

ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

Цель работы:

Изучение схем, конструкций и принципа действия гидрораспределителей.

5.1 Порядок выполнения лабораторной работы

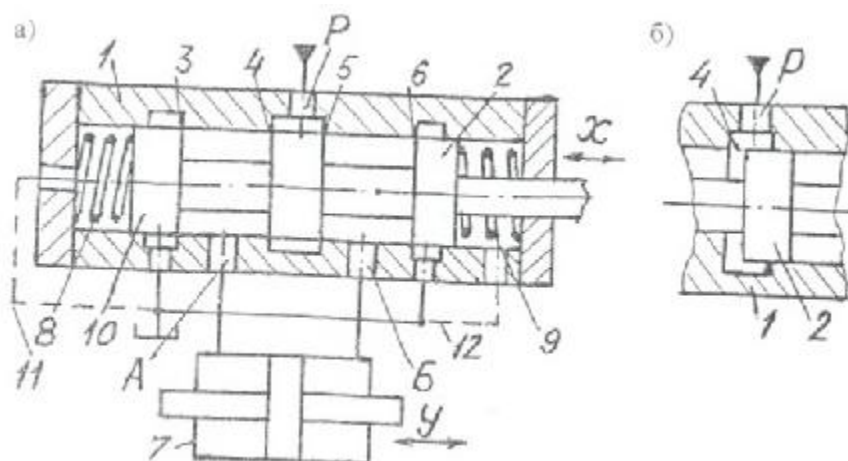
1. Изучение назначения схем, конструкций и принципа действия гидрораспределителей по данному учебному пособию.

2. Практическое ознакомление с имеющимися в лаборатории моделями и деталями гидрораспределителей.

3. Составление отчета по работе с приведением в нем краткого описания и схем основных типов гидрораспределителей, изучаемых в данной работе.

5.2 Назначение, схемы, конструкции и принцип действия гидрораспределителей

Гидравлический распределитель – гидроаппарат, предназначенный для изменения направления (распределения) потоков жидкости, пуска и остановки этих потоков, а также для регулирования давления и расхода жидкости. Основными конструктивными элементами гидрораспределителя являются корпус 1 и запорно-регулирующий элемент 2 (например, золотник 2, рисунок 5.1).



а – в нейтральном положении золотника; б – при сдвинутом вправо золотнике
Рисунок 5.1 - Конструктивная схема гидрораспределителя

В зависимости от их функционального назначения распределители делят на:

1. *Направляющие распределители*, используемые для изменения направления, пуска и остановки потока рабочей жидкости в зависимости от наличия определенного внешнего управляющего сигнала X . Запорно-регулирующий элемент (золотник) 2 при наличии занимает всегда крайние (левое или правое) рабочие положения (рисунок 5.1 *a*), называемые рабочими позициями. При прохождении жидкости через рабочие проходные сечения (рабочие щели) 3, 4, 5, 6 распределителя параметры потока жидкости (давление и расход) не изменяются. На рисунке 5.1 *b* показана рабочая щель 4 при сдвинутом вправо золотнике 2.

2. *Дросселирующие распределители*, используемые не только для изменения направления потока рабочей жидкости, но и регулирования расхода и давления рабочей жидкости в соответствии с изменением внешнего воздействия X . Запорно-регулирующий элемент (золотник) 2 такого гидрораспределителя может занимать бесконечное множество промежуточных рабочих положений, образуя определенные величины дросселирующих щелей 3, 4, 5, 6. Характеристика сигналов управления – непрерывная (аналоговая). Чем больше внешний управляющий сигнал X , тем больше рабочее проходное сечение 4 (рисунок 5.1 *b*) и больше расход рабочей жидкости. Таким образом, эти распределители имеют следящее действие, т.е. расход рабочей жидкости изменяется с учетом величины поступившего сигнала. Если обеспечить пропорциональное смещение выходного звена Y в зависимости от входного сигнала X , то дросселирующий распределитель может использоваться в качестве гидроусилителя.

Схема подключения распределителя к напорной линии и к гидродвигателю 7 (каналами А и В) на рисунке 5.1 *a*. При перемещении золотника 2 вправо жидкость из напорной линии поступает в полость Р и через рабочее проходное сечение 4, полость А — в левую камеру гидроцилиндра 7, а из правой камеры последнего жидкость вытекает через полость В, рабочее сечение 6 в гидробак. Поршень гидроцилиндра 7 перемещается вправо. Аналогично происходит перемещение поршня влево при сдвиге золотника 2 влево. При отсутствии управляющего сигнала X пружины 8 и 9 устанавливают золотник 2 в нейтральное положение, показанное на рис. 5.1 *a*. Поток жидкости через гидрораспределитель прекращается.

Если принимается, что зазоров между всеми тремя поясками 10 золотника 2 и корпусом 1 нет, а следовательно, отсутствуют утечки жидкости через них, такой распределитель называется идеальным. В действительности же эти зазоры неизбежны, поэтому всегда будут иметься утечки жидкости, например, из полостей А и В в полости, в которых установлены пружины 8 и 9. Следовательно, необходимо образовать дренажные линии 11 и 12, чтобы отвести эти утечки в гидробак и не нарушить работоспособность распределителя. Если учитываются указанные выше утечки, в этом случае гидрораспределитель реальный.

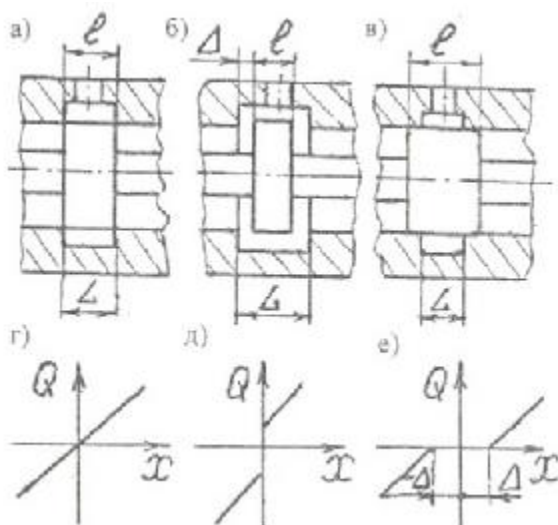
В целом распределитель объединяет в себе несколько дросселирующих устройств (дросселей). В данном случае (рисунок 5.1 *a*) он содержит четыре

дресселя, дресселирующие отверстия которых обозначены позициями 3, 4, 5, 6.

Конструктивно схемы перекрытия рабочих проходных сечений (щелей, окон) могут быть разными. В зависимости от ширины цилиндрического пояска 10 золотника и ширины цилиндрической расточки 12 корпуса 1 (рисунок 5.1 а) распределители бывают:

- 1) с нулевым перекрытием ($l = L$, см. рисунок 5.2 а);
- 2) с отрицательным перекрытием ($l < L$, см. рисунок 5.2 б);
- 3) с положительным перекрытием ($l > L$, см. рисунок 5.2 в).

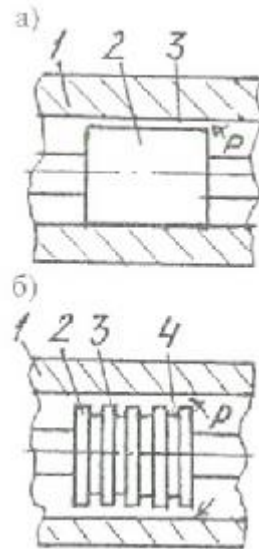
Расходные характеристики этих распределителей показаны соответственно на рисунке 5.2 г, д, е.



а – нулевое; б – отрицательное; в – положительное;
г, д, е – расходные характеристики

Рисунок 5.2 — Перекрытия переходных сечений

В процессе работы гидрораспределителя золотник 2 может сдвинуться и прижаться, например, к нижней части корпуса 1 (рисунок 5.3 а). Под действием давления жидкости p в зазоре 3 возникнут при осевом перемещении золотника 2 большие силы сопротивления из-за трения золотника о корпус и межмолекулярных сил сцепления (особенно при длительном нахождении золотника в покое). Для снижения этих сил нередко на пояске золотника 2 нарезают кольцевые канавки 4 квадратного сечения (рисунок 5.3 б). Жидкость протекает под давлением p через зазор 3 между корпусом 1 и пояском золотника 2, попадает в кольцевые канавки 4. Поскольку гидравлическое сопротивление последних незначительное, давление в любом сечении канавки (по окружности) становится одинаковым, то есть со всех сторон снаружи пояска действует одинаковое давление. Неуравновешенность золотника 2 исчезает, и он становится в «плавающее» положение, что значительно снижает вредные силы, описанные выше.



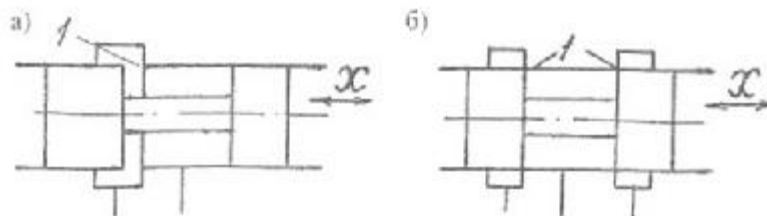
а – без канавок; б – с кольцевыми канавками
Рисунок 5.3 Конструктивная схема золотника

На практике существует большое количество различных конструкций гидрораспределителей. Их можно классифицировать следующим образом:

1. По числу основных линий (рабочих щелей)

- 1) двухлинейные (однощелевые, содержащие одну щель)(рисунок 5.4 а)
- 2) трехлинейные (двухщелевые) (рисунок 5.4 б);
- 3) четырехлинейные, например гидрораспределитель на рисунке 5.1 а, содержащий четыре щели 3, 4, 5, 6;
- 4) пятилинейные;
- 5) специальные.

Различие между четырехлинейными и пятилинейными распределителями состоит в том, что для первого из них крайние кольцевые канавки корпуса соединены между собой внутренним каналом и подключены к одной общей линии, а для второго – связаны с двумя независимыми линиями.



