительных механизмов. Дросселем 1 можно регулировать подачу масла, т.к. он позволяет регулировать перепад между полостями д и е.

При однократном распылении все масло, попавшее в распылитель, попадает в систему, что вызывает повышенный расход масла.

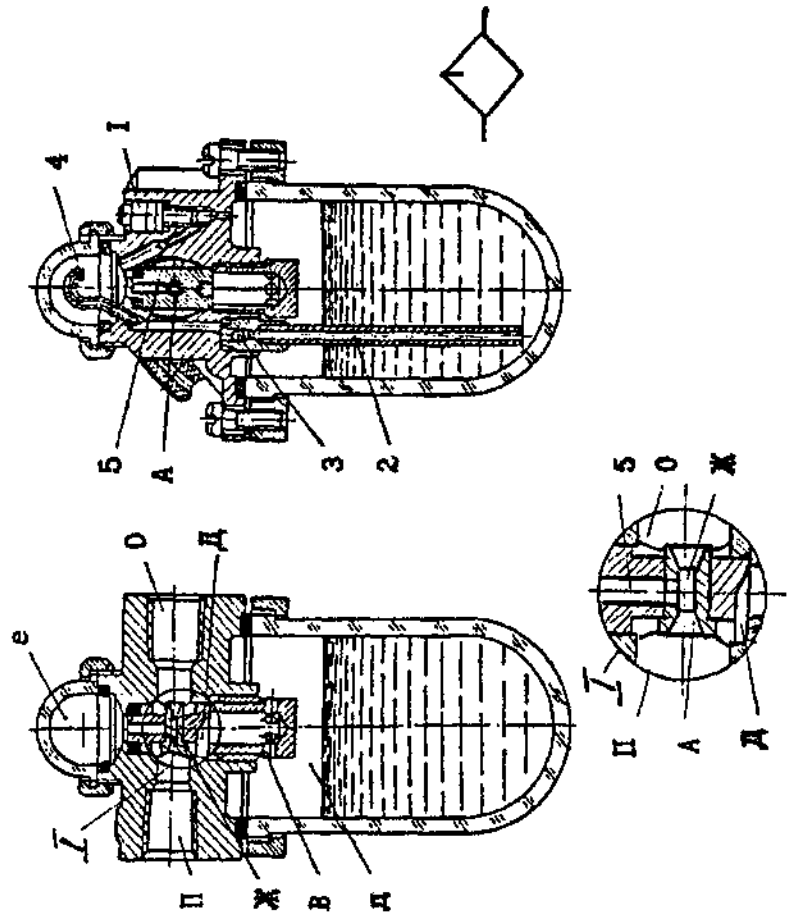


Рис. 1.4

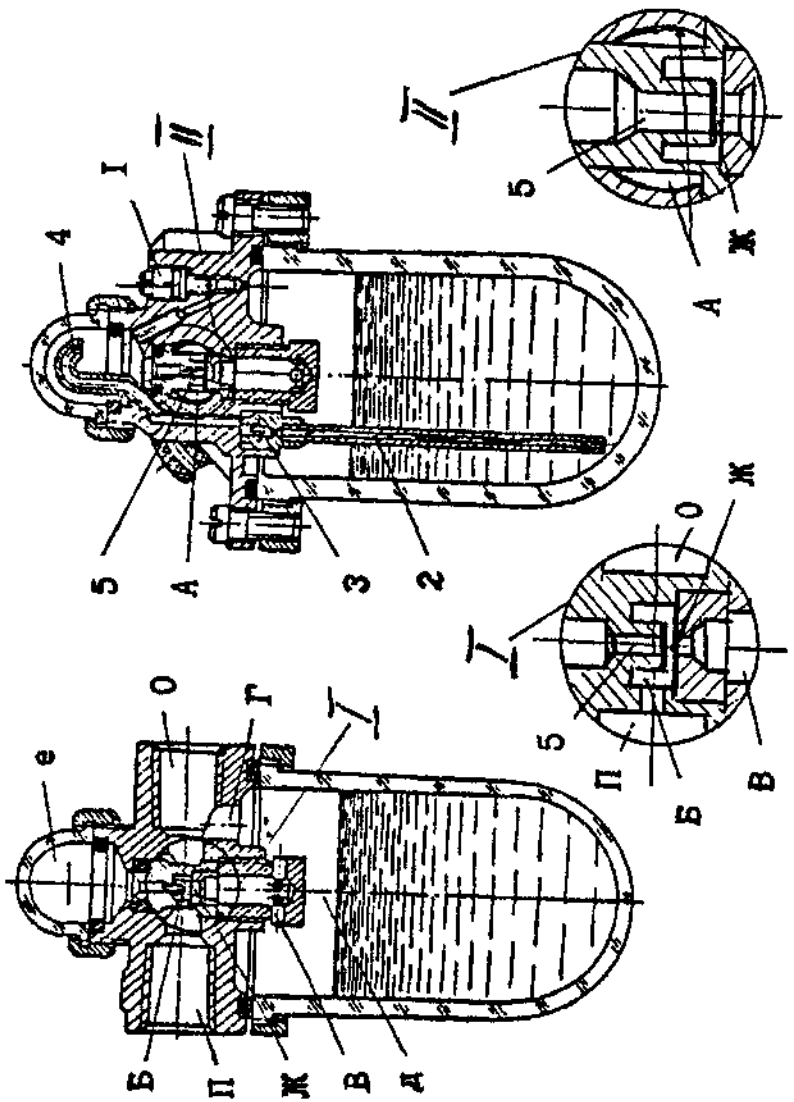


Рис. 1.5

Имеются также маслораспылители (рис. 1.5) с двукратным распылением смазочного материала. Подведенный воздух разделяется на основной поток (входное отверстие П - щель А – выходное отверстие О) и вспомогательный (проходящий через каналы Б, В, Г к выходному отверстию О). В зоне Ж распылителя (после кольцевой щели) давление понижается. Поэтому между полостями д и е образуется перепад давления, настраиваемый дросселем 1. Масло из трубки 4 поступает в полость е и по вертикальному каналу попадает в распылитель. Здесь происходит первое распыление вспомогательным потоком воздуха, и масло вносится в резервуар, где недостаточно распыленные более тяжелые частицы осаждаются, а легкие проходят к отверстию через канал Г корпуса вследствие подсасывающего действия основного потока воздуха. Попадая в основной поток воздуха , масло вторично распыляется. Поэтому в пневмосистему масло поступает в виде мельчайших частиц диаметром 3…10 мк. При закрытом дросселе 1 разность давлений в полостях д и е наибольшая (но давление создается только при наличии расхода через маслораспылитель за счет подсоса в зоне Ж). Шариковый клапан 3 препятствует понижению уровня масла в трубке 4 при отсутствии расхода воздуха через маслораспылитель. Для повышения стабильности подачи масла имеются маслораспылители, позволяющие исключить влияние уровня масла в резервуаре на его подачу.

Маслораспылители монтируются в вертикальном положении. Рекомендуется устанавливать их вблизи смазываемых устройств.

1.4. Контрольные вопросы

1. Назначение и применение устройств, изучаемых при выполнении лабораторной работы.
2. Принцип действия этих устройств.

Лабораторная работа № 2

РЕГУЛИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА ПНЕВМОСИСТЕМ

2.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия аппаратуры подготовки воздуха по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.
2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями и действующими макетами.
3. Составление отчета по работе с приведенными в нем кратким описанием и схемами изучаемых устройств.

2.2. Теоретическая часть

Регулирующая пневмоаппаратура предназначена для изменения давления и расхода сжатого воздуха путем регулирования величины проходного сечения.

Основными пневмоаппаратами этой группы являются: дроссели, предохранительные клапаны, редукционные клапаны.

2.2.1. Пневмодроссели

Пневмодроссели предназначены для изменения расхода (подачи) воздуха путем создания сопротивления потоку. Используются для регулирования скорости пневмодвигателей или скорости заполнения (опорожнения) пневматических емкостей. Дроссели бывают постоянные (нерегулируемые) и переменные (регулируемые), могут быть ламинарными или турбулентными. Выполняются в виде отдельных устройств или монтируются с другими аппаратами.

Тормозные пневмодроссели предназначены для торможения движения рабочих органов пневмопривода на требуемом участке пути, что достигается, например, уменьшением скорости поршня в пневмоцилиндре за счет дросселирования потока на выходе. Применяются, главным образом, для устранения ударов в конце хода поршня.

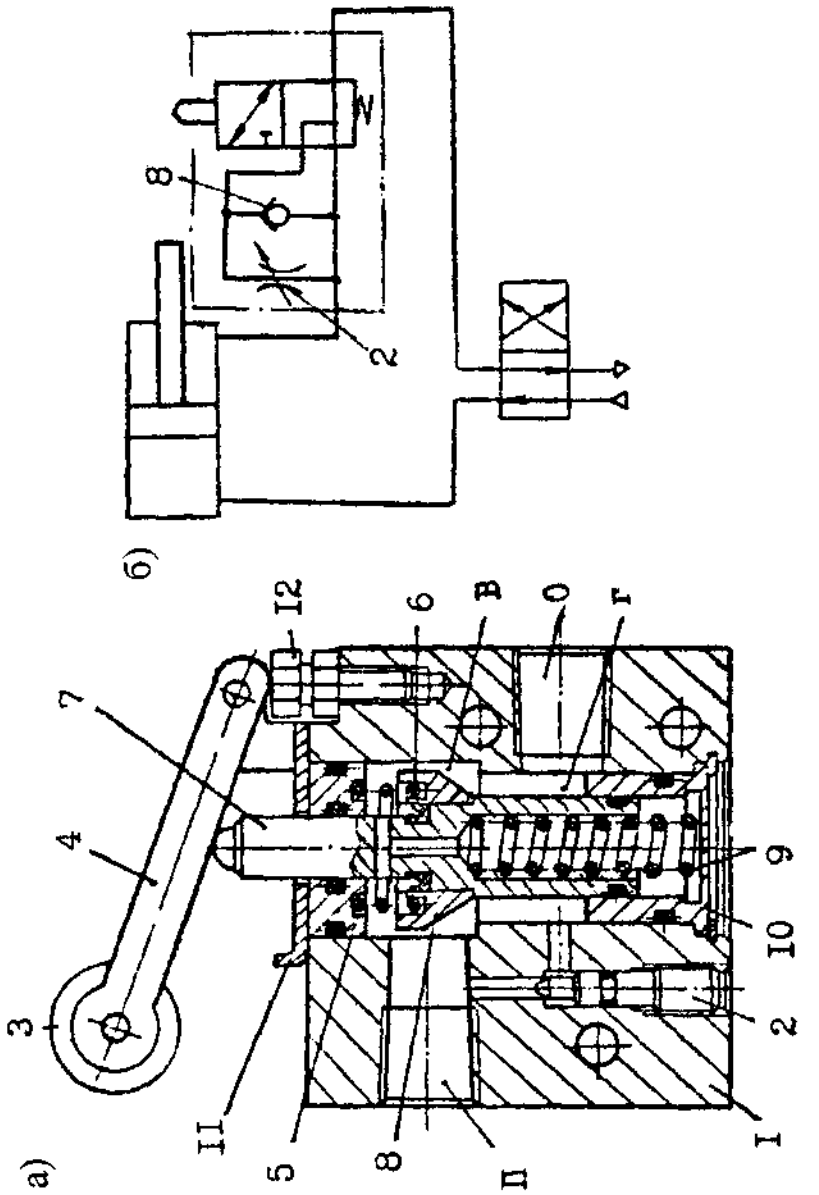


Рис. 2.1

Такое устройство показано на рис. 2.1 а. Оно состоит из корпуса 1, дросселя 2, ролика 3, рычага 4, втулок 5 и 10, пружин 6 и 9, золотника 7, клапана 8, кронштейна 11, регулировочного винта 12. Когда ролик 3 отжат, воздух из выхлопной полости цилиндра через подводное отверстие П в корпусе 1 и кольцевую щель между клапаном 8 и корпусом, а также дроссель 2 проходит в полость г и далее – через отверстие О на выход. Размер кольцевой щели настраивается с помощью винта 12. Когда шток пневмопривода передвигает ролик 3 вниз, клапан 8 перекрывается, и воздух проходит на выход через дроссель 2, что способствует плавному торможению поршня пневмоцилиндра.

На рис. 2.1 б показана схема включения такого дросселя в пневмопривод.

Пневмодроссель с обратным клапаном (типа В77-1) используется для регулирования расхода воздуха в одном направлении и обеспечения свободного прохода воздуха в обратном направлении.

При подводе сжатого воздуха к отверстию П (рис. 2.2) в штуцере 1 обратный клапан 2 перемещается влево, сжимает слабую пружину 3 и открывает проход воздуху к отверстию О в корпусе. При обратном движении потока клапан прижимается к седлу пружиной и сжатым воздухом. Последний проходит через дросселирующую щель в корпусе 4 и поступает в эксцентричную расточку Э гильзы 5 (сечение Б-Б) и далее через кольцевую расточку К и радиальные сверления (сечение В-В) -- в отверстие П.