а– двухлинейного (однощелевого); б – трехлинейного (двухщелевого)
Рисунок 5.4 Схема гидрораспределителей

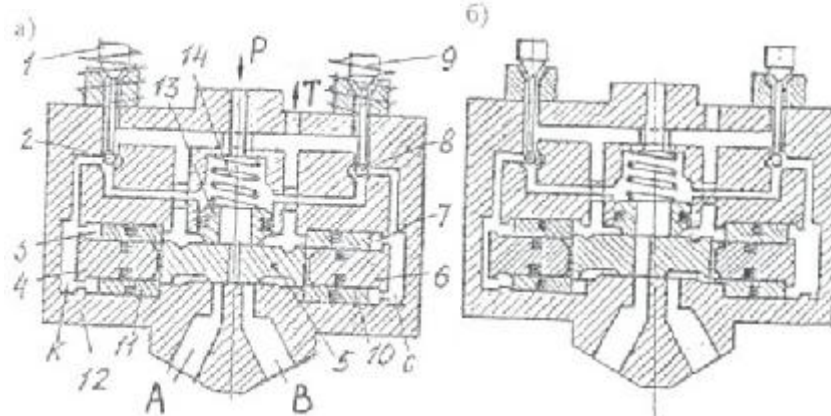
2. По конструкции распределительных устройств (особенно по конструкции запорно-регулирующих элементов этих устройств):

- 1) золотниковые с цилиндрическим (рисунок 5.1) и плоским (рисунок 5.5) золотниками, обозначенными на этих рисунках соответственно позициями 2 и 5;

2) клапанные (рисунок 5.6), содержащие клапан 2;

3) крановые (рисунок 5.7).

Принцип действия этих распределителей описан ниже.



а – нейтральное положение золотника; б – при сдвиге золотника влево

Рисунок 5.5 - Гидрораспределитель с плоским золотником

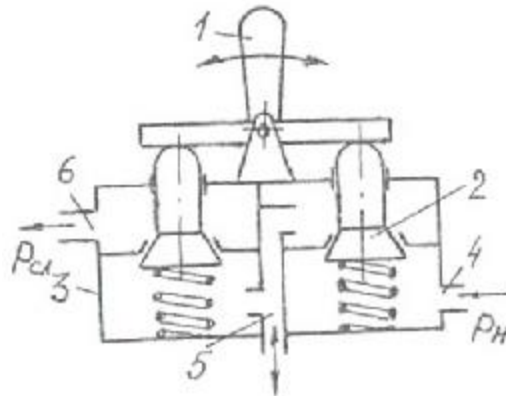


Рисунок 5.6 - Схема клапанного гидрораспределителя

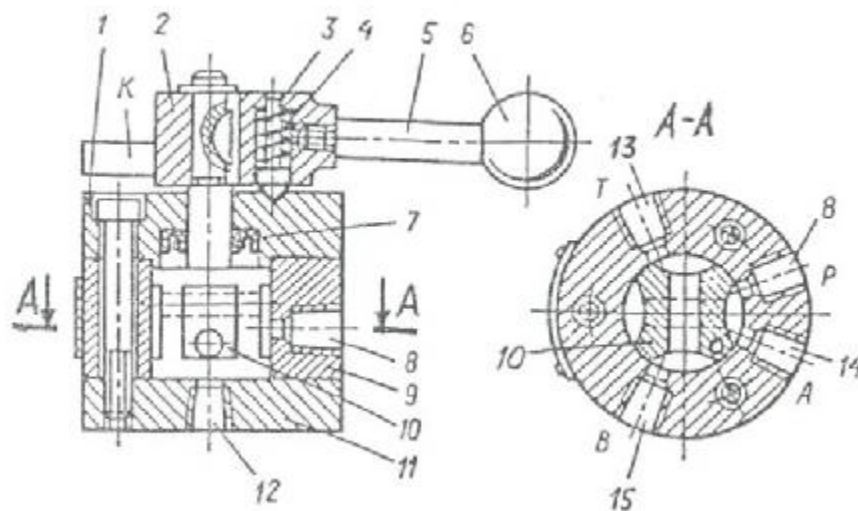


Рисунок 5.7 - Конструктивная схема кранового распределителя

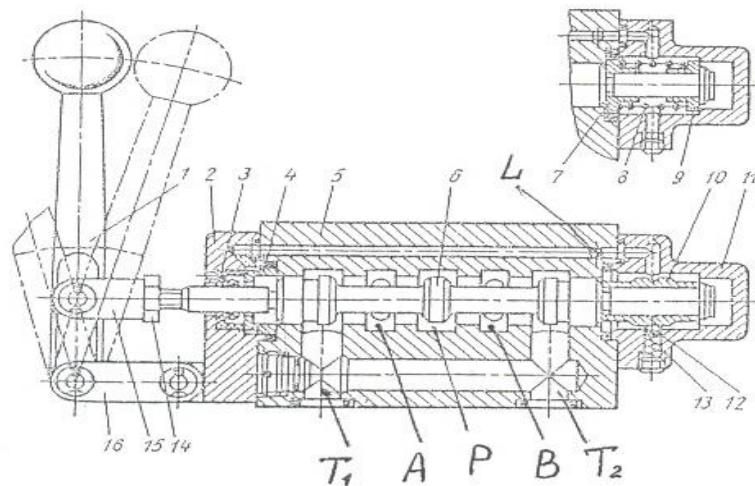


Рисунок 5.8 - Конструкция распределителя ПГ74-2

3. По типу управления:

- 1) с ручным управлением от рукоятки (рисунок 5.8) или поворотной кнопки;
- 2) с ножным управлением;
- 3) с механическим управлением от кулачка;
- 4) с электрическим управлением от толкающего электромагнита постоянного или переменного тока электромагнитами 5 и 6 с ручным дублированием (рисунок 5.9) и без ручного дублирования;
- 5) с электрогидравлическим управлением (двухступенчатым) (рисунок 5.10, где первая ступень в виде вспомогательного распределителя управляется электромагнитами 1 и 2);
- 6) с гидравлическим управлением от вспомогательного распределителя (рисунок 5.11);
- 7) с пневматическим управлением (рисунок 5.12);
- 8) с пневмогидравлическим управлением.

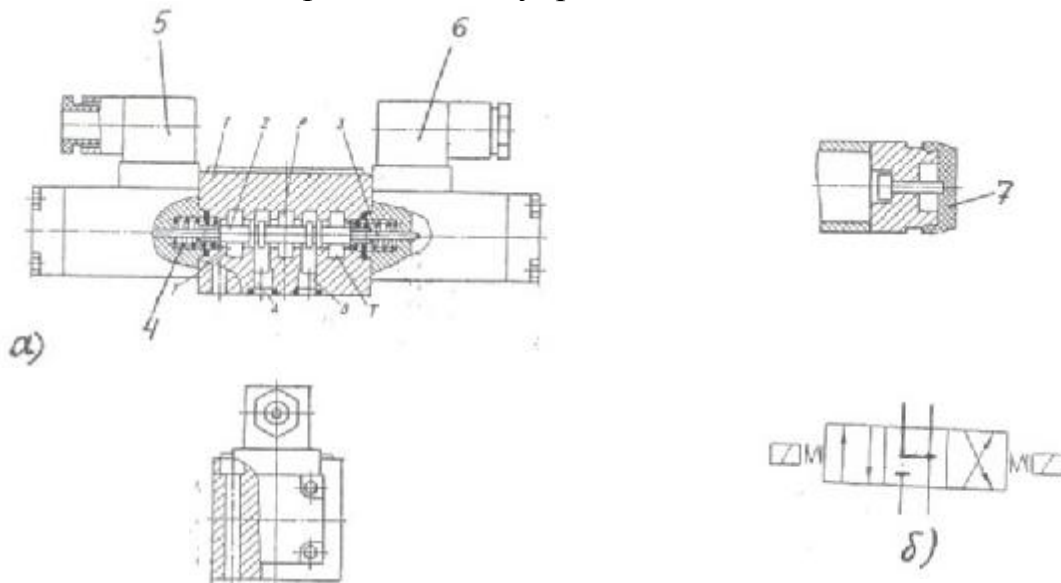


Рисунок 5.9 - Гидрораспределитель с электрическим управлением

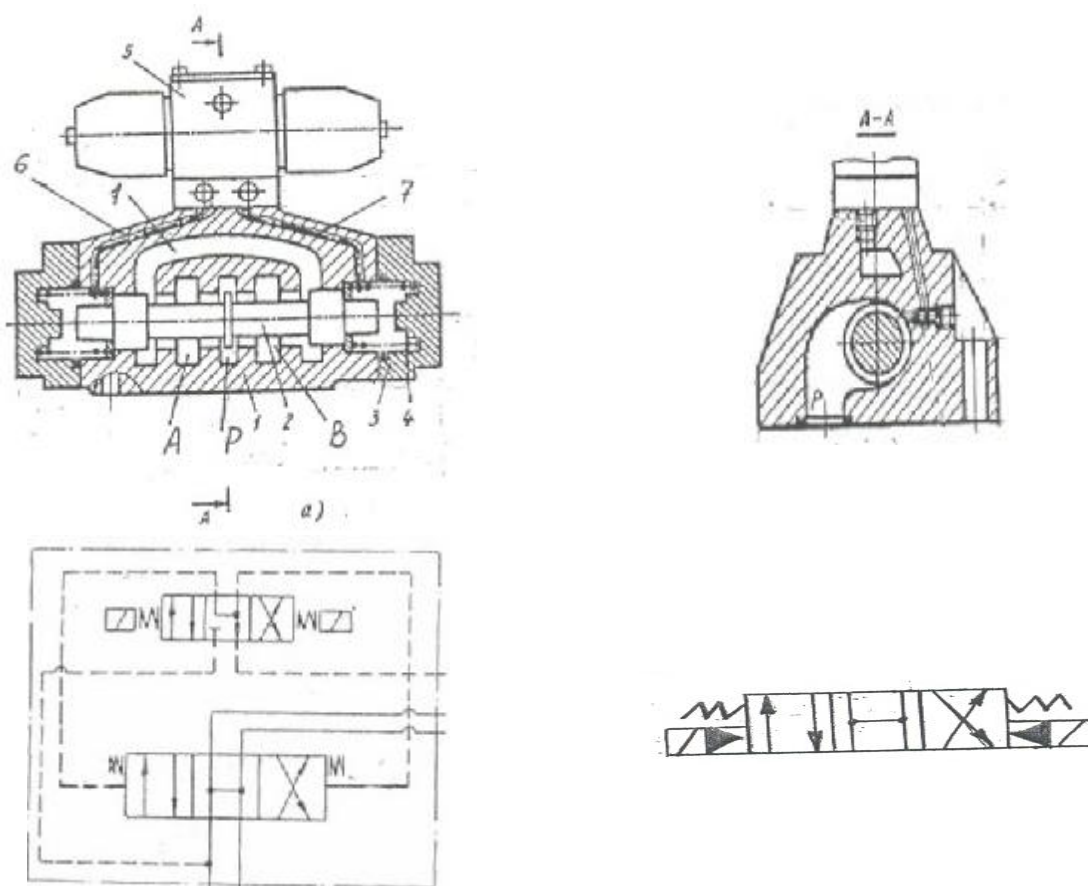


Рисунок 5.10 Гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением

4. По числу фиксированных позиций:

- 1) двухпозиционные (рисунок 5.12);
- 2) трехпозиционные (рисунок 5.1, 5.8, 5.11);
- 3) многопозиционные.

5. По способу управления:

- 1) с фиксацией золотника во всех позициях;
- 2) с односторонним управлением и возвратом золотника в исходную позицию после снятия управляющего воздействия;
- 3) с двухсторонним управлением (рисунок 5.10, 5.11) и с пружинным возвратом золотника трехпозиционных распределителей в среднюю позицию (для распределителей с управлением от кулачка – в крайнюю позицию).

6. По способу присоединения:

- 1) резьбовые (рисунок 5.7);
- 2) стыковые (рисунок 5.8....5.12).

Если в распределителе нет возвратных пружин и при передвижении золотника в какую-то позицию последний сохраняет свое положение до подачи очередной команды на возврат, такие распределители называют триггерами (обладающими памятью).

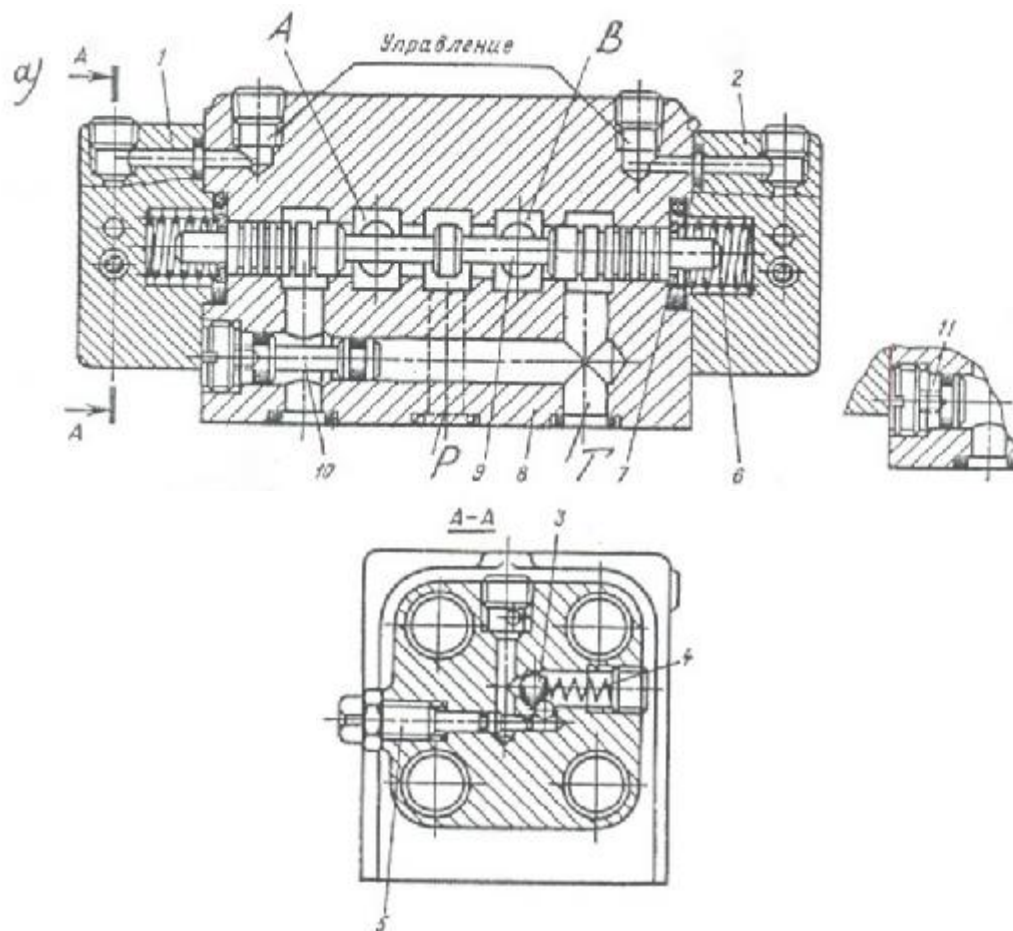


Рисунок 5.11 - Гидрораспределитель с гидравлическим управлением

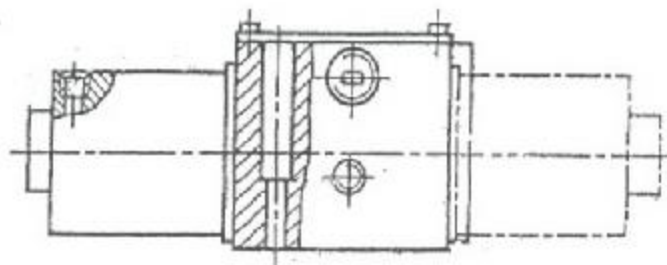


Рисунок 5.12 - Гидрораспределитель с пневматическим управлением

В конкретных случаях применения распределителей требуются различные варианты соединения линий при остановке гидродвигателя или в момент переключения, когда золотник проходит через промежуточные положения. Указанные технические требования могут быть удовлетворены за счет применения распределителей различных исполнений по гидросхеме, отличающихся главным образом, осевыми размерами золотника или геометрией его рабочих кромок.

В соответствии с международными требованиями присоединения каналов и трубопроводов аппаратов обозначаются следующим образом: P – напорная линия (подвод); A, B – отверстия присоединения аппарата к двигателе-

лю; Т – сливная линия (слив); Р_х, Р_у – подвод управления; Т_х, Т_у – слив управления; L – дренажное отверстие; М – отверстие для манометра.

При разработке принципиальных гидравлических и пневматических схем приняты условные графические обозначения, являющиеся едиными для любых конструкций распределителей (золотниковых, клапанных, крановых). Общие правила схематичного изображения распределителей регламентированы ГОСТ 2781-96, согласно которому в обозначении указываются следующие элементы: позиции рабочего органа, внешние линии связи, подведенные к распределителю, каналы и элементы управления. Кроме этого ГОСТ 2781-96 устанавливает сокращенное цифровое обозначение распределителя в виде дроби, в числителе которой указывают число линий (ходов), а в знаменателе число характерных позиций, например, распределитель четырехходовой трехпозиционный обозначается «4/3». Число позиций на схематическом изображении указывает соответствующим числом квадратов. Проходы в распределителе изображают прямыми линиями со стрелками, показывающими направление потоков рабочей жидкости в каждой позиции, а места соединений проходов выделяют точками. Перекрытый проход изображают тупиковой линией с поперечным отрезком. Внешние линии связи всегда подводят к исходной позиции. При этом трубопроводы основных гидравлических коммуникаций изображаются сплошными линиями, а трубопроводы управления – штриховыми.

Чтобы представить принцип работы распределителя в другой рабочей позиции, необходимо мысленно передвинуть соответствующий квадрат на место исходной позиции, оставляя линии связи в прежнем положении.

На рисунке 5.5 приведена конструктивная схема четырехлинейного трехпозиционного гидрораспределителя с плоским золотником 5, имеющего гидравлическое управление с помощью электромагнитов 1, 9 и шариковых клапанов 2, 8. При выключении (обесточивании) электромагнитов 1, 9 клапаны прижимаются к верхним седлам, и жидкость под давлением проходит через них, оказывая одинаковое действие на внутренние 4, 6 и наружные 10, 11 кольцевые поршни. Последние прижаты к упорам на внутренних концах цилиндров, поэтому плоский золотник 6 центрируется (устанавливается в нейтральное положение), как показано на рисунке 5.5 а. При включении электромагнита 1 клапан 2 перемещается в нижнее положение, отключая напорную линию от рабочих полостей 3 и К поршней 4, 11 и соединяет их через клапан 2 с каналом Т. При этом золотник 5 переместится в левое положение (рисунок 5.5 б), так как жидкость под давлением будет проходить через центральный канал Р и открытый клапан 8 в полости С и 7. Выходная полость В соединяется со сливом, а выходная полость А – с центральным каналом Р, к которому подключена напорная магистраль.

На рисунке 5.6 приведена схема клапанного гидрораспределителя, простого в изготовлении и обеспечивающего высокую герметичность. Затворы клапанов приводятся в действие ручными (например, рычагом 1, как показано на рисунке 5.6), механическими или электрическими устройствами. В

корпусе 3 имеется три отверстия для подвода и отвода рабочей жидкости. Отверстия 4, 5 и 6 соединяются с насосом, гидроцилиндром (гидродвигателем) и баком.

На рисунке 5.7 показана конструкция кранового распределителя Г71-31, состоящего из корпуса 9, поворотной втулки (крана) 10, крышек 1 и 11, манжеты 7, рукоятки 5 с шаром 6, фиксатора положений 3, пружины 4, ступицы 2. Отверстие 8 соединяется с напорной линией Р, 13 – со сливной линией Т, отверстия 14 и 15 – с линиями А и В гидродвигателя, а отверстие 12 – с дренажной линией L. В ряде случаев переключение крана осуществляется с помощью кулачков, воздействующих на выступы К. При повороте крана 10 на 45° против часовой стрелки соединяются полости Р и В, а также А и Т.