Расход воздуха зависит от взаимного расположения дросселирующей щели в корпусе 4 и расточки Э гильзы 5 и устанавливается путем поворота последней. Дросселирующая щель имеет треугольную канавку, необходимую для плавности регулирования расхода.

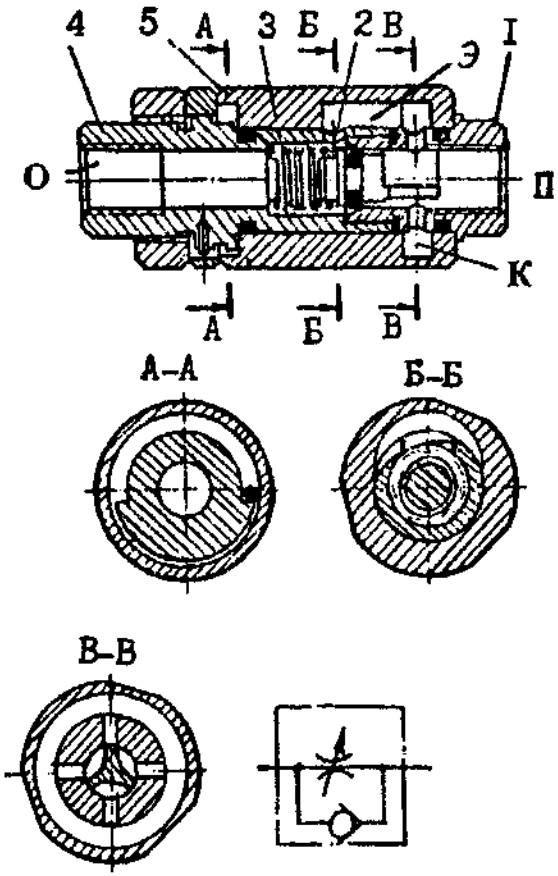


Рис. 2.2

2.2.2. Редукционные пневмоклапаны

Редукционные пневмоклапаны предназначены для регулирования и поддержания на заданном уровне давления сжатого воздуха в пневмосистемах. Конструкция и условное обозначение редукционного клапана типа В57-16 показаны на рис. 2.3. Сжатый воздух подводится к отверстию П, отводится через отверстие О. Необходимое давление устанавливается с помощью винта 1, действующего на пружину 2 и толкатель 3, соединенный с клапаном 4. Усилие пружины 2 уравновешивается силой давления сжатого воздуха, действующей снизу на мембрану 5.

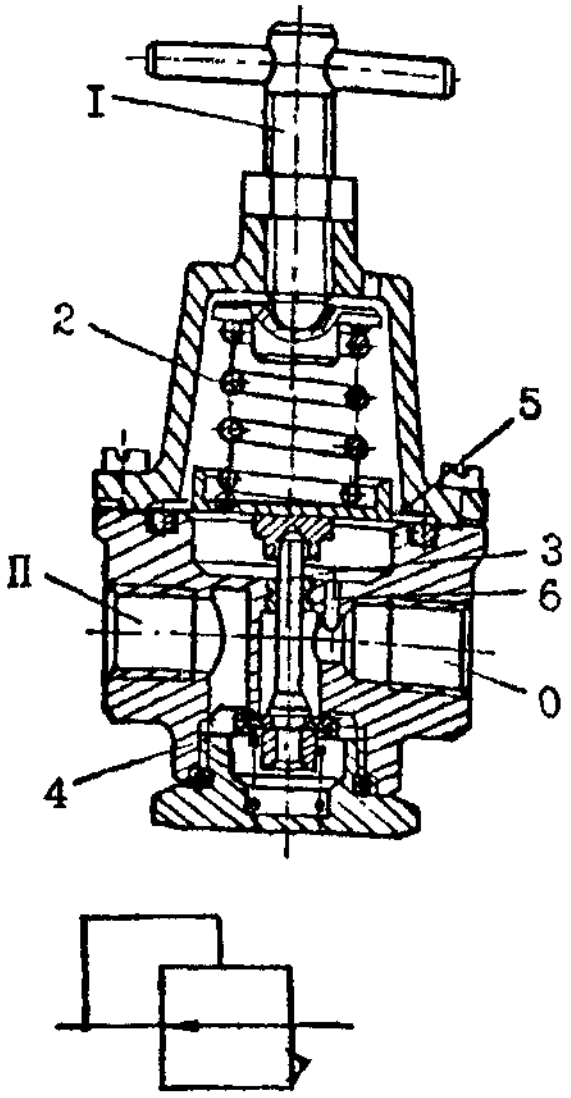


Рис. 2.3

При падении давления на выходе мембрана прогибается вниз и через толкатель 3 отжимает клапан 4, увеличивая проход для сжатого воздуха. При повышении давления на выходе клапан 4 прикрывается и уменьшает расход и давление сжатого воздуха.

Подвод воздуха в полость под мембраной осуществляется через отверстие 6 малого диаметра, просверленное в узкой части отверстия О. При увеличении расхода скорость воздуха возрастает, в узком сечении давление падает. Следовательно, оно падает и под мембраной 5. Это способствует увеличению проходного сечения клапана. При отсутствии расхода и утечек воздуха в пневмосистеме давления под мембраной 5 и на выходе выравниваются, и с помощью пружины 2 клапан 4 перекрывает подачу воздуха.

Клапан устанавливается сразу же после влагоотделителя, имеет пружинную нагрузку, несбалансированную площадь. В нем отсутствует клапан сброса. Для присоединения манометра в корпусе предусмотрено два резьбовых отверстия. Схема клапана показана на рис. 2.4.

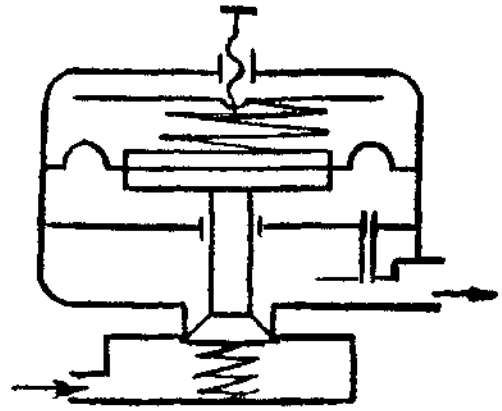


Рис. 2.4. Схема редукционного пневмоклапана с пружинной нагрузкой, с несбалансированной площадью клапана, без клапана сброса

Для исключения опасности повышения давления на выходе пневмоклапана применяются трехканальные пневмоклапаны типа БВ57-1. Они имеют входной, выходной и атмосферный каналы (рис. 2.5). При увеличении давления, сверх установленного (в случае отсутствия расхода) мембрана I с седлом 2 клапана сброса 3 поднимается, и происходит сброс сжатого воздуха в атмосферу через атмосферный клапан 4.

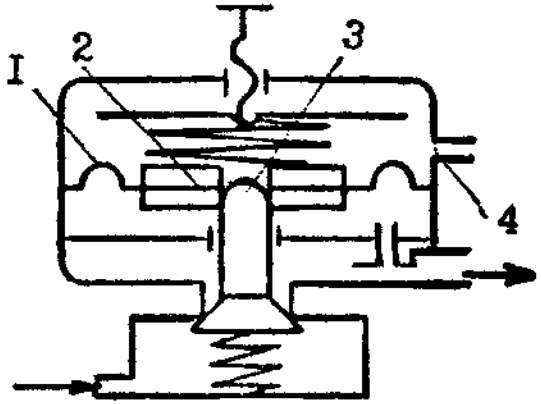


Рис. 2.5. Схема редукционного пневмоклапана с пружинной нагрузкой, с несбалансированной площадью клапана, с клапаном сброса

На рис. 2.6 показана схема редукционного клапана с пружинной нагрузкой со сбалансированной площадью клапана 1 и с клапаном сброса. Так как дроссельный клапан 1 разгружен от действия давления воздуха на выходе в силу его конструкции, обеспечивается большая точность поддержания давления при изменении входного давления.

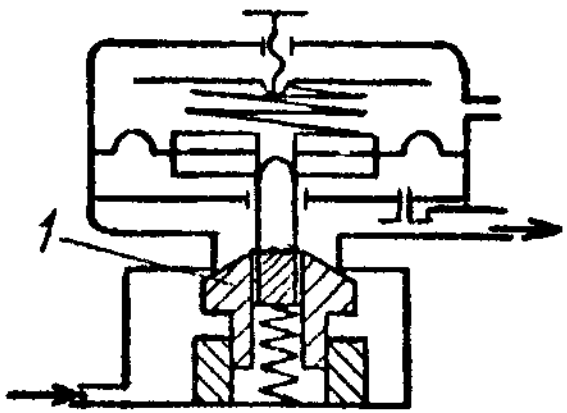


Рис. 2.6. Схема редукционного пневмоклапана с пружинной нагрузкой, со сбалансированной площадью клапана, с клапаном сброса

В рассмотренных выше схемах необходимое давление устанавливается с помощью пружины. При срабатывании клапана длина последней изменяется, что приводит к отклонению выходных параметров от заданных величин. Чтобы уменьшить получаемую в этом случае статическую ошибку, применяются редукционные клапаны типа П-КРК (рис. 2.7), у которых настроечное усилие на мембрану осуществляется заданной величиной давления сжатого воздуха, подаваемого в полость 1.

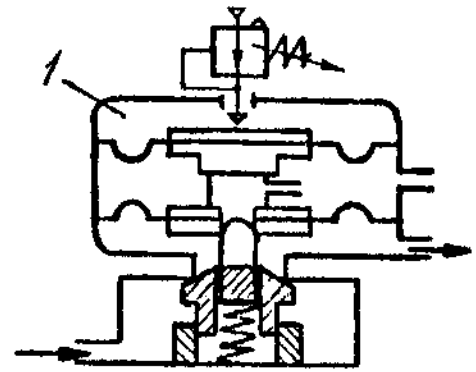


Рис. 2.7. Схема редукционного пневмоклапана с нагрузкой давлением сжатого воздуха, со сбалансированной площадью клапана, с клапаном сброса

2.3. Контрольные вопросы

1. Назначение и применение пневмоаппаратов, изучаемых при выполнении лабораторной работы.
2. Принцип действия этих аппаратов.
3. Графическое изображение пневмоаппаратов.
4. Достоинства и недостатки рассматриваемых в лабораторной работе пневмоаппаратов.

Лабораторная работа № 3

ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

3.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия пневмораспределителей по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.

2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями и действующими макетами.

3. Составление отчета по работе с приведенными в нем кратким описанием и схемами изучаемых устройств.

3.2. Теоретическая часть

Пневмораспределители предназначены для изменения направления и перекрытия потоков сжатого воздуха в пневмолиниях (каналах). Их можно классифицировать:

1) по числу внешних линий: двухлинейные, трехлинейные, четырехлинейные, пятилинейные и специальные;

2) по числу фиксированных позиций: двухпозиционные, трехпозиционные, многопозиционные;

3) по способу управления: с односторонним управлением, с пневмовозвратом и пружинным возвратом, с двухсторонним управлением, триггерного типа;

4) по виду управления: от оператора (кнопкой, рычагом, педалью), механическое (толкателем, роликом, ломающимся рычагом), электромагнитное (электромагнитом с ручным дублированием и без него), пневматическое (с повышением и понижением давления), электропневматическое (с повышением и понижением давления);

5) по конструкции распределительных устройств: клапанные, с цилиндрическим и плоским золотниками, крановые;

6) по способу присоединения: резьбовой (Р), блочный (Б), стыковой (без индекса).

Условный проход пневмораспределителей обозначается по размеру присоединительной резьбы в плитах из ряда К1/8"-04 мм; К1/4"-08 мм; К3/8"-12 мм; К1/2"-16 мм; К3/4"-20 мм; К1"-25 мм.

На рис. 3.1 показана конструкция трехлинейного двухпозиционного клапанного пневмораспределителя В76-21 (3/2) с односторонним управлением через ролик 1, рычаг 6, толкатель 2 и пружинным возвратом (пружинами 3 и 5 возвращаются в исходное положение толкатель 2 и клапан 4). Буквами П и О обозначены соответственно входное и выходное отверстия, А – атмосферный канал.