На рисунке 5.8 показана конструкция направляющего золотникового распределителя типа ПГ 74-2 с ручным управлением. Распределитель имеет литой корпус 5, центральное отверстие которого расточено, и маслоподводящие каналы обработаны механически. Центральное отверстие, служащее для размещения золотника 6, имеет 5 кольцевых канавок Р, А, В, Т₁ и Т₂, соединяемых с соответствующими линиями, причем крайние канавки Т₁ и Т₂ могут объединяться между собой с помощью специального канала, выполненного в корпусе. Торцовые полости золотника также соединены каналом, сообщаемым с дренажной линией L, что исключает возможность самопроизвольного переключения золотника. В передней крышке 2 распределителя расположены шайба 4 ограничения хода и уплотнение 3, а также выполнен прилив для закрепления серьги 16; в задней крышке 11 расположен механизм фиксации (или пружинного возврата) золотника, состоящий из втулки 10, шарика 12 и пружины 13. Рукоятка 1 имеет шарнирную опору, исключаящую возможность изгиба золотника при переключении. С помощью ушка 15 и контргайки 14 можно в определенных пределах регулировать положение рукоятки. Золотник относительно корпуса может занимать две или три позиции, в которых он фиксируется шариком 12, взаимодействующим со скосами втулки 10. Если необходим пружинный возврат золотника в среднюю или крайнюю левую позицию (для двухпозиционных распределителей) после снятия усилия с рукоятки, взамен фиксирующего механизма устанавливаются пружина 8, а также втулки 7 и 9, расстояние между которыми равно величине перемещения золотника от средней позиции. Усилие на рукоятке для распределителей с условными проходами 10, 20 и 32 мм составляет соответственно 25, 40 и 60 Н.

Работает распределитель следующим образом.

При перемещении золотника 6 вправо, напорная линия Р распределителя сообщается с полостью А, к которой подключен гидродвигатель, а полость В и соответственно вторая полость гидродвигателя сообщается с полостью Т (со сливом в гидробак). При смещении золотника 6 влево распределитель работает аналогичным образом.

На рисунке 5.9 а показан трехпозиционный золотниковый гидрораспределитель типа В6 с электрическим управлением, состоящий из корпуса 1,

золотника 2, толкателей 3, пружин 4, электромагнитов 5 и 6. Полости Р и Т соединяются соответственно с напорной и сливной гидролиниями, а А и В – с рабочими полостями гидроцилиндра. Принцип его действия аналогичен описанному выше распределителю, только переключение золотника осуществляется электромагнитами 5 и 6. После снятия управляющего усилия золотник распределителя за счет пружин 4 возвращается в исходное (нейтральное) положение. В гидроусилителях с электрическим управлением предусматривается кнопка 7 для ручного наладочного (или аварийного) переключения золотника. Условное обозначение рассмотренного распределителя показана на рисунке 5.9 б.

На рисунке 5.10 а показана конструкция гидрораспределителя типа Р с электрогидравлическим управлением. Распределители с электрогидравлическим управлением состоят из следующих деталей и узлов: корпуса 1, золотника 2, крышек 3, пружин 4 и вспомогательного распределителя с электрическим управлением 5, от которого через каналы управления 6 и 7 рабочая жидкость под давлением подводится к торцам основного золотника 2. Давление питания подводится к полости Р, полость Т соединяется со сливом, а полости А и В – с гидродвигателем. Принцип действия гидрораспределителя аналогичен описанному выше за исключением того, что здесь перемещения основного золотника 2 осуществляется усилием создаваемым давлением рабочей жидкости, поступающей от вспомогательного распределителя 5, на площадь торца золотника. На рисунке 5.10 б показано условное обозначение гидрораспределителя с электрогидравлическим управлением, а на рисунке 5.10 в упрощенное условное обозначение. На рисунке 5.11 а приведена конструкция гидрораспределителя типа ПГ 72-3 с гидравлическим управлением. Гидрораспределитель состоит из корпуса 8, золотника 9, крышек 1 и 2, шайб 7, пружин 6 и 4, дросселей 5, шариков 3 и заглушек 11 (у четырехлинейных) или 10 (у пятилинейных аппаратов). Когда давления в торцовых полостях золотника равны, пружины 6 устанавливают золотник в среднее положение. При соединении одной из торцовых полостей с напорной линией управления и противоположной полости – со сливной золотник 9 перемещается в крайнее положение. При этом рабочая жидкость из напорной линии управления поступает в торцовую полость через шариковый клапан, а из противоположной полости вытесняется в сливную линию управления через дроссель 5, позволяющий регулировать время переключения распределителя. Наличие дросселей и шариковых клапанов в обеих крышках 1 и 2 дает возможность отдельно регулировать время переключения в каждом направлении. Условное обозначение гидрораспределителя с гидравлическим управлением показано на рисунке 11 б. На рисунке 5.12 приведена конструкция распределителя типа Р102 с пневматическим управлением. Гидрораспределители Р102 в отличие от распределителей типа В могут иметь пятилинейное исполнение, в котором крайние сливные канавки корпуса выведены на стыковую плоскость отдельно, что же касается конструкции и размеров, то указанные аппараты в значительной степени похожи друг на друга. Перемещение золотника

из одной позиции в другую осуществляется с помощью давления сжатого воздуха, подводимого под торец золотника, от дополнительного пневмоклапана или пневмораспределителя.

Контрольные вопросы:

1. Назначение, конструкция, принцип действия изучаемых гидрораспределителей.
2. Условное обозначение по ГОСТ 2.781-96 основных гидрораспределителей.
3. Показать основные детали изучаемых в работе гидроаппаратов на имеющихся в лаборатории их макетных образцах.

ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КЛАПАНА НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ

Цель работы:

1. Ознакомление со схемой, устройством и принципом действия клапанов непрямого действия.
2. Изучение стенда и методики снятия на нем экспериментальных данных для построения статической характеристики клапана.
3. Построение этой характеристики.

6.1 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить принцип действия испытуемого предохранительного клапана по данному методическому пособию.
2. Изучить экспериментальную установку.
3. Изучить методику проведения эксперимента.
4. Подготовить таблицу 6.1 для заполнения по результатам эксперимента.
5. Провести эксперимент согласно методике, описанной в методическом пособии.
6. Заполнить таблицу 6.1.
7. Оформить отчет по лабораторной работе с приведением в нем цели работы, кратких теоретических сведений, схем клапана и экспериментальной установки, таблицы 6.1 и полученной в результате эксперимента статической характеристики клапана $p = f(Q)$, $\Delta p = p_1 - p_2$ (график приведен ниже).

6.2 Краткие теоретические сведения

Типовая статическая характеристика предохранительных (переливных) клапанов непрямого действия – это зависимость давления настройки p от расхода рабочей жидкости Q , проходящей через клапан. На такой характеристике обычно показывают от Q_{\min} до $Q_{\text{ном}}$ (характеристика показана ниже).

Схемы и конструкции предохранительных клапанов прямого и непрямого действия описаны в лабораторных работах № 3,4 и изучаются при выполнении последних.

Следует только отметить, что при больших давлениях и расходах в однокаскадных клапанах прямого действия, где рабочая жидкость действует непосредственно на запорно-регулирующий элемент и сила давления жидко-

сти уравновешивается только усилием пружины, возникают колебания запорно-регулирующего элемента, вызывающие пульсации давления в гидросистеме и преждевременный износ элементов клапанов (см. лаб. раб. № 3). Меньшую склонность к таким явлениям имеют двухкаскадные предохранительные клапаны непрямого действия (см. лаб. раб. № 4), содержащие основной и вспомогательные клапаны, при превышении установленной величины давления в которых вначале срабатывает клапан первого каскада (вспомогательный), а затем при дальнейшем повышении давления в напорной гидрولي и расхода жидкости создается разность давлений на дросселе и запорно-регулирующем элементе клапана второго (основного) каскада. Такой процесс работы позволяет уменьшить недостатки клапанов прямого действия и уменьшить габариты клапана.

В данной лабораторной работе будет экспериментально исследоваться клапан, выполненный по ГОСТ 21148-75, конструкция которого приведена на рисунке 4.4 в лабораторной работе № 4. Типовое обозначение: 10-100-2-11 (ГОСТ 21148-75). Цифры обозначают: 10 – диаметр условного прохода, мм; 100 – рабочее давление (до $100 \text{ кгс/см}^2 = 10 \text{ МПа}$); 2 – могут использоваться с установкой дополнительного электромагнита на напряжение 220 В переменного тока и 50 Гц; 1 (первая единица) – исполнение клапана без электромагнита; 1 (вторая единица) – клапан изготовлен с резьбовым присоединением и с метрической резьбой.

Чтобы подробнее изучить этот клапан, в данной лабораторной работе приводится его конструктивная схема (рисунок 6.1), включающая в себя: крышки 1 и 6, закрывающие торцовые полости Ж и Г запорно-регулирующего элемента 4 второго (основного) каскада; 2 – корпус второго каскада; 3 – гильзу, в которой образовано седло клапана второго каскада; 5 – пружину; 7 – корпус первого каскада; 8 – седло клапана первого каскада; 9 – запорно-регулирующий элемент первого каскада; 10 и 11 – пружины и винт для установки величины рабочего давления.

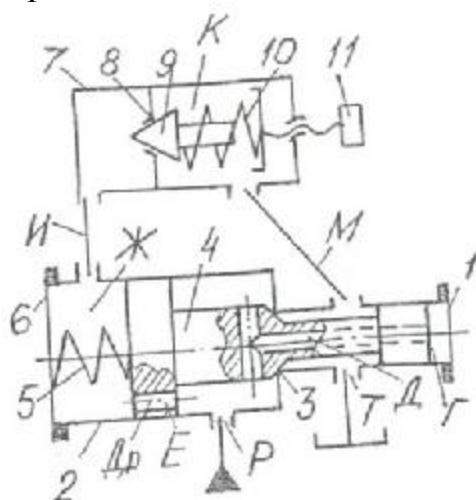


Рисунок 6.1 - Схема предохранительного клапана

С напорной линией клапан сообщается через полость Р, со сливной – через полость Т. Полость К вспомогательного клапана сообщается со сливной полостью Т через канал М, а полость Р – с полостями Ж и Г соответственно через постоянный дроссель Е и каналы Д. Если давление жидкости не превышает установленное значение, клапаны первого и второго каскада закрыты. При повышении давления жидкости выше установленного уровня открывается клапан 9 (перемещается вправо), и часть жидкости стекает в бак через дроссель Е, полость Ж, канал И, зазор между клапаном 9 и его седлом, канал М и полость Т. При дальнейшем повышении давления и расхода в напорной линии (полости Р) создается перепад давлений на дросселе Е, а, следовательно, запорный элемент 4 основного (второго) каскада перемещается влево, и жидкость вытекает из полости Р через рабочую щель, образованную между элементом 4 и его седлом, и полость Т в бак. Условное обозначение такого клапана по ГОСТ 2.781-96 приведено в лабораторной работе ; 4. В результате проведения данной лабораторной работы строится статическая расходно-перепадная характеристика $p = f(Q)$ клапана, один из видов которой показан на рисунке 6.2.

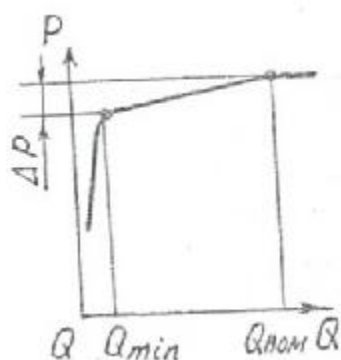


Рисунок 6.2 - Расходно-перепадная характеристика клапана

6.3 Описание установки и методики проведения эксперимента

Испытания клапана проводятся на установке, схема которой приведена на рисунке 6.3.

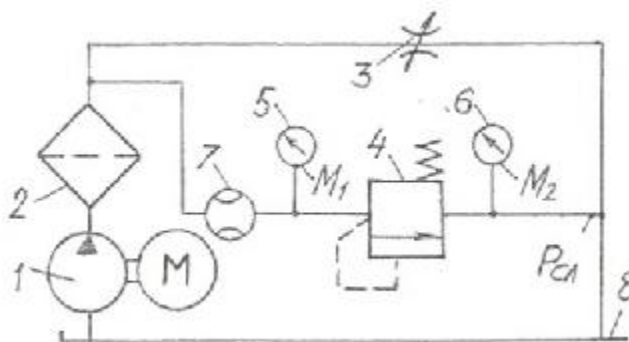


Рисунок 6.3 - Схема стенда для испытаний предохранительного клапана

Установка состоит из: насоса 1, приводимого в действие с помощью электродвигателя М; фильтра 2; регулируемого дросселя 3; предохранитель-

ного клапана 4 непрямого действия (испытываемого клапана); манометров 5 и 6 (если не учитывается гидравлическое сопротивление сливной гидролинии, то $p_{сл} = 0$, и манометр 6 не устанавливается); датчика 7 расхода жидкости; бака 8; соединительных трубопроводов. Экспериментальные показатели снимаются по следующей методике:

1. Включить установку в работу.
2. Полностью закрыть регулируемый дроссель 3 (смотри рисунок 6.3).
3. Установить с помощью регулировочного винта 11 клапана 4 рабочее давление 3 МПа (30 кгс/см^2), осуществляя контроль за этим давлением с помощью манометра 5.
4. Полностью открыть дроссель 3.
5. Перекрывать проходное сечение дросселя 3 от полного открытия до закрытия таким образом, чтобы получилось не менее 5...6 позиций (особенно при замерах в области от $Q = 0$ до $Q = Q_{\min}$).
6. Заполнить таблицу 6.1 по показаниям манометров и частотомера при каждом положении дросселя.

Следует отметить, что можно проводить эксперимент и в обратном порядке: после закрытия проходного сечения дросселя 3 и настройки рабочего давления с помощью клапана 4 поэтапно открывать проходное сечение дросселя и записывать показания манометров и расходомера в таблицу 6.1.

По показаниям манометров в таблице 6.1 записываются давления на входе p_1 и выходе p_2 клапана (если M_2 не установлен, то $p_2 = 0$) в МПа.

Таблица 6.1

№ п/п	Показания приборов			Давление		Расход
	Манометры		Частотомер	p_1 , МПа	p_2 , МПа	Q , $\text{м}^3/\text{с}$
	M_1	M_2				

Расход жидкости рассчитывается на основе полученных частот f , регистрируемых частотомером, по формуле

$$Q = a + bf,$$

где a , b – постоянные тарировочные коэффициенты турбинного датчика расхода, которые берутся по паспорту для конкретного датчика расхода, установленного на стенде:

$$a = 0; \quad b = 0,0008 \text{ л/имп.} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{имп.}$$

После заполнения таблицы 6.1 строится статическая расходно-перепадная характеристика клапана $p = f(Q)$.

Контрольные вопросы

1. Что такое статическая расходно-перепадная характеристика и с какой целью ее строят?
2. Принцип действия испытываемого предохранительного клапана.
3. Устройство экспериментальной установки.
4. Методика получения характеристики клапана.

5. Как настраивается в установке максимальное рабочее давление?

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДНО- ПЕРЕПАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОДРОССЕЛЯ И РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА (СКОРОСТИ)

Цель работы:

1. Изучение назначения, схемы и конструкции регуляторов скорости.
2. Изучение установки и методики определения перепадно-расходных характеристик дросселя и регулятора скорости.
3. Определение экспериментальных данных и построение перепадно-расходных характеристик дросселя и регулятора скорости.

7.1 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить схему, конструкцию и принцип действия регулятора расхода (скорости) по данному учебному пособию и макетным образцам.
2. Изучить учебный стенд для определения перепадно-расходных характеристик дросселя и регулятора скорости.
3. Изучить методики определения перепадно-расходных характеристик дросселя и регулятора скорости.
4. Осуществить экспериментальные исследования и запись полученных результатов в таблицу 7.1.
5. Рассчитать перепады давления Δp и Q по полученным результатам эксперимента (см. таблицу 7.1).
6. Оформить отчёт по лабораторной работе с приведением в нём цели работы, кратких теоретических сведений, схем регулятора расхода и стенда, таблицы 7.1. и перепадно-расходных характеристик исследуемых гидроаппаратов $Q = f(\Delta p)$.

7.2 Регуляторы скорости

В лабораторной работе №1 рассмотрены гидравлические дроссели. Там отмечалось, что расход жидкости через дроссель определяется по формуле:

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

где μ - коэффициент расхода ($\mu=0,6..0,7$);

A – площадь рабочего проходного сечения;

ρ – плотность рабочей жидкости;

Δp – перепад давлений жидкости на дросселе.

Из формулы видно, что Q при прочих равных условиях зависит не только от A , но и от Δp . Чем меньше Δp , тем меньше расход Q через дроссель и наоборот. Так как перепад давлений зависит от нагрузки, приложенной к выходному звену гидродвигателя, при переменной нагрузке нельзя получить с помощью только дросселя постоянный расход и, следовательно, стабильную скорость выходного звена гидродвигателя. Поэтому в гидроприводах с дроссельным управлением необходимо в ряде случаев применять не дроссели, а другие гидроаппараты, предназначенные для регулирования расхода жидкости, - регуляторы расхода.

Регулятором расхода (потока, скорости) гидроаппарат управления расходом, предназначенный для поддержания заданного значения расхода независимо от перепада давлений в подводимом и отводимом потоках рабочей жидкости, а следовательно, для регулирования и стабилизации скорости движения исполнительного органа гидродвигателя.

Конструктивно такие регуляторы представляют собой блоки, состоящие из регулируемого дросселя и клапана. При помощи дросселя, как правило, управляют расходом рабочей жидкости, а при помощи клапана автоматически обеспечивают постоянный перепад давлений на дросселе. Клапаны, входящие в состав регуляторов расхода, могут быть включены с дросселем как последовательно, так и параллельно.

На рисунке 7.1 показан регулятор расхода типа ПГ52-2 (МПГ55-2), состоящий из корпуса 1, деталей регулируемого дросселя типа ПГ77-1 (втулки 2, втулки-дросселя 3, винта 4, указателя оборотов 5, валика 6, контргайки 7, лимба 8, штифта 9, пружины 10, пробки 11) и деталей редукторного клапана (пробок 12, пружины 13, втулки 14, золотника 15).

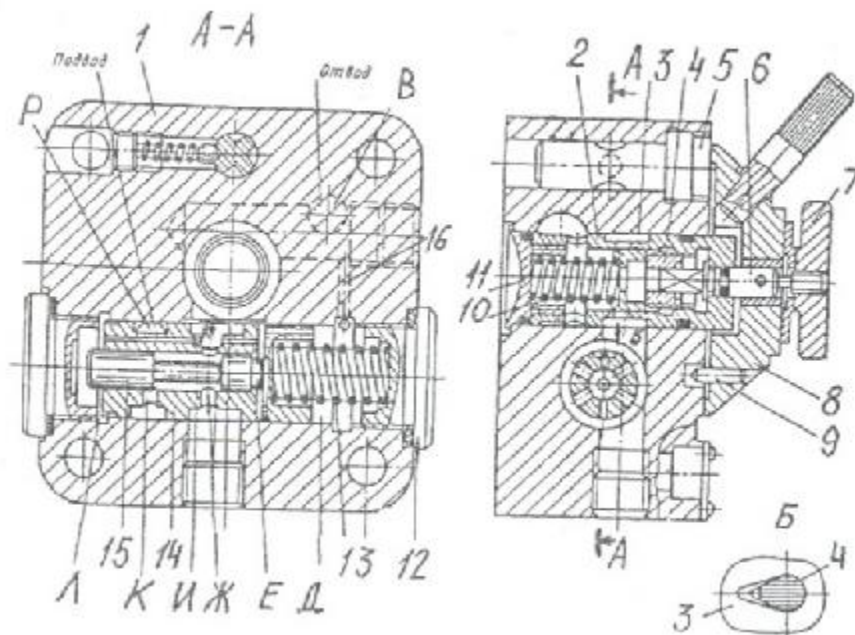


Рисунок 7.1 – Регулятор расхода жидкости

Принцип работы регулятора расхода следующий. Рабочая жидкость подводится в отверстие Р (подвод) и поступает далее через отверстие К во втулку 14, частично перекрытое рабочей кромкой золотника 15, и отверстие Ж в этой втулке к дросселирующей щели регулирующего гидродросселя (см. вид Б) втулки 2, а затем – к отверстию В (отводу). Золотник 15 находится в равновесии под воздействием усилия пружины 13 и сил давления жидкости в его торцовых полостях Е и Л, соединённых с полостью И входа в дросселирующую щель гидроусилителя, а также сил давления в полости Д, соединённой с выходом из дросселирующей щели дросселя с помощью канала 16 в корпусе 1.