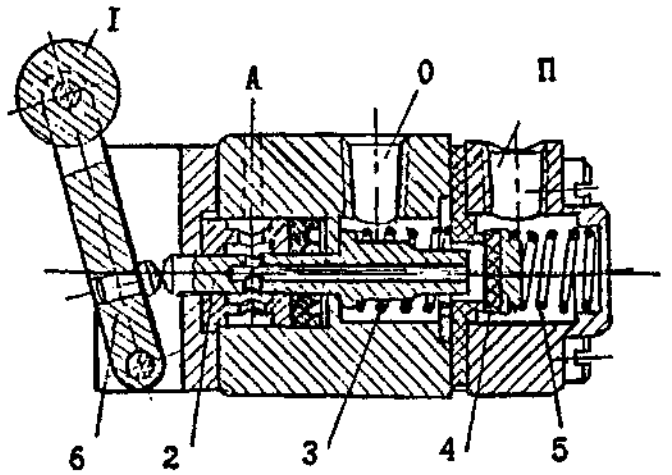


Рис. 3.1

На рис. 3.2 показана конструкция пневмораспределителя 5/2 с двухсторонним пневмоуправлением стыкового исполнения (тип 252), состоящего из корпуса 8, золотника 9, втулок 10 и подшипников 11, которые образуют пакет с установленными между ними уплотнительными кольцами 12, 13. Пакет сжат крышками 14, 15. Пневмораспределитель через прокладку может крепиться винтами к плитам (резьбового или блочного исполнения). Для этого имеются отверстия 16. Отверстия 1, 2, 3, 4, 5 предназначены для присоединения внешних линий, 6 и 7 – для присоединения линий управления.

Так как это – двухпозиционный распределитель с двухсторонним управлением, то в исходном положении золотник занимает

одно из крайних положений. При подаче управляющего сигнала, например, к отверстию 6 золотник 9 перемещается в правое положение, сообщая между собой отверстия 1 и 2, 4 и 5 и отсекая отверстие 3. При подаче сигнала в отверстие 7 золотник перемещается в левое положение. При этом сообщаются между собой отверстия 2 и 3, 1 и 4, отсекается отверстие 5. Если пневмораспределитель расположен горизонтально, при отсутствии управляющего сигнала золотник сохраняет ранее занятое положение, т.е. в этом случае это – распределитель триггерного типа. В крышках установлены дроссели 17, с помощью которых можно регулировать поток сжатого воздуха в линиях управления.

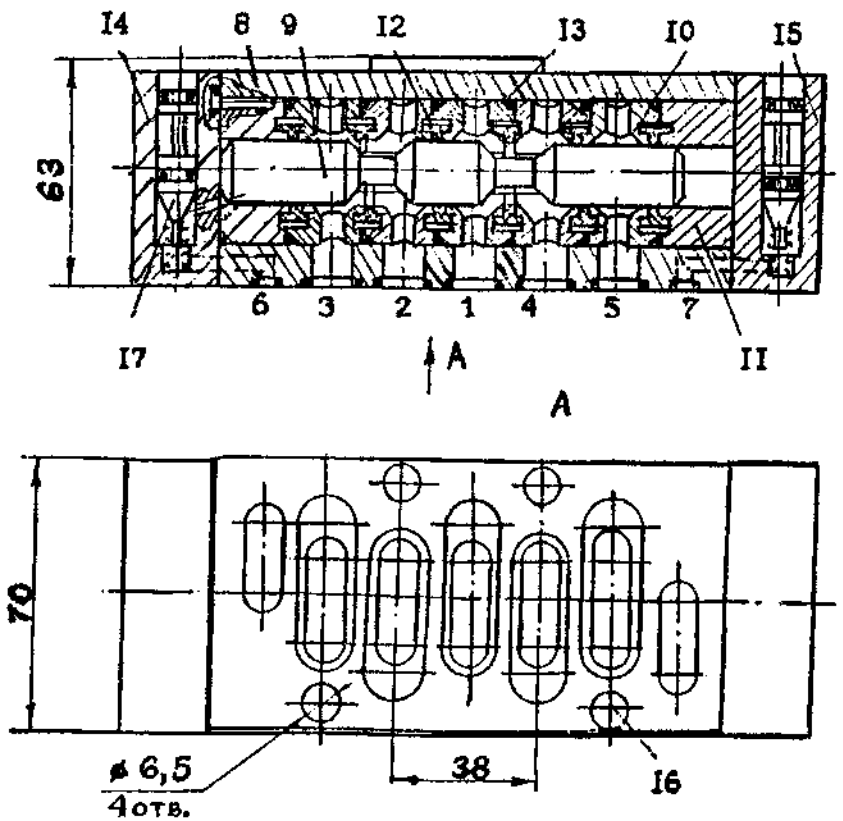


Рис. 3.2

Пневмораспределители типа 251 (5/2) имеют одностороннее пневмоуправление и пневмовозврат.

На рис. 3.3 показан пневмораспределитель 5/2 с пневмоусилением (тип 242). Пневмоусилитель состоит из цилиндра 8, поршня 9 с манжетой 10. Конструкция остальных элементов распределителей типов 251 и 242 аналогична рассмотренной выше (для распределителя типа 252). Пневмоусилитель позволяет осуществлять управление при меньшем давлении.

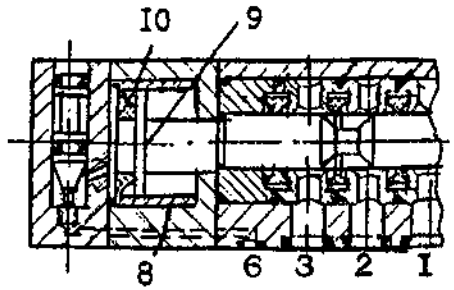


Рис. 3.3

На рис. 3.4 показан пневмораспределитель 5/2 с двухсторонним электропневмоуправлением (тип 232). Его конструкция отличается от рассмотренных выше тем, что в крышке встроены распределители с электромагнитным управлением П–ЭПРЗ–225 (≈ 110 В) и П–ЭПРЗ–212 (≈ 24 В), через которые подаются управляющие пневмосигналы в торцовые полости.

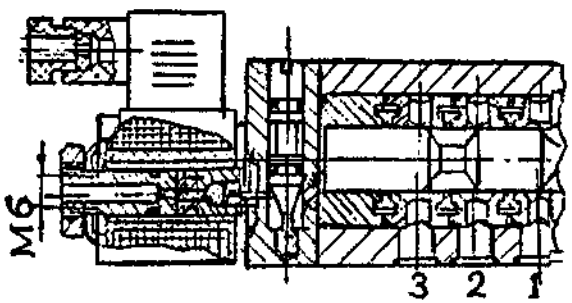


Рис. 3.4

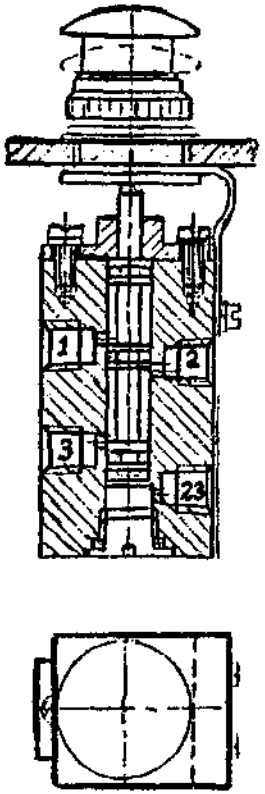


Рис. 3.5

Кроме рассмотренных выше нашли применение пневмораспределители 3/2 для дистанционного управления (тип ПР21), предназначенные для подачи командных пневматических сигналов в системах управления в зависимости от внешних воздействий, т.е. для изменения направления потоков сжатого воздуха в зависимости от внешнего управляющего сигнала (механического или пневматического). Эти распределители могут управляться толкателем, пневмосигналом, кнопкой обычной, защищенной или грибковой, переключателем, ключом, рычагом, ломающимся или поворотным рычагом. Во всех этих конструкциях распределительная часть одинаковая (см. рис. 3.5); 1, 2, 3 – отверстия подвода сжатого воздуха, 23 – отверстие пневмовозврата золотника. Если пневмовозврат отсутствует, внизу золотника устанавливается возвратная пружина. Условный проход отверстий $Д_у = 3$ мм.

В рассмотренных выше распределителях используются цилиндрические золотники. Имеются конструкции, содержащие плоские золотники, например, двухпозиционный воздухораспределитель типа БВ64–1 с двухсторонним электропневматическим управлением (рис. 3.6). Канал П соединен с питающей магистралью, А – с атмосферой, $Ц_1$ и $Ц_2$ – с выходными магистралями. Распределитель содержит: поршень 1, электромагниты 2 и 3, толкатели 4, клапан 5, золотник 6, упругое кольцо 7. Сжатый воздух из полости а через отверстия Б поступает в полости в и д. При включении электромагнита 2 клапан 5, перемещаясь влево, производит сброс сжатого воздуха из торцовой полости г через отверстия Д. Поршень 1 перемещается с золотником 6 вправо. Выход $Ц_1$ соединяется с каналом П, а выход $Ц_2$ – с атмосферой А.

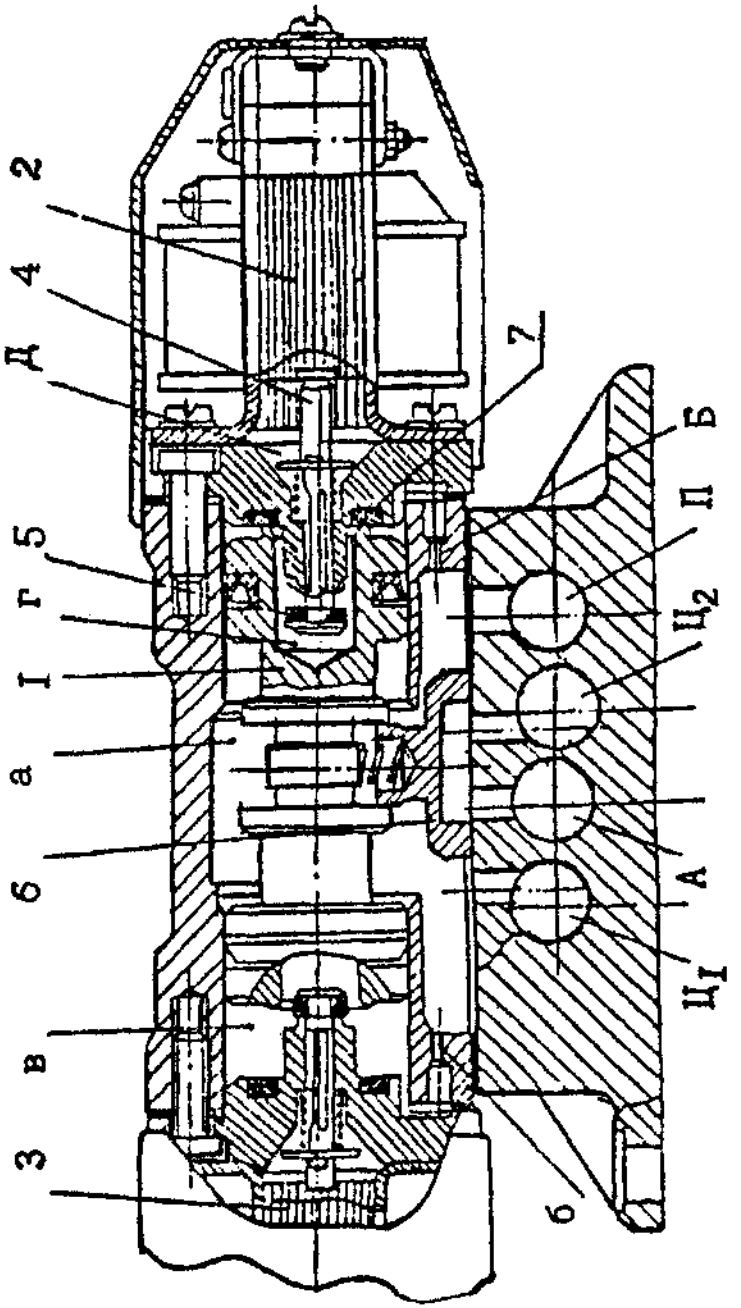


Рис. 3.6

В рассмотренных выше распределителях золотники совершают возвратно-поступательное движение. Имеются также крановые пневмораспределители, в которых применяются золотники с поворотным движением, причем они могут быть плоскими или цилиндрическими. При повороте золотников происходит соединение через образованные каналы выходных отверстий с питающими или атмосферными отверстиями. Чаще всего они управляются вручную.

3.3. Контрольные вопросы

1. Назначение и применение пневмоаппаратов, изучаемых при выполнении лабораторной работы.
2. Принцип действия этих аппаратов.
3. Графическое изображение пневмоаппаратов.
4. Достоинства и недостатки рассматриваемых в лабораторной работе пневмоаппаратов.

Лабораторная работа № 4

СИНТЕЗ, МОНТАЖ И ОТЛАДКА ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (ЦСУ)

4.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Синтез цикловой системы управления пневмопривода при использовании изученного на лекционных занятиях графоаналитического метода синтеза ЦСУ осуществляется в следующей последовательности:

1) преподавателем задается тактограмма системы управления, например: 121'2', 122'1', 122'31'3' и т.д.;

2) строится первичный граф с целью проверки цикла на реализуемость и установления необходимого количества элементов памяти;

3) нереализуемый первичный граф с помощью линий обратной связи приводится к реализуемому;

4) по реализуемому первичному графу строится вторичный граф (граф включений);

5) с использованием вторичного графа составляются уравнения выходных сигналов для систем управления с распределителями двухстороннего действия;

6) проводится корректировка полученных уравнений выходных сигналов;

7) строится принципиальная схема пневмопривода с цикловой системой управления (пример такой схемы показан на рис. 4.1).

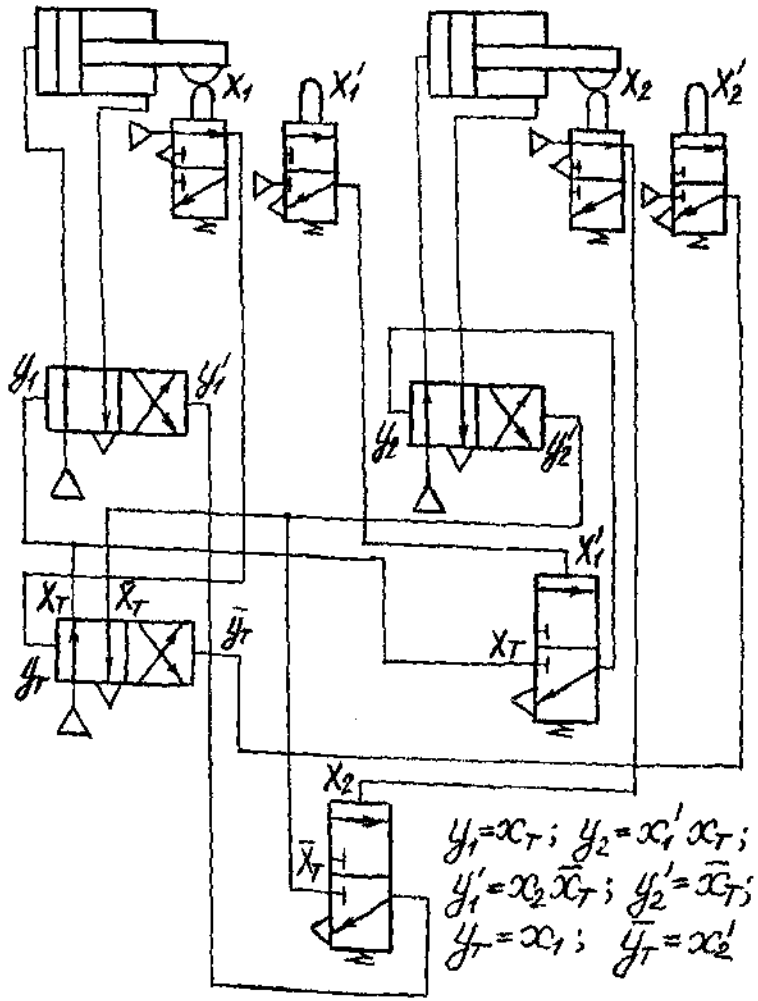


Рис. 4.1

2. Согласно полученной принципиальной схеме на учебном стенде собирается пневмопривод, при монтаже которого используются распределители двухстороннего типа, конечные пневмовыключатели, цилиндры, дроссели, гибкие трубопроводы и соединительная арматура.

3. Осуществляется отладка пневмопривода с ЦСУ (устраняются утечки, с помощью дросселей устанавливаются необходимые скорости движения поршней двигателей, проверяется соответствие полученной тактограммы работы привода заданной).

4. В отчете приводится тактограмма, первичный, вторичный графы, уравнения выходных сигналов, полученная принципиальная схема пневмосистемы с ЦСУ.

4.2. Контрольные вопросы

1. Области применения приводов с ЦСУ.
2. Принцип действия этих приводов.
3. Порядок проведения графоаналитическим методом синтеза ЦСУ.

Лабораторная работа № 5

СТРУЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ "ВОЛГА" И РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ИХ БАЗЕ

5.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия логических элементов "Волга" по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.

2. Изучение практической реализации логических операций на базе элементов "Волга".

3. Составление отчета по лабораторной работе. Необходимо привести по одному эскизу каждого из логических элементов ИЛИ, И, триггера, "ключа" для любого рабочего состояния, а также условные обозначения этих элементов и формулы выходных сигналов для логических операций ИЛИ, И.

5.2. Теоретическая часть

Дискретные элементы и усилители «Волга» предназначены для построения аналоговых и цифровых систем устройств циклового и численного программного управления станками, промышленными роботами и другим оборудованием. Они используются также в системах контроля и регулирования.

На рис. 5.1 показаны рабочий профиль струйного дискретного элемента и его основные части: канал питания 1, рабочая камера 2, каналы управления 3,4, канал смещения 5, атмосферные каналы 6, 7 и приемные каналы 8, 9. Рабочая плата 10, соединенная с крышкой 11, образует неразъемное соединение – дискретный элемент или усилитель. Монтаж элементов в управляющих устройствах осуществляется способом штекерного разъема.

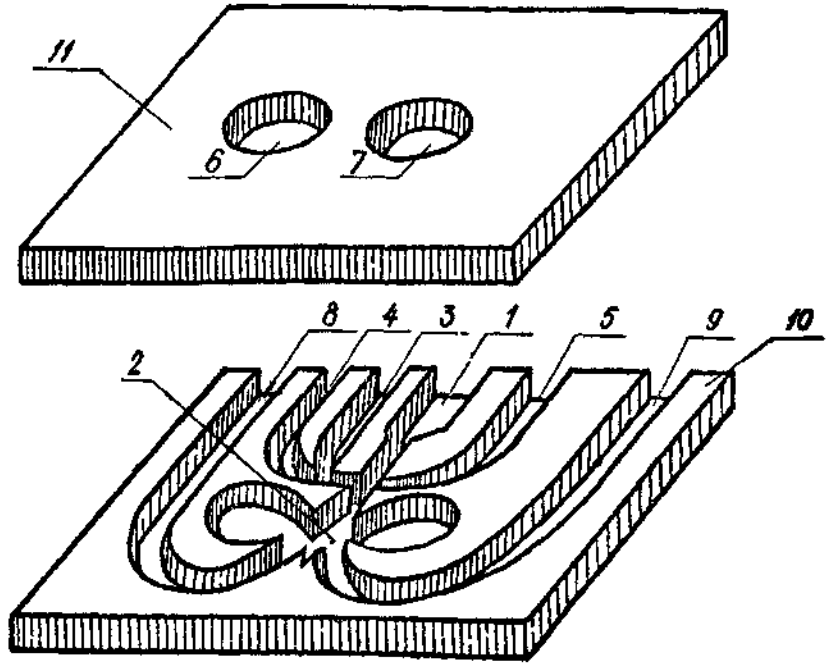


Рис. 5.1

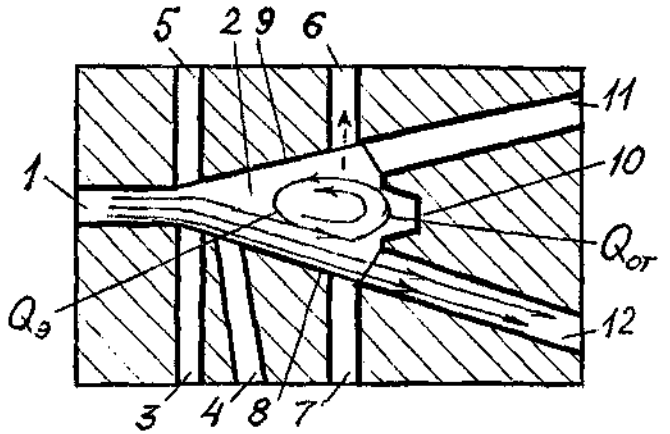


Рис. 5.2

Принцип действия струйного элемента (рис. 5.2) следующий. Струя воздуха, вытекающая из канала питания 1 в рабочую камеру 2, ограниченную стенками 8 и 9, эжектирует среду (воздух) из окружающего пространства, поэтому в зонах между струей и стенками давление – ниже атмосферного. Положение струи становится неустойчивым: под воздействием случайных возмущений она за счет эффекта прилипания (эффекта Коанда) отклоняется к одной из стенок. При этом пространство для прохода эжектируемой среды по одну сторону струи уменьшается, давление с этой стороны ослабевает, что приводит к увеличению кривизны струи. Процесс искривления струи за счет уменьшения прохода эжектируемой среды со стороны одной из стенок нарастает лавинообразно до тех пор, пока струя не притянется к одной из стенок, – например, к стенке 8. При этом она поступает в приемный канал 12. Геометрические параметры рабочей камеры выбраны так, что сечение, через которое может проходить поток, восполняющий среду, эжектируемую со стороны стенки 8, уменьшается, а со стороны стенки 9 увеличивается. Давление со стороны стенки 8 понижается, т.к. для обеспечения баланса расходов с этой стороны требуется более высокий перепад давления, чем со стороны стенки 9. Давление на силовую струю со стороны стенки 8 ниже, чем со стороны стенки 9, поэтому струя притягивается к стенке 8. Часть расхода струи $Q_{от}$ отсекается деф

флектором 10 из-за того, что ширина струи больше ширины между ним и стенкой 8. Отсеченный поток направляется в область между основным потоком воздуха и стенкой 9, образуя вихрь, эжектируемый основным потоком, а также частично попадает в атмосферный канал 6. Расход $Q_э$ эжектируемого воздуха обычно меньше расхода $Q_{от}$ отсеченной среды, что вызывает повышение давления, способствующего прижатию струи к стенке 8.

5.3. Реализация логических функций

Струйные дискретные элементы реализуют различные комбинации логических операций НЕ, ИЛИ, И. Логическими элементами, на базе которых могут быть реализованы комбинации вышеуказанных переменных, являются элементы ИЛИ – НЕ ИЛИ и И – НЕ И.

Управляющие сигналы и команды на исполнительные органы представлены в дискретных системах управления приводами в двоичной системе исчисления. Двоичный сигнал принимает значение 1 или 0.

Элемент ИЛИ – НЕ ИЛИ (элемент ст 41) представлен на рис. 5.3 и состоит из канала питания 1, камеры, ограниченной стенками 2 и 3, управляющих каналов, формирующих сигналы X_1 и X_2, приемных каналов 4 и 5 для выходных сигналов $У_1$ и $У_2$, атмосферных каналов.

На рис. 5.3 показана реализация логических операций НЕ, ИЛИ, НЕ ИЛИ дискретным элементом ИЛИ – НЕ ИЛИ.

Элемент И – НЕ И (элемент ст 43) представлен на рис. 5.4 и состоит из канала питания 1, камеры со стенками 2 и 3, управляющих каналов 4 и 5, расположенных под углом друг к другу, результирующего канала 6, приемных каналов 7 и 8. На этом же рисунке показана реализация логических операций И, И НЕ.

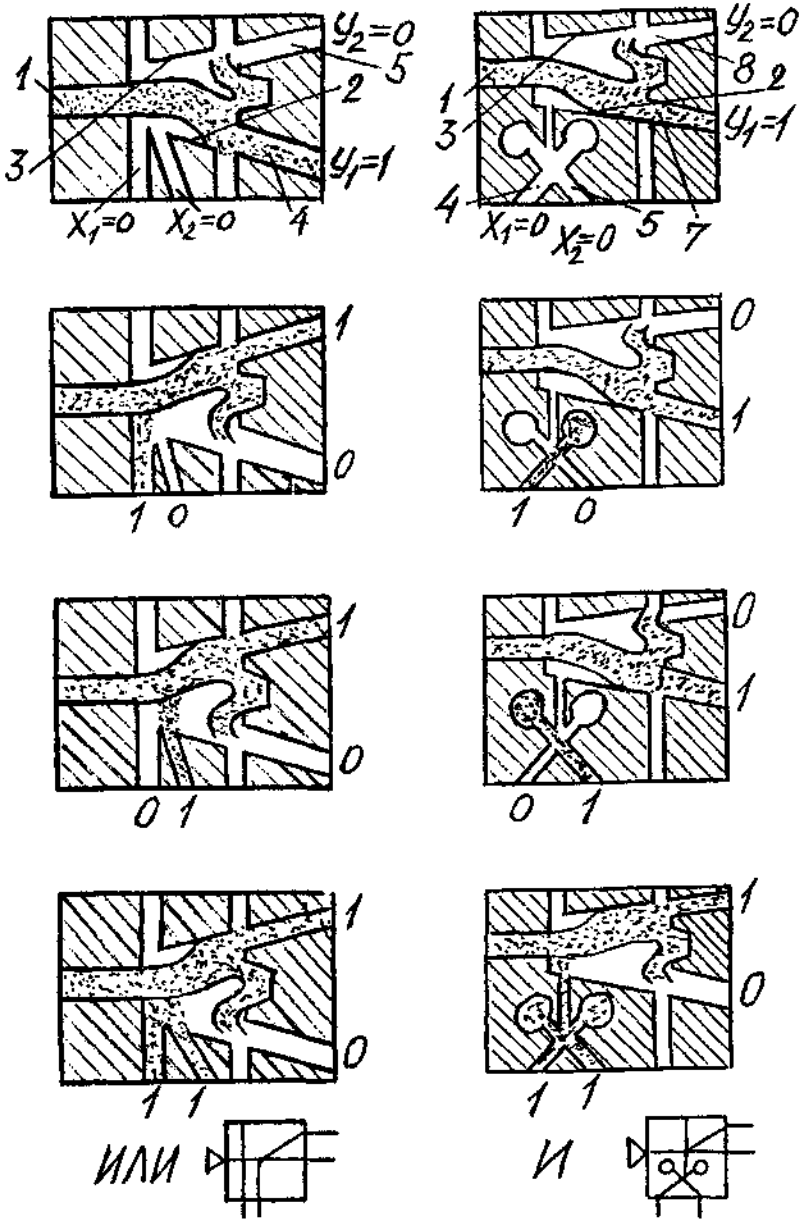


Рис. 5.3

Рис. 5.4

5.4. Рабочие процессы триггера с раздельным входом и элемента "ключ"