При осевых перемещениях золотника изменяется гидравлическое сопротивление отверстий К, благодаря чему давление p_1 на входе в дросселирующую щель понижается по сравнению с давлением в напорной линии.

Чтобы упростить понимание принципа работы данного регулятора, приведена его схема (рисунок 7.2), на которой сохранены обозначения, принятые на рисунке 7.1.

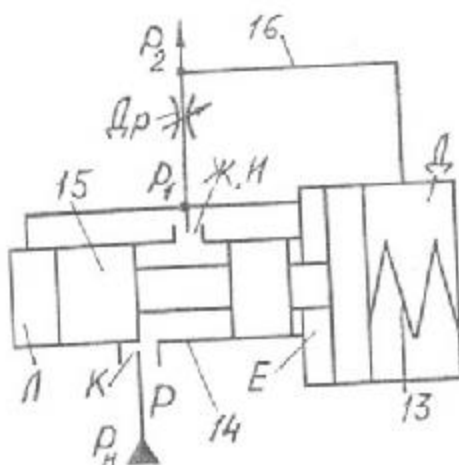


Рисунок 7.2 – Конструктивная схема регулятора расхода жидкости

При помощи регулируемого дросселя, как правило, управляют расходом рабочей жидкости (что было рассмотрено в лабораторной работе №1), а при помощи клапана автоматически обеспечивается постоянный перепад давлений на этом дросселе. Это осуществляется следующим образом. Если при изменении нагрузки на исполнительном звене гидродвигателя, например, начнёт повышаться давление p_2 , нарушится равновесие золотника 15, и он начнёт сдвигаться влево, открывая на большую величину проходное сечение канала К. При этом увеличится расход жидкости в полостях Ж и И, а значит, возрастет p_1 и сохранится перепад на дросселе $\Delta p = p_1 - p_2 = const$. Аналогично работает клапан при падении p_2 и смещении золотника 15 вправо. Сечение отверстия К уменьшается, p_1 понижается и сохраняется $\Delta p = const$.

Постоянство Δp в процессе работы регулятора можно также пояснить с помощью составления уравнения баланса сил, действующих на золотник 15 (без учёта сил трения)

$$p_2 \frac{\pi D^2}{4} + P_{пр} = p_1 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) + p_1 \frac{\pi d^2}{4},$$

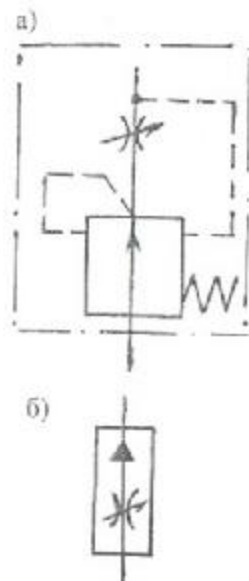
где D и d – диаметры большого и малого пояска золотника;

p_1 - редуцированное давление в полостях Ж и И;

p_2 - давление жидкости на выходе из регулятора.

Необходимо также отметить, что имеются другие конструкции регуляторов расхода, например, регуляторы расхода типа ПГ55-1 (МПГ55-3) с обратным клапаном, применяемые для регулирования скорости движения рабочих органов в одном направлении независимо от нагрузки и возврата в исходное положение без регулирования скорости, а также регуляторы расхода ПГ55-1 (МПГ 55-1) с предохранительным клапаном, позволяющие сливать часть рабочей жидкости при увеличении давления последней сверх настроечной величины, и ряд других конструкций с дистанционным электрическим управлением.

Условное детальное обозначение регулятора расхода по ГОСТ 2.781-96 приведено на рисунке 7.3, а, упрощённое – на рисунке 7.3, б



а – полная; б - упрощённая

Рисунок 7.3 – Условные обозначения регулятора

7.3. Описание установки и методики проведения эксперимента

Испытания дросселя и регулятора расхода можно проводить на универсальном стенде, используя один из контуров (программа №3).

В этом случае установка состоит из насоса 1, приводимого в работу электродвигателем Д; предохранительного клапана 2; датчика расхода жид-

кости турбинного типа 3, соединённого электрически с частотомером; регулятора расхода (скорости) 4; регулируемого вручную дросселя для изменения нагрузки на выходе регулятора имитации работы двигателя Д; манометров M_{11} , M_{12} , M_{13} для изменения давлений жидкости соответственно на входе регулятора 4, его выходе (входе дросселя 5) и на выходе дросселя 5; гидрочасти 7; пульта управления стендом (на схеме не показан).

По программе 3 на универсальном стенде БНТУ приняты обозначения предохранительного клапана, насоса, дросселя регулятора расхода и дросселя соответственно через ПК1, Н1, Д2 и Д7 (см. рисунок 7.4).

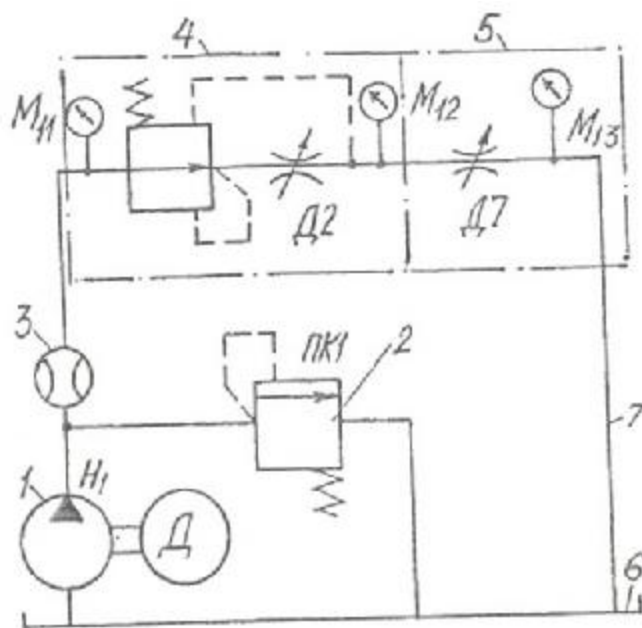


Рисунок 7.4 – Схема стенда для испытания дросселя и регулятора расхода

7.4. Испытание дросселя

При испытании дросселя нагрузка создаётся регулятором расхода, т.е. происходит регулирование с «дросселем на входе». Чтобы снять данные для построения перепадно-расходной характеристики $Q = f(\Delta p)$ дросселя Д7 на стенде, необходимо:

1. Закрывать полностью проходное сечение регулятора скорости Д2 (рисунок 7.4).
2. Установить рабочее давление насоса Н1 с помощью предохранительного клапана ПК1, равное 3 МПа (30 кгс/см²), которое определяется по манометру M_{11} .
3. Открыть рабочее проходное сечение регулятора скорости Д2 на полную величину (возможно также устанавливать разные проходные сечения и повторять замеры для каждого из них).
4. Открыть полностью дроссель Д7 (см. рисунок 7.4).

5. Записать в таблицу 7.1 показания манометров M_{12} , M_{13} и частотомера f .
6. Закрывать на некоторую величину регулятор скорости Д2 (5-6 положений до полного его закрытия).
7. Заносить в таблицу 7.1 показания M_{12} , M_{13} и частотомера f для каждого положения регулятора скорости Д2 до полного его закрытия.

7.5 Испытания регулятора расхода

При испытании регулятора расхода нагрузка создаётся с помощью дросселя Д7, то есть происходит регулирование «с дросселем на выходе». Чтобы снять данные для построения перепадно-расходной характеристики $Q = f(\Delta p)$ регулятора расхода Д2 на стенде, необходимо:

1. Закрыть полностью проходное сечение дросселя Д7 (рисунок 7.4).
2. Установить рабочее давление насоса Н1 с помощью предохранительного клапана ПК1, равное 3 МПа (30 кгс/см²), которое определяется по манометру M_{11} .
3. Открыть рабочее проходное сечение регулятора скорости Д2 на полную величину (возможно также устанавливать разные проходные сечения и повторять замеры для каждого из них).
4. Открыть полностью дроссель Д7 (см. рисунок 7.4).
5. Записать в таблицу 7.1 показания манометров M_{11} , M_{12} и частотомера f .
6. Закрывать на некоторую величину регулятор скорости Д7 (5-6 положений до полного его закрытия).
7. Заносить в таблицу 7.1 показания M_{11} , M_{12} и f для каждого положения дросселя Д7 до полного его закрытия.

Таблица 7.1 – Результаты эксперимента

	Показания, МПа			$\Delta p = p_{11} - p_{12}$, МПа	$\Delta p = p_{12} - p_{13}$, МПа	Показания частотомера f , Гц	Расход Q , м ³ /с (л/с)
	M_{11}	M_{12}	M_{13}				
Испытания дросселя Д7							
1	-			-			
2	-			-			
3	-			-			
4	-			-			
5	-			-			
Испытания регулятора расхода							
1			-		-		
2			-		-		
3			-		-		
4			-		-		
5			-		-		

По показаниям приборов стенда, занесённым в таблицу 7.1, рассчитывается перепад давлений жидкости Δp и расход жидкости $Q = a + bf$, м³/с, для каждого замера при испытании дросселя и регулятора расхода. Коэффициенты a и b берутся по паспорту для конкретного датчика расхода, установленного на стенде:

$$a = 0; b = 0,0008 \text{ л/имп.} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{имп.}$$

По значениям данных таблицы 7.1 строятся перепадно-расходные характеристики $Q = f(\Delta p)$ дросселя 5 и регулятора расхода 4 (см. рисунок 7.4).

Эти характеристики можно построить на одном графике.