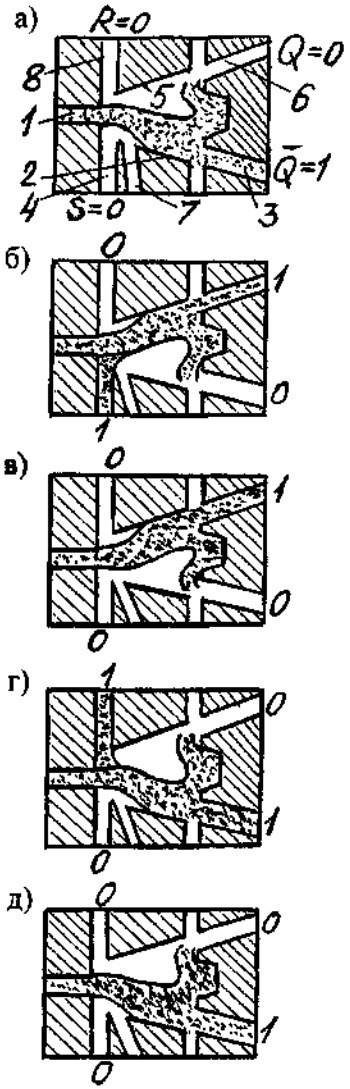


Рис. 5.5

Триггер с раздельным входом (элемент СТ 42 системы "Волга") обеспечивает запоминание сигналов. Силовая струя (см. рис. 5.5 а), вытекая из канала питания 1 под действием поперечного перепада давления, притягивается к стенке 2 и поступает в приемный канал 3, устанавливая на его выходе сигнал единичного уровня Q. Устойчивое положение струи у стенки обеспечивается тем, что сила обратной связи, определяемая поперечным перепадом давления, больше инерционных восстанавливающих сил струи. Подача управляющего потока по каналу 4 (рис. 5.5 б), т.е. сигнала S, переключающего элемент в единичное состояние, приводит к перебросу струи к стенке 5, появлению сигнала Q на выходе 6 и развитию поперечного перепада давления из-за обратной связи, действующей со стороны стенки 2, т.к. каналы 6 и 7 соединены между собой. Благодаря тому, что сила обратной связи, наличие которой обусловлено поперечным перепадом давления, больше восстанавливающих инерционных сил струи, сигнал единичного уровня сохраняется на выходе триггера с раздельными входами при снятии управляющего сигнала S (рис. 5.5 в). Элемент "запоминает" управляющий сигнал и сохраняет единичное состояние после снятия сигнала.

Переход триггера в нулевое состояние (рис. 5.5 г) осуществляется сигналом R потока управления по каналу 8. В результате взаимодействия управляющего потока с силовой струей струя перемещается к стенке 2 и течет в приемный канал 3, формируя на его выходе сигнал единичного уровня, который сохраняется и после снятия управляющего сигнала R, – триггер находится в нулевом состоянии (рис. 5.5 д). Таким образом, дискретный элемент СТ 42 обеспечивает хранение в нем записанной информации в требуемом интервале времени. Условное обозначение такого триггера показано на рис. 5.6.

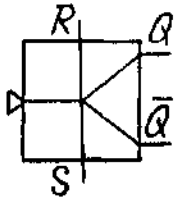
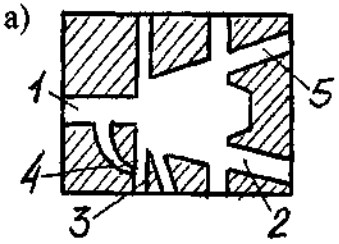


Рис. 5.6

а)



Струйный элемент "ключ" СТ 45 (рис. 5.7 а) работает следующим образом. Если не перекрыт канал 3, пневматический сигнал проходит из канала к выходному каналу 2 и через дроссель 4, образованный внутри элемента "ключ", проходит частично по каналу 3 в атмосферу. Если канал 3 перекрывается, давление в последнем возрастает, и воздух из него воздействует на поток, протекающий через каналы 1 и 2. Поэтому происходит переключение этого потока на выход 5. Условное обозначение "ключа" показано на рис. 5.7 б.

б)

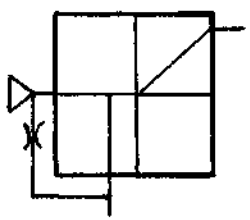


Рис. 5.7

5.5. Описание установки

Установка для реализации логических операций на элементах "Волга" содержит следующие основные агрегаты и узлы:

1) компрессор, удаленный по месту расположения от остальных узлов;

2) систему подготовки воздуха, состоящую из узла очистки и регулирования давления воздуха в питающей магистрали установки;

3) наборное поле (штекерный разъем);

4) выводы дискретных пневматических элементов СТ 41, СТ 42, СТ 43, СТ 45;

5) соединительные трубки.

Штекерный разъем (наборное поле) подключается к системе подготовки воздуха, соединенной с компрессором. В верхнюю часть наборного поля устанавливаются дискретные элементы и индикаторы. В нижней его части с помощью соединительных трубопроводов монтируются схемы для реализации различных логических операций.

5.6. Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и принцип действия логических элементов.

2. Условные обозначения этих элементов.

3. Какие физические явления лежат в основе рабочего процесса струйных элементов?

Лабораторная работа № 6

СИНТЕЗ, МОНТАЖ И ОТЛАДКА ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (ЦСУ) НА СТРУЙНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

6.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Синтез цикловой системы управления пневмопривода при использовании изученного на лекционных занятиях графоаналитического метода синтеза ЦСУ осуществляется в следующей последовательности:

1) преподавателем задается тактограмма системы управления, например: 121'2', 122'1', 122' 31' 3' и т.д.;

2) строится первичный граф с целью проверки цикла на реализуемость и установления необходимого количества элементов памяти;

3) при нереализуемом первичном графе с помощью линий обратной связи он приводится к реализуемому;

4) по реализуемому первичному графу строится вторичный граф (граф включений);

5) с использованием вторичного графа составляются уравнения выходных сигналов для систем управления с распределителями двухстороннего действия;

6) проводится корректировка полученных уравнений выходных сигналов;

7) строится принципиальная схема пневмопривода с цикловой системой управления.

Пример ЦСУ на струйных элементах показан на рис. 6.1.

2. Согласно полученной принципиальной схеме на учебном стенде собирается пневмопривод, в котором используются струйные элементы "ключи" (СТ 45), ИЛИ (СТ 41), И (СТ 43), усилители ПФ67-21М, пневмоцилиндры с возвратной пружиной, гибкие трубопроводы, наборное поле и соединительная арматура.

3. Осуществляется отладка пневмопривода с ЦСУ, реализованного на струйных элементах. Проверяется соответствие полученной тактограммы работы привода заданной.

4. В отчете приводится тактограмма, первичный, вторичный графы, уравнения выходных сигналов, полученная принципиальная схема пневмосистемы с ЦСУ.

6.2. Контрольные вопросы

1. Области применения приводов с ЦСУ, реализованных на элементах пневмоники.

2. Принцип действия этих приводов.

3. Порядок проведения графоаналитическим методом синтеза ЦСУ.

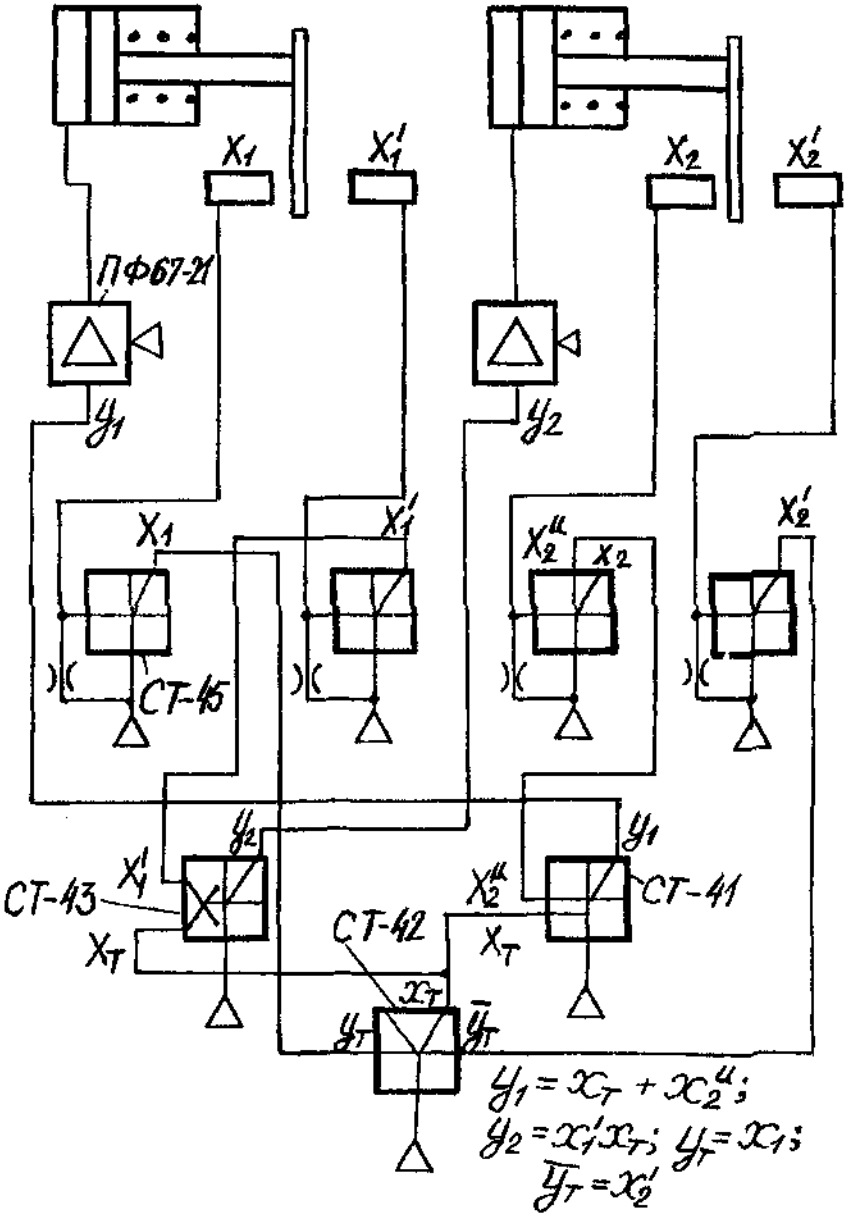


Рис. 6.1

Лабораторная работа № 7

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ (УСЭППА). АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

7.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА) по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.
2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями.
3. Составление отчета по работе с приведенными в нем кратким описанием и схемами изучаемых устройств.

7.2. Теоретическая часть

УСЭППА представляет собой реализацию элементного принципа построения приборов в пневмоавтоматике и состоит из набора универсальных элементов дискретного и непрерывного действия, каждый из которых выполняет одну простейшую операцию.

Эти элементы компактны, имеют малые вес и стоимость, внутри системы многие детали унифицированы (штуцеры, ножки). Монтаж схем осуществляется на коммутационных платах, внутри которых имеются каналы для соединения и питания.

Питание УСЭППА осуществляется воздухом, очищенным от пыли, влаги и масла. Давление составляет 0,14±0,014 МПа. Элементы работают по принципу компенсации сил, воздействующих на чувствительный элемент - мембрану. Кроме элементов с электрическим сигналом (электропневмопреобразователи, пневмоэлектропреобразователи), все они рассчитаны на работу в пожаро- и взрывоопасных условиях эксплуатации. Элементы предназначены для работы при температуре окружающего воздуха от 5 до 50^{0}С и относительной влажности 80% (при температуре 25^{0}С). Их защита от действия агрессивных сред обеспечивается анодированием алюминия, хромоникелевым или кадмиевым покрытием, молотковой эмалью на поверхности стали, цветных металлов и их сплавов.