Контрольные вопросы

1. Назначение, конструкция, принцип действия регуляторов расхода (скорости).
2. Условное обозначение по ГОСТ 2.781-96 регулятора расхода.
3. Почему при регулировании скорости выходного звена двигателя не всегда можно воспользоваться только регулируемым дросселем?
4. Что такое перепадно-расходная характеристика?
5. Методики экспериментального определения перепадно-расходных характеристик дросселя и регулятора скорости.
6. Показать основные детали изучаемого в работе регулятора скорости на имеющемся в лаборатории его макетном образце.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛОТНИКОВОГО ДРОССЕЛИРУЮЩЕГО ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ

Цель работы:

1. Ознакомление со схемой, устройством и принципом действия испытуемого золотникового распределителя.
2. Изучение стенда и методики снятия статических характеристик распределителя.

8.1 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить схему, конструкцию и принцип действия распределителя.
2. Изучить схему и принцип действия экспериментальной установки.
3. Изучить методику проведения эксперимента по снятию характеристик распределителя.
4. Провести эксперимент по приведенной ниже методике.
5. Заполнить таблицу 8.1.
6. Оформить отчет по лабораторной работе с приведением в нем схемы распределителя и экспериментальной установки (с кратким описанием их), таблица 8.1 и построенных характеристик распределителя.

8.2 Краткие теоретические сведения

Схемы и конструкции гидравлических распределителей изучаются при выполнении лабораторной работы №5.

Следует напомнить, что гидрораспределитель – это гидроаппарат, предназначенный для изменения направления потока жидкости, пуска и останова его, а также для регулирования давления и расхода (подачи) жидкости.

Цилиндрический золотниковый дросселирующий распределитель содержит, как правило, корпус (гильзу) и цилиндрический золотник. В дросселирующем распределителе золотник может занимать бесконечное множество промежуточных положений дросселирующих элементов распределителя от полного открытия до полного закрытия их.

Чтобы определить зависимость между перемещением золотника h и расходам Q , перемещением h и перепадом давления p , расходом Q и давлением p (или наоборот), рассчитываются или снимаются экспериментальным путем статические характеристики распределителя:

$$Q = f(h) - \text{расходная;}$$

- $\Delta p = f(h)$ - перепадная;
- $\Delta p = f(Q)$ - расходно-перепадная;
- $Q = f(\Delta p)$ - перепадно-расходная [5].

В данной лабораторной работе будет экспериментально исследоваться распределитель типа P102. Конструкция его аналогична конструкции распределителя типа В6, приведенного на рисунке 5.9 в лабораторной работе №5. Отличие в том, что такие распределители могут иметь пятилинейное исполнение и несколько отличающееся электрическое управление.

Конструктивная схема исследуемого в данной работе распределителя приведена на рисунке 8.1. На схеме показано, как можно перемещать золотник 1 с помощью дополнительно установленного винта 2 и регулировать величину этого перемещения с помощью индикатора 3, установленного на кронштейне 4 и опирающегося своим подвижным наконечником 5 на винт 2. Последний своим торцом 6 нажимает на золотник 1, установленный в корпусе распределителя 7. На серийно изготовленном распределителе устанавливается два электромагнита 8 (рисунок 5.9 лабораторная работа №5). В исследуемой конструкции один электромагнит снят и заменён винтом 2 с индикатором перемещения 3. Толкатель 9 электромагнита 8 соединён с золотником 1 специальной конструкции, которая на схеме упрощена и обозначена позицией 10. Выходные полости А и В в испытуемом распределителе соединены между собой на схеме (рисунок 8.1). Пружины 11 и 12 служат для смещения золотника 1 в нейтральное положение, при котором напорная гидролиния, соединенная с отверстием р, не сообщается со сливным каналом Т. При вращении винта 2 в ту или другую сторону золотник 1 перемещается вправо или влево. Если золотник 1 передвигается вправо, открывается рабочие окна I и III распределителя, а при обратном передвижении – окна II и IV. После установки манометров M_{13} , M_{14} , M_{15} (смотри рисунки 8.1, 8.2) можно регистрировать давление в разных линиях распределителя (перепады давления во всех рабочих окнах распределителя и суммарные перепады на включенных в работу окнах при той или иной позиции распределителя).

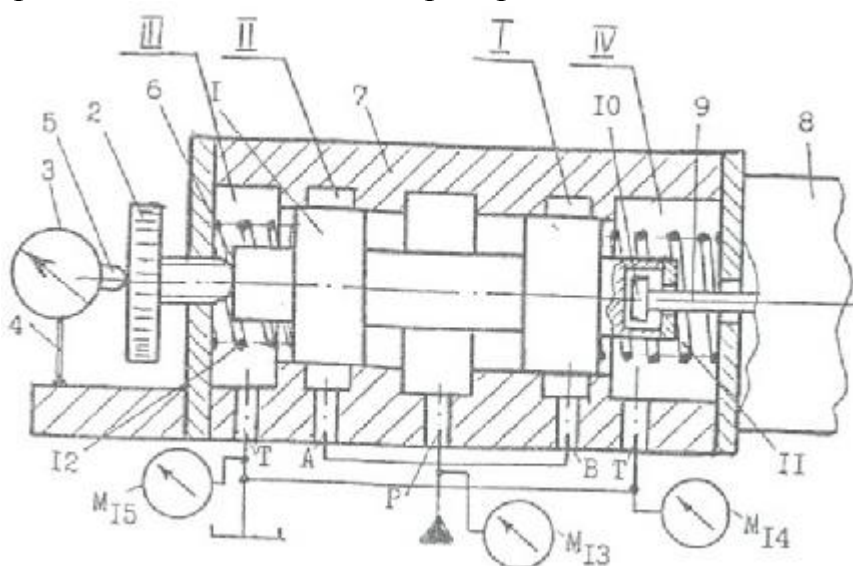


Рисунок 8.1 - Конструктивная схема гидрораспределителя

При аналогичном исследовании перепады давления на рабочем окне (рабочей щели) определяются по формуле Торричелли:

$$Q = \mu A \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}},$$

где Q - расход жидкости через проходное сечение рабочего окна, $\text{м}^3/\text{с}$;

$A = \pi d h$ - площадь этого проходного сечения (здесь d - диаметр золотника, м^2);

h - величина открытия проходного сечения, т.е. перемещения золотника, м ;

ρ - плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

μ - коэффициент расхода ($\mu = 0,6 \dots 0,7$);

$\Delta p = p_{\text{вх}} - p_{\text{вых}}$ - перепад давления на рабочем окне (здесь $p_{\text{вх}}$ и $p_{\text{вых}}$ – давление жидкости на входе и выходе рабочего окна), МПа.

8.3 Описание стенда и методика проведения эксперимента

Испытание гидрораспределителя проводится на универсальном стенде с использованием одного из контуров (программа №3). Экспериментальная установка (рисунок 8.2) состоит из насоса 1, предохранительного клапана 2, фильтра 3, датчика 4 расхода жидкости, регулятора расхода потока (скорости) 5, испытуемого распределителя 6, индикатора перемещений 7, манометров M_{11} , M_{13} , M_{14} , M_{15} (если принять, что в сливной гидролинии 10 $p_{\text{сл}} = 0$, то M_{15} можно не устанавливать), гидробака 9.

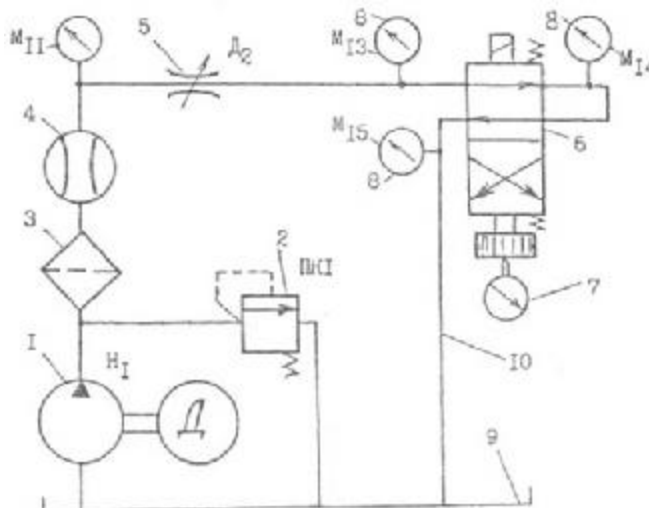


Рисунок 8.2- Схема стенда для испытания гидрораспределителя

Эксперимент проводится по следующей методике:

1. На пульте управления устанавливается программа № 3.
2. Включается в работу насос (нажатием кнопки «Пуск»).

3. Закрывается дроссель регулятора расхода (скорости) D_2 с помощью регулировочного винта.

4. Поворотам винта предохранительного клапана 2 устанавливается величина рабочего давления жидкости 3...4 МПа. Контроль проводится по манометру M_{11} .

5. Полностью открывается проходное сечение регулятора расхода D_2 .

6. Подается напряжение на электромагнит распределителя 6 путём включения тумблера на панели.

7. С помощью винта регулируется ход золотника 1 распределителя (рисунок 8.1). На рисунке этот винт показан позицией 2. Вращая винт 2, устанавливаем золотник 1 (рисунок 8.1) в одно из крайних положений (об этом свидетельствует максимальное значение f на частотомере, т.е. $Q = Q_{\max}$). При этом шкалу датчика перемещений совмещаем с нулём. Затем вращаем винт 2 так, чтобы получилось 5...6 различных позиций золотника 1 до его нейтрального положения, т.е. до перекрытия выходных линий А и В (об этом свидетельствует отсутствие расхода и давления жидкости на манометре M_{14}).

Для каждой из этих позиций регулируем показание манометра M_{13} , M_{14} , M_{15} , индикатора перемещений 3 и частотомера. Результаты записываем в таблицу 8.1.

Показания датчика перемещений при отсутствии расхода и давления рабочей жидкости соответствует величине h_{\max} максимального открытия выходной линии в крайнем положении золотника. Максимальный расход Q_{\max} (максимальное значение f на частотомере) соответствует величине h_{\max} .

Величина открытия золотника в последующих 5...6 позициях определяется как разность между h_{\max} и показаниями датчика перемещений в соответствующей позиции.

8. Перемещение золотника 1 возможно производить далее от нейтрального положения до его второй крайней позиции, регистрируя показания приборов аналогично пункту 7. При этом показания $h_{\max 1}$ датчика перемещений, соответствующие появлению расхода и давления рабочей жидкости определяет величину зоны нечувствительности, которая находится как

$$\Delta h = h_{\max 1} - h_{\max}.$$

Величина открытия золотника в последующих позициях будет определяться как разность между текущим показанием датчика перемещений и $h_{\max 1}$.

Перемещение золотника до второй крайней позиции позволяет определить полный ход золотника $h_{\text{пол}}$.

9. После заполнения таблицы 8.1 по показаниям приборов рассчитывается расход по формуле $Q = a+bf$, м³/с (смотри лабораторную работу №7) и строятся графики:

$$Q = f(\Delta p_1),$$

где $\Delta p_1 = p_{13} - p_{14}$;

$$Q = f(\Delta p_2),$$

где $\Delta p_2 = p_{13} - p_{14}$.

Следует отметить, что по полученным данным можно также построить расходную характеристику $Q = f(h)$ и перепадную $\Delta p = f(h)$. Построение характеристик осуществляется для перемещений золотника в обе стороны.

Таблица 8.1

№ пп	Показания расходомера f , Гц	Расход Q , м ³ /с	Показания манометров, МПа			Ход золот- ника h , мм	Перепад давления Δp , МПа	
			M_{13}	M_{14}	M_{15}		$\Delta p_1 =$ $p_{13} - p_{14}$	$\Delta p_2 =$ $p_{13} - p_{15}$
1								
2								
...								
n								

Примечание: Построение одной или нескольких характеристик определяется преподавателям.

Контрольные вопросы

1. Назначение, конструкция, принцип действия испытуемого гидрораспределителя.
2. Схема и принцип действия экспериментальной установки.
3. Методика проведения эксперимента по определению статических характеристик распределителя.
4. Какие типы статических характеристик можно построить.

Лабораторная работа №9

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ

Цель работы:

Изучение схем, конструкций и принципа действия усилителей.

9.1 Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить схемы и принцип действия усилителей по данному учебному пособию.
2. Изучить конструкцию усилителей по имеющимся макетным образцам.

3. Оформить отчет по лабораторной работе с приведением в нем цели работы, схем усилителей (выбор необходимых в отчете схем осуществляется преподавателем), краткого описания.

9.2. Гидравлические усилители

Гидроусилитель- это устройство или совокупность устройств, преобразующих движение управляющего элемента в движение управляющего элемента большей мощности с одновременным согласованием этих движений по скорости, направлению и перемещению.

Увеличение передаваемой мощности происходит за счет энергии, подводимой с помощью рабочей жидкости от насосной станции, гидроаккумулятора и других питающих источников.

Наибольшее распространение в технике получило два типа усилителей: с *дроссельным* (золотниковым или типа «сопло-заслонка») и *со струйным управлением*.

Обычно усилители строятся по трём отличающимся друг от друга методам управления:

- а) без обратной связи (разомкнутые);
- б) с обратной связью (замкнутые);
- в) с комбинированной системой управления.

Известные гидроусилители отличаются друг от друга числом и расположением дросселей, числом каскадов, наличием различных обратных связей.

На рисунке 9.1 показана схема золотникового усилителя, содержащего гидрораспределитель 1 с отрицательным перекрытием рабочих окон 2, 3, 4, 5, который через гидрелинии 6 и 7 соединен с гидродвигателем (гидроцилиндром) 8, через 9 и 10 – с насосом (напорной линией) и сливной магистралью. В гидроцилиндре установлены возвратные пружины 11 и 12.

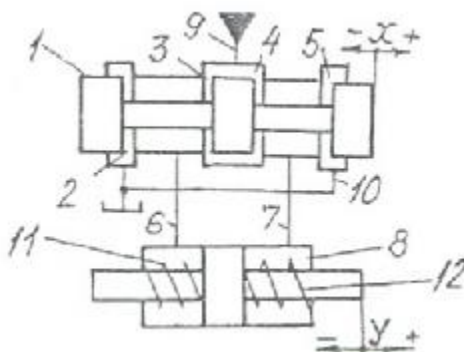


Рисунок 9.1 - Схема золотникового усилителя без обратной связи

При нейтральном положении золотника распределителя 1 ($X=0$) в полостях гидроцилиндра установятся одинаковые давления. При перемещении золотника на какую-то величину X , например, вправо, рабочие окна (щели) 2 и 4 уменьшаются, а 3 и 5 увеличиваются, поэтому создаётся перепад давле-

ния рабочей жидкости в левой и правой полостях гидроцилиндра. Поршень и штоки гидроцилиндра смещаются вправо до тех пор, пока сила сжатия пружины 12 не уравновесит силу, обусловленную перепадом давления в полостях гидроцилиндра. Таким образом, пружины гидроцилиндра обеспечивают «скрытую» обратную пропорциональную связь между перемещением X золотника распределителя и перемещением Y поршня цилиндра 8. Схема гидроусилителя с механической (кинематической) обратной связью приведена на рисунке 9.2. Он состоит из дифференциального рычага 1, имеющего два плеча A и B , гидрораспределителя 2 с четырьмя рабочими окнами (щелями) 3,4,5 и 6, имеющими небольшие положительные перекрытия; гидродвигателя 7.

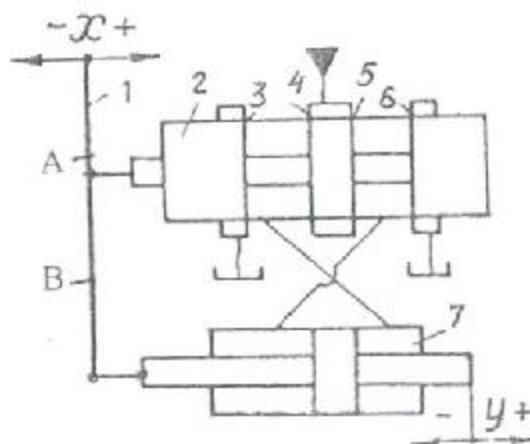


Рисунок 9.2 - Схема гидроусилителя с механической обратной связью.

При перемещении золотника распределителя 2 вправо на величину X открывается рабочие окна 4 и 6 последнего. Жидкость поступает в правую полость гидроцилиндра 7 и сливается из его левой полости. Шток и поршень гидроцилиндра 7 перемещаются влево и через рычаг 1 передвигают влево золотник распределителя 2. После закрытия рабочих окон 4 и 6 движение штоков гидроцилиндра 7 прекращается. Соотношение величин перемещений X и Y связано с принятыми длинами A и B рычага 1.

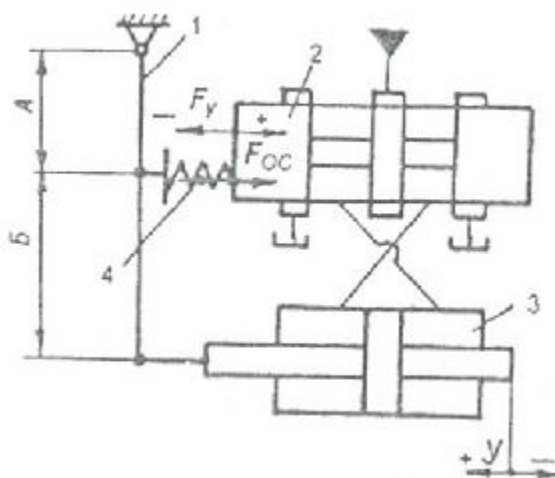


Рисунок 9.3 - Схема гидроусилителя с силовой обратной связью

Схема гидроусилителя с силовой обратной связью по положению приведена на рисунке 9.3. Если к золотнику 2 приложить какое-то усилие управления, например, F_y , последний переместится влево, и жидкость будет поступать в левую полость гидроцилиндра 3, а из правой вытекать в бак. Поршень и шток гидроцилиндра 3 перемещаются вправо, увлекая за собой дифференциальный рычаг 1, который воздействует на пружину 4. Возникающее усилие в пружине (усилие обратной связи) F_{oc} будет увеличиваться. После достижения $F_{oc}=F_y$ перемещение поршня гидроцилиндра 3 прекращается.

В электрогидравлических усилителях происходит преобразование электрического управляющего усилия в усиленный выходной сигнал гидродвигателя (гидроцилиндра).

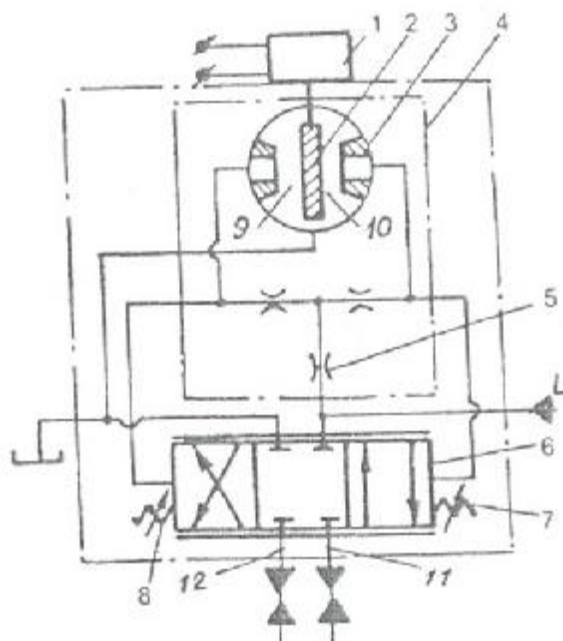


Рисунок 9.4 Схема электрогидравлического усилителя без обратной связи

Схема электрогидравлического усилителя (ЭГУ) без обратной связи (ОС) показана на рисунке 9.4. ЭГУ содержит следящий электромеханический преобразователь 1, преобразующий управляющий входной электрический сигнал в механическое перемещение заслонки 2 двухщелевого гидрораспределителя «сопло-заслонка» 4, имеющего два сопла 3. ЭГУ содержит также четырёхлинейный трёхпозиционный