Связь между элементами осуществляется по каналам в платах или по полихлорвиниловым трубкам с внутренним диаметром 4 мм.

Элементами непрерывного действия являются: пневмоемкости, пневмосопротивления (дроссели), повторители, повторители-усилители, задатчики, элементы сравнения.

7.2.1. Пневмоемкости

Выполняются нерегулируемыми и регулируемыми. Постоянная емкость – полый жесткий цилиндр определенного объема; регулируемая емкость содержит сильфон, объем которого измеряется вручную.

7.2.2. Пневмосопротивления (пневмодроссели)

Выполняются конструктивно нерегулируемыми и регулируемыми и служат для создания перепада давления в пневмолиниях.

Дроссель постоянный П-1127 (рис. 7.1) представляет собой капилляр диаметром 0,18 или 0,32 мм, изготовленный из никелевой трубки и снабженный фильтром тонкой очистки для защиты от засорения.

Рис. 7.1

Дроссель регулируемый П2Д.2 (ДП) - это щелевой конический дроссель, образованный иглой и втулкой (рис. 7.2). В закрытом положении расход воздуха через дроссель – не более 5 нл/ч при перепаде давления 0,14 МПа.

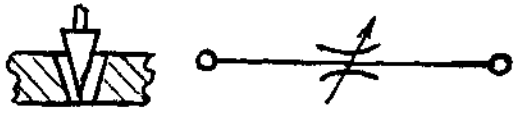


Рис. 7.2

Делитель П2С.1(Д/ДП), П2С.2(П-1087) применяется в пневматических схемах автоматического управления в качестве делителя давления и сумматора. В его корпусе конструктивно объединены постоянный и регулируемый дроссели (рис. 7.3).

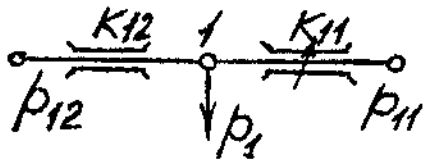


Рис. 7.3

Расход **воздуха через ламинарный дроссель при малом перепаде** давления

$$G = k \cdot (p_1 - p_2),$$

где k – проводимость дросселя (величина, обратная сопротивлению);

p_1, p_2 – давление на входе и выходе дросселя.

Тогда для данного дросселя баланс расходов в узле 1 имеет вид

$$k_{12} \cdot (p_{12} - p_1) = k_{11} \cdot (p_1 - p_{11}).$$

Отсюда

$$p_1 = \frac{p_{11}k_{11} + p_{12}k_{12}}{k_{11} + k_{12}},$$

где k_{11}; k_{12} – проводимость дросселей;

p_1, p_{11}, p_{12} – давление в узловых точках дросселя.

Дроссели П2С.1 и П2С.2 отличаются от рассмотренного только конструктивным исполнением, габаритами и весом.

7.2.3. Повторители

Повторитель П2П.1(П-1) (рис. 7.4) предназначен для выдачи маломощного пневматического сигнала, равного по давлению входному. Он состоит из двух секций, разделенных гибкой мембраной М, которая служит заслонкой выпускного сопла С, имеющего выход в атмосферу. Питание осуществляется сжатым воздухом через постоянныи дроссель типа П-1127 с капилляром диаметром 0,3 мм через штуцер 11, который конструктивно в повторитель не входит. На штуцер 12 подается входной сигнал.

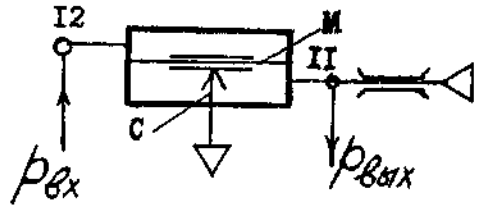


Рис. 7.4

При изменении давления на входе равновесие мембраны нарушается, она устанавливается в новое положение равновесия. При этом зазор между мембраной и соплом становится больше или меньше предыдущего в зависимости от направления изменения входного давления. Класс точности – 0,25. Давление на выходе $P_{вых}$ изменяется пропорционально давлению $P_{вх}$ на входе.

Повторитель П2П.2 (П-1С) со сдвигом (рис. 7.5) предназначен для выдачи сигнала, отличающегося от входного на постоянную величину до ± 0,15 кгс/см^2 (0,015 МПа). Сдвиг сигнала бывает необходим при согласовании величин входных и выходных сигналов отдельных элементов и устройств пневмоавтоматики.

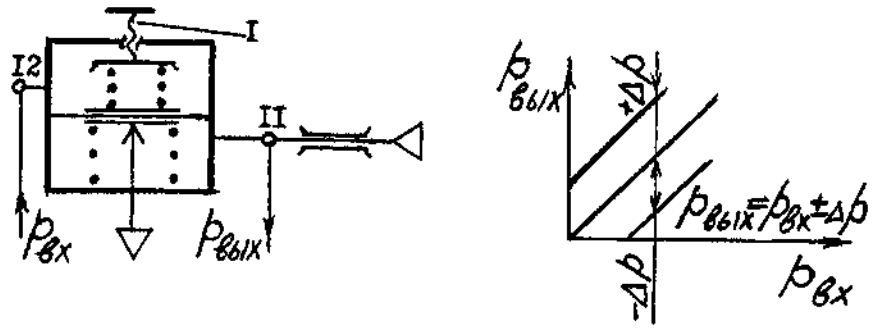


Рис. 7.5

Повторитель состоит из двух секций, разделенных гибкой мембраной. Жесткий центр мембраны служит заслонкой выпускного сопла, имеющего выход в атмосферу.

Питание подается на штуцер 11 через постоянный дроссель П-1127 с капилляром диаметром 0,3 мм. На штуцер 12 подается входной сигнал. Изменение давления на постоянную величину передается двумя пружинами, усилие которых можно регулировать винтом 1. Мембрана следящей камеры устанавливается в положение равновесия при выходном давлении, равном алгебраической сумме входного давления и постоянной величины, задаваемой пружинами. Класс точности при сдвиге ±0,15 кгс/см^2. Если усилие верхней пружины больше усилия нижней, давление сдвига добавляется к входному. Если усилие нижней пружины больше усилия верхней, оно отнимается от входного давления.

7.2.4. Повторители-усилители мощности

Используются для подключения к большим расходным нагрузкам или к длинным линиям и усиливают сигнал по расходу, не изменяя при этом давления. Усиление по расходу обеспечивается благодаря применению управляемых сопротивлений, в качестве которых используют клапаны с большим проходным сечением.

Конструкция усилителя мощности зависит во многом от применяемого клапана.

Повторитель-усилитель мощности П2П.7 (ПУ) (рис. 7.6) предназначен для усиления пневматического сигнала по мощности с коэффициентом усиления сигнала по давлению, равному единице. Он состоит из четырех секций и трех мембран, образующих шесть пневматических камер.

Входной сигнал подается на штуцер 12 и проходит в камеру Б. Питание осуществляется через штуцер 11 с большим проходным сечением. Сжатый воздух проходит в камеру Е и через постоянный дроссель 1, конструктивно включенный в прибор, – в проточную междроссельную камеру Г, давление в которой управляет выходным сигналом.

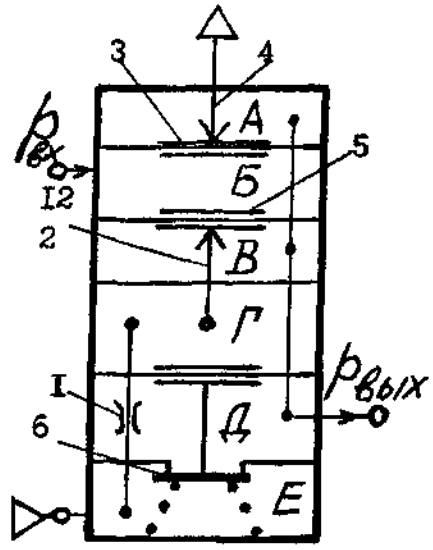


Рис. 7.6

При отсутствии входного сигнала воздух из камеры Г через сопло 2 проходит в камеру В и далее через камеру А и сопло 4 – в атмосферу. При увеличении входного давления мембрана 5 закрывает сопло 2, а мембрана 3 – сопло 4. Давление в камере Г повышается, открывается клапан 6. Давление на выходе увеличивается. При равенстве $P_{вх}$ и $P_{вых}$ мембрана 5 занимает определенное положение относительно сопла 2, давление в камере Г понижается, и клапан 6 закрывается. Мембрана 3 приоткрывает сопло 4, и воздух, поступающий через постоянный дроссель, выходит в атмосферу.

При увеличении $P_{вх}$ мембрана 3 открывает сопло 4, а мембрана 5 – сопло 2. Воздух из выходной линии и камеры Г выходит в атмосферу. Погрешность повторения сигнала ± 0,5 % $P_{вх\ max}$.

Повторитель с мощным выходом П2П.3 (П-1100) предназначен для выдачи усиленного по мощности выходного пневмосигнала $p_{вых}$, равного по давлению входному сигналу $p_{вх}$. Состоит (рис. 7.7) из трех секций и содержит мембранный блок 1, управляющий шариковыми клапанами 2 и 3. Питание осуществляется сжатым воздухом, подаваемым под давлением $p_п$ в секцию (полость) А.

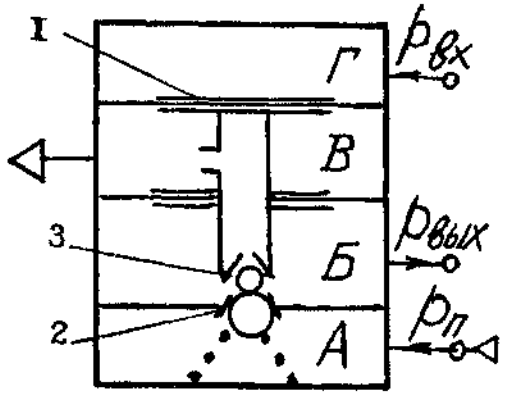


Рис. 7.7

При отсутствии входного сигнала ($p_{вх} = 0$) клапан 2 закрыт, а клапан 3 открыт. Выходная полость Б в этом случае сообщается с атмосферой, поэтому $p_{вых} = 0$. Если $p_{вх}$ увеличивается, мембранный блок перемещается вниз, клапан 3 прикрывается, а клапан 2 открывается. Воздух поступает из полости А в выходную полость Б, давление $p_{вых}$ увеличивается. При этом подача воздуха будет повышенной, т.к. размеры клапана 2 больше, чем клапана 3. Выходной сигнал будет усиленным по мощности (из-за увеличения подачи сжатого воздуха). При достижении одинакового давления в полостях Б и Г ($p_{вых} = p_{вх}$) мембранный блок 1 переместится вверх и займет определенное положение.

7.2.5. Задатчики

Задатчик маломощный П23Д.0(3) предназначен для создания стабильного давления сжатого воздуха, подаваемого обычно в глухие камеры элементов пневмоавтоматики, и состоит (рис. 7.8) из двух секций, отделенных друг от друга гибкой мембраной 2, жесткий центр которой служит заслонкой выпускного сопла 3, имеющего выход в атмосферу.

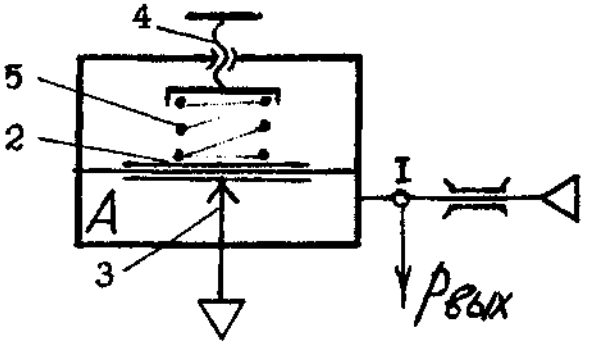


Рис. 7.8

Давление питания подается на штуцер 1 через постоянный дроссель П-1127 с капилляром диаметром 0,3 мм в полость А. Установка заданного давления производится с помощью настроечного винта 4, при вращении которого изменяется сжатие пружины 5. Мембрана следящей камеры устанавливается в положение равновесия при выходном давлении $p_{вых}$, пропорциональном силе сжатия пружины.

Рабочий диапазон выходного сигнала – 0,02…0,1 МПа. Нестабильность настройки – 0,5% от максимального выходного давления.

Задатчик П23Д4(ЗУ) предназначен для создания опорного давления в диапазоне 0,02…0,1 МПа в камерах нескольких приборов, содержит (рис. 7.9) три эластичных мембраны 1, 4, 9, которые вместе с корпусом образуют семь пневмокамер. Задатчик обеспечивает передачу сигнала по пневмолинии диаметром 4 мм до 150 м. Питание сжатым воздухом осуществляется через штуцер 11 с большим проходным сечением. Воздух подается в камеру Ж и через постоянный дроссель 8 – в камеры Д и Б, представляющие собой единую проточную камеру между дросселем 8 и переменным дросселем, образованным мембраной 4 и соплом 3.

Если винтом 5 пружина 6 не сжата, то полости Г, В, А и Б сообщаются с атмосферой, поэтому $p_{вых} = 0$.

Если винтом 5 мембрана 4 установлена в положение, прикрывающее сопло 3, то давление в проточной полости (полостях Б и Д) увеличивается, следовательно, сопло 2 закрывается, а клапан 10

открывается. Воздух поступает в полость Е, к выходному штуцеру 12 и через обратную отрицательную связь – в полости В и А. С увеличением $p_{вых}$ выше давления, определяемого усилием пружины 6, мембрана 1 перемещается вверх, клапан 10 закрывается; мембрана 4 открывает сопло 3. Если давление $p_{вых}$ увеличивается выше заданного, – открывается сопло 3, сообщающееся с атмосферой. При падении $p_{вых}$ сопло 3 закрывается, а клапан 10 открывается. Стабильность выходного давления ± 0,5 %.

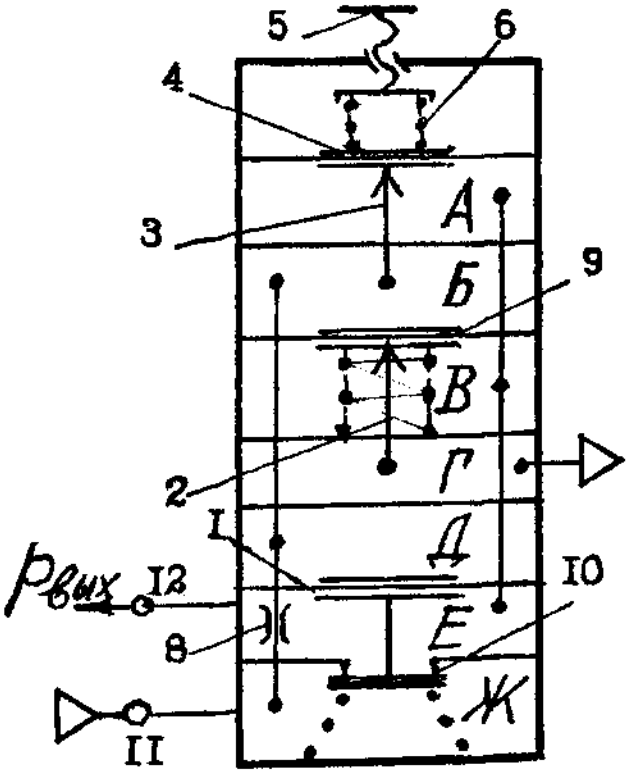


Рис. 7.9

7.2.6. Элементы сравнения

Эти элементы предназначены для сравнения нескольких непрерывных пневматических сигналов и получения выходных дискретных сигналов 0 или 1 рассогласования сравниваемых давлений.

Они основаны на использовании трех- или пятимембранных реле (усилителей).

Элемент сравнения П2ЭС1 (ЭС-3) предназначен для сравнения двух пневмосигналов. Состоит (рис. 7.10) из трехмембранного блока и двух пар "сопло-заслонка". Положение сопел вдоль оси элемента регулируется, что обеспечивает высокую точность настройки элемента сравнения. Сравниваемые давления подаются на штуцеры 12 и 2.

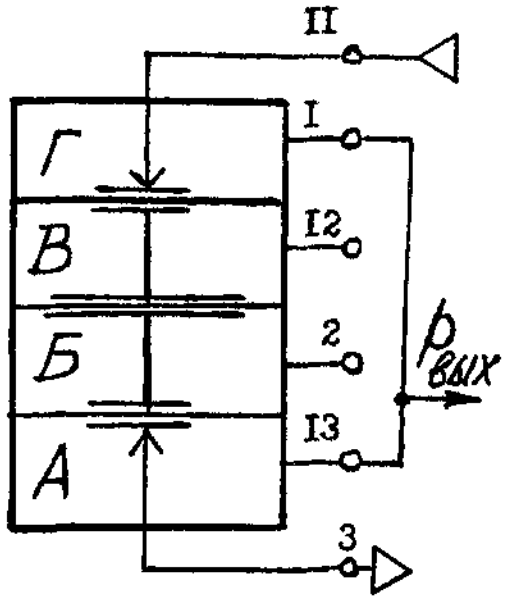


Рис. 7.10

Эффективные площади мембран 1 и 3 равны друг другу и значительно меньше эффективной площади мембраны 2. Из-за различия эффективных площадей мембран, образующих глухие камеры, при увеличении давления в полости В давление на выходе увеличивает-

ся, а при увеличении давления в полости Б – уменьшается. Поэтому полость В называют положительной, а полость Б – отрицательной. При рассогласовании между сравниваемыми давлениями открыт верхний ($p_{вых}$ = 1) или нижний ($p_{вых}$ = 0) пневматический контакт. Питание подается через штуцер 11, а штуцер 3 соединяется с атмосферой. Выходной сигнал поступает в штуцер 13, соединенный со штуцером 1.

Элемент сравнения П2ЭС.3 (ЭС-5) (рис. 7.11) предназначен для сравнения двух или четырех непрерывных пневматических сигналов и получения выходных дискретных сигналов "0" или "1" в зависимости от знака алгебраической суммы сравниваемых давлений, а также для алгебраического суммирования трех пневматических сигналов: двух – со знаком (+) и одного – со знаком минус (-).

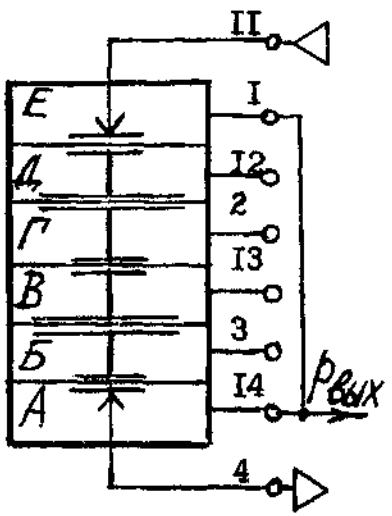


Рис. 7.11

Элемент состоит из мембранного блока (реагирующего органа) и двух пар "сопло-заслонка".

Положение сопел вдоль оси элемента регулируется, что обеспечивает высокую точность настройки элемента сравнения. Сравниваемые сигналы подаются через штуцеры 2, 3, 12 и 13. Камеры В и Д считаются положительными, а камеры Б и Г – отрицательными.

Питание подается через штуцер 11, а штуцер 4 соединяется с атмосферой. Выходной сигнал поступает в штуцер 14, соединенный со штуцером 1.

На работе П2ЭС.3 в качестве элемента сравнения открыт верхний ($p_{вых}$ = 1) либо нижний ($p_{вых}$ = 0) пневматический контакт. При работе П2ЭС.3 в качестве сумматора в штуцерах 1 или 14 выходной сигнал равен алгебраической сумме сравниваемых давлений.

7.3. Контрольные вопросы

1. Элементы УСЭППА, области применения, принцип работы и организации систем и устройств пневмоавтоматики.
2. Какую функцию в системах пневмоавтоматики выполняют повторители?
3. Какие элементы выполняют алгебраические операции суммирования?

Лабораторная работа № 8

ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЕЙНОЙ ТЕХНИКИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ (УСЭППА)

8.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучение конструкции и принципа действия элементов промышленной пневмоавтоматики (УСЭППА) по данному учебному пособию с использованием рекомендуемой литературы.
2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями.
3. Составление отчета по работе с приведенными в нем кратким описанием и схемами изучаемых устройств.

8.2. Теоретическая часть

Элементы дискретной техники предназначены для построения логических устройств. Выходное давление может принимать значе-

ния 0 или 0,08...0,14 МПа, соответствующие логическим переменным 0 и 1. Эти два условия сигналов используют в качестве двух значений логических переменных.

К элементам релейной техники относятся: реле, электропневмопреобразователи, пневмотумблеры, пневмокнопки, вентили.

Реле универсальное трехмембранное П1.Р1 (рис. 8.1) является основным логическим элементом, предназначенным для выполнения элементарных логических и счетных операций с дискретными сигналами.

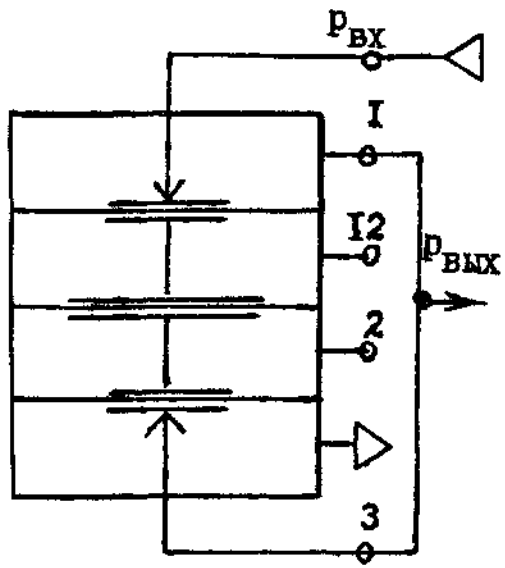


Рис. 8.1

Реле имеет две основные части: реагирующий орган и два пневмоэлемента "сопло-заслонка". Реагирующий орган состоит из трех плоских резинотканевых мембран, связанных по оси жестким центром.

Для введения положительной обратной связи в пневмореле нижнюю камеру соединяют с атмосферой, а верхнюю – с нижним соплом. Командные сигналы подаются на штуцеры 12 и 2. Один из командных сигналов поддерживается постоянным (давление подпора), другой может принимать два дискретных значения: 0 или 1. Выходной сигнал реле может принимать лишь два значения: 0 и $p_{вх}$. Если давление в штуцере 2 больше давления в штуцере 12, верхнее сопло закрыто, а выход реле через нижнюю камеру сообщается с атмосферой и $p_{вых} = 0$. Так как давления в верхней и нижней камерах равны между собой, то при увеличении давления на штуцере 12 шток реле перейдет в нижнее положение при $p_{12} = p_2$. Давления $p_{вых}$ и в верхней камере станут равными $p_{вх}$.

Мембранный блок при отсутствии обоих командных сигналов находится в неопределенном положении, отчего элемент носит название реле с неопределенным нулем.

В нижней камере за счет того, что она сообщается с атмосферой, избыточное давление всегда равно нулю. Следовательно, после перехода штока в нижнее положение на него будет действовать дополнительная постоянная сила, направленная вниз и равная произведению эффективной площади верхней мембраны на давление питания. Таким образом реализуется положительная обратная связь.

При уменьшении давления p_{12} шток реле перейдет в верхнее положение.

Величина давления подпора выбирается в зависимости от условий работы. Если под действием давления подпора питающее сопло должно быть закрыто, подпор устанавливается величиной, приблизительно равной 0,7 давления питания, в противном случае достаточно 0,3 давления питания. Разница в величинах подпоров объясняется тем, что благодаря действию положительной обратной связи силы, действующие на шток сверху вниз, могут превосходить силы, действующие в обратном направлении.

Реле универсальное П1.Р3 (Р–3Ф) (рис. 8.2) отличается от описанного выше введением в нижнюю камеру цилиндрической пружины, отчего прибор носит название реле с фиксированным нулем. Для управления работой реле достаточно подачи только одного управляющего сигнала.

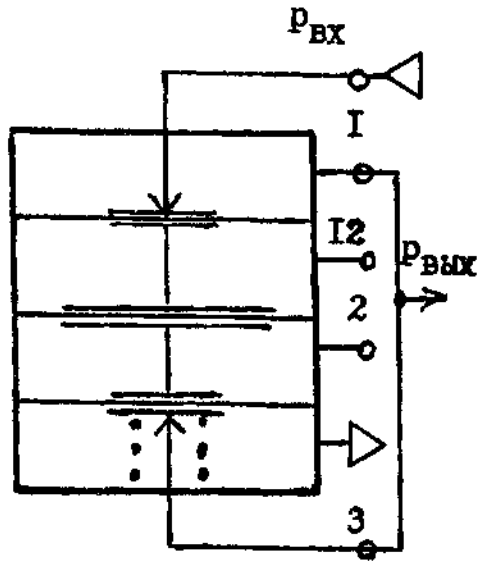


Рис. 8.2

Клапан ПЗК.1(К–2) одноконтактный (рис. 8.3) предназначен для коммутации непрерывных и дискретных пневматических сигналов в схемах автоматического управления.

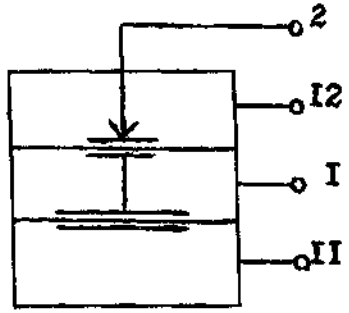


Рис. 8.3

Клапан состоит из трех камер, разделенных двумя мембранами, жесткий центр которых служит заслонкой выпускного сопла. Подпор создается давлением воздуха, равным $0{,}5p_2$ и подаваемым через

штуцер 11 (нормально закрытый клапан) или через штуцер 1 (нормально открытый клапан). Входные сигналы подаются через штуцеры 2 или 12.

Командное давление сжатого воздуха, подаваемого через штуцеры 11 и 1, может принимать два дискретных значения – 0 или 1.

В зависимости от величины командного сигнала мембранный блок занимает два положения, при которых пневмоконтакт открыт или закрыт.

Клапан ПЗК.5(К–или–С) (рис. 8.4) предназначен для выполнения логической операции ИЛИ, которая заключается в том, что на выходе клапана должен появиться единичный сигнал, если этот сигнал подан хотя бы на один из входов клапана.

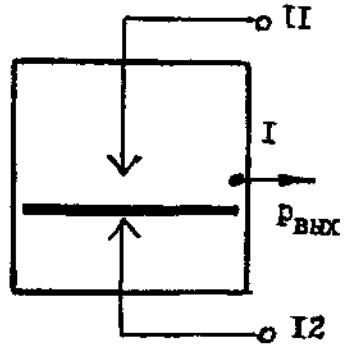


Рис. 8.4

Клапан состоит из двух секций, между которыми расположена не закрепленная в корпусе «летающая» мембрана, перекрывающая одно из сопел, в результате чего на выход проходит сигнал 1.

Входные давления подаются через штуцер 11 и 12 в одно или в другое сопло. Если оба давления на входе равны, мембрана находится в неопределенном положении, и на выход проходит любое из двух давлений или оба сразу.

Электропневмопреобразователь ПППР.5(ЭП) дискретный (рис. 8.5) предназначен для преобразования электрического дискретного сигнала постоянного тока в пневматический дискретный сигнал.

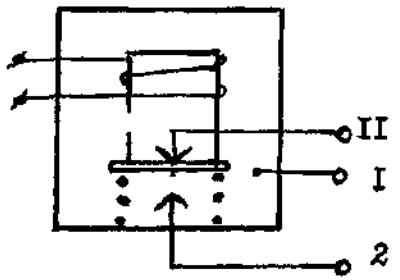


Рис. 8.5

Преобразователь состоит из корпуса, крышки и электромагнита, закрытого колпаком. Якорь электромагнита связан штоком с двухсторонней подпружиненной заслонкой. Заслонка перемещается между двумя соплами, одно из которых соединено со штуцером 11, а другое – со штуцером 12.

При подаче напряжения на катушку электромагнита якорь притягивается, преодолевая сопротивление пружины, и заслонка, открывая одно сопло, закрывает другое, соединяя штуцер 1 со штуцером 11. Таким образом, при подаче и снятии электрического напряжения преобразователь работает как переключатель пневматических каналов связи. Рабочее напряжение 24±3 В постоянного тока.

Пневмоэлектропреобразователь П1ПР.4 (рис. 8.6) предназначен для преобразования пневматического дискретного сигнала в электрический дискретный сигнал и состоит из двух секций, мембраны и переключателя.

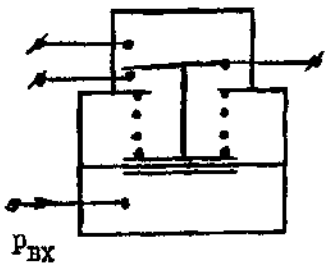


Рис. 8.6

Давление воздуха $p_{вх}$, подаваемого на вход прибора, прогибает подпружинную мембрану, которая при помощи толкателя замыкает

нормально открытый микропереключатель. При $p_{вх} = 0$ пружина отводит мембрану, и микропереключатель возвращает контактную пластину в исходное положение.

Пневмотумблер П1Т.2(ПТ) (рис. 8.7) предназначен для ручной подачи командных сигналов в схеме пневмоавтоматики и монтируется на щите или крепится на плате.

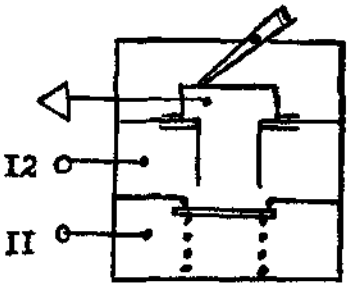


Рис. 8.7

Сжатый воздух давления питания подается через штуцер 11 в камеру, закрытую пневмоконтактом "сопло-заслонка". При переводе рычага тумблера стержень открывает пневмоконтакт и пропускает давление питания на выход через штуцер 12.

При обратном переводе рычага пневмоконтакт закрывается пружиной, стержень отходит вверх, и сжатый воздух из выходного штуцера 12 через канал толкателя выходит в атмосферу.

Пневмокнопка П1КН.3(ПК) (рис. 8.8) предназначена для кратковременной подачи сжатого воздуха через штуцер 12.

Работает аналогично П1Т.2(ПТ).

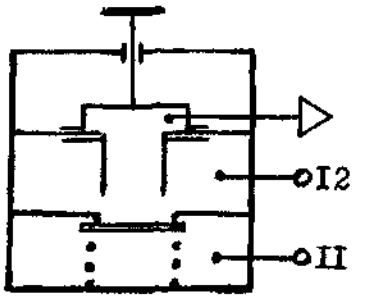


Рис. 8.8

Вентиль ПОВ.1(Э) (рис. 8.9) предназначен для ручного замыкания или размыкания мощной пневматической линии связи и является элементом щитового монтажа.

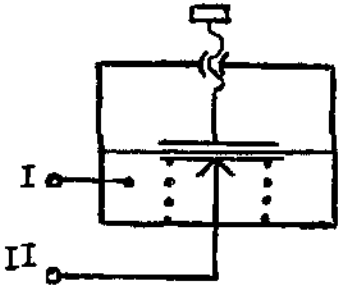


Рис. 8.9

Вентиль состоит из двух секций, разделенных мембраной, жесткий центр которой прикрывает сопло при ручном повороте маховичка вентиля. При открытом вентиле мембрана отжимается сжатым воздухом, проходящим из штуцера 11 в штуцер 1.

8.3. Контрольные вопросы

1. В чем состоит принципиальное отличие элементов релейной и непрерывной техники?
2. Принцип действия трехмембранного реле.
3. Назначение пневмоклапанов и пневмотумблеров.
4. Отличие пневмокнопки от вентиля.

Лабораторная работа № 9

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА БАЗЕ ЭЛЕМЕНТОВ УСЭППА

9.1. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретическую часть по выполнению работы.
2. Собрать схему генератора (рис. 9.1).

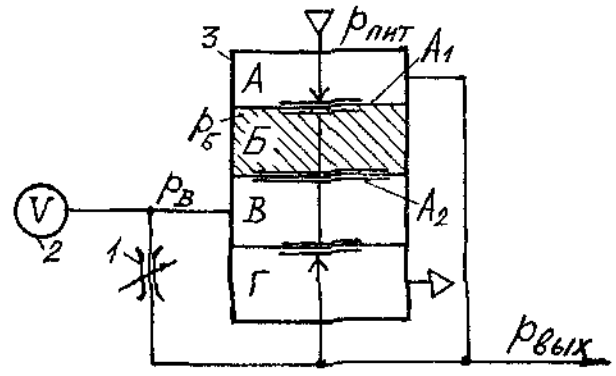


Рис. 9.1

3. Подать питание (сжатый воздух).
4. Изменением настройки регулируемого дросселя определить его влияние на частоту импульсов генератора.
5. Периоды определять с помощью манометра, подключенного к выходу генератора: один период соответствует переходу стрелки манометра от нуля до давления питания.
6. Рассчитать частоту для заданного открытия дросселя по формуле

$$f = n / t,$$

где f – частота, Гц;

n – число периодов (10 или 20);

t – время, за которое произойдет n периодов.

7. Результаты измерений и вычислений внести в таблицу:

Таблица 9.1

№ пп	Угол поворота регулируемого дросселя	Число импульсов	t, с	f, Гц	Примечание
1					
…					
10					

8. По результатам измерений построить график зависимости частоты импульсов f от открытия дросселя α, т.е. f = φ(α).

9. Построить циклограмму работы генератора прямоугольных импульсов.

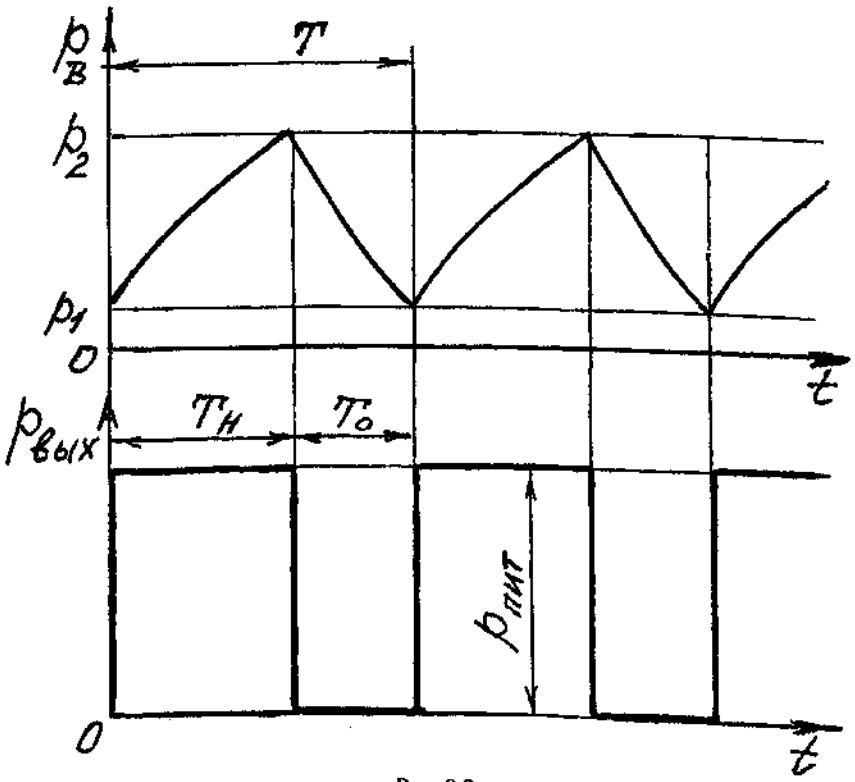


Рис. 9.2

Литература

1. Берендес Т.К., Ефремова Т.К., Тагаевская А.А. и др. Элементы и схемы пневмоавтоматики. – М.: Машиностроение, 1976. – 310 с.

2. Ибрагимов И.А., Фарзане Н.Г., Илясов Л.В. Элементы и системы пневмоавтоматики. – М.: Высш. школа, 1984. – 360 с.

3. Дмитриев В.Н., Градецкий В.Г. Основы пневмоавтоматики. – М.: Машиностроение, 1973. – 360 с.

4. Пневмогидроаппараты и системы смазки технологического оборудования: Каталог (Филиал НИИНавтопрома). – Тольятти, 1985. – 127 с.

5. Андреев А.Ф., Артемьев П.П., Бартош П.Р. и др. Гидропневмоавтоматика и гидропривод мобильных машин. Средства гидропневмоавтоматики. – Мн.: ВУЗ – ЮНИТИ БГПА – ИСН, 1998.– 224 с.

6. Пневматические устройства и системы в машиностроении: Справочник / Под ред. Е.В.Герц. – М.: Машиностроение, 1981. – 408 с.

7. Федорец В.А. Расчет гидравлических и пневматических приборов гибких производственных систем. – Киев.: Вища школа, 1988.– 180 с.

8. Элементы и устройства пневмоавтоматики высокого давления. – М.: НИИМАШ, 1978. – 203 с.

Содержание

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ..... 3
Лабораторная работа № 1
АППАРАТУРА ПОДГОТОВКИ ВОЗДУХА..... 4
Лабораторная работа № 2
РЕГУЛИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА ПНЕВМОСИСТЕМ.... 12
Лабораторная работа № 3
ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ..... 20
Лабораторная работа № 4
СИНТЕЗ, МОНТАЖ И ОТЛАДКА ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (ЦСУ)..... 26
Лабораторная работа № 5
СТРУЙНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ "ВОЛГА" И РЕАЛИЗАЦИЯ ЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НА ИХ БАЗЕ..... 28
Лабораторная работа № 6
СИНТЕЗ, МОНТАЖ И ОТЛАДКА ЦИКЛОВОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ (ЦСУ) НА СТРУЙНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ..... 35
Лабораторная работа № 7
УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ (УСЭППА). АНАЛОГОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ..... 38
Лабораторная работа № 8
ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЕЙНОЙ ТЕХНИКИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИКИ (УСЭППА)..... 49
Лабораторная работа № 9
ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА БАЗЕ ЭЛЕМЕНТОВ УСЭППА..... 56
Литература..... 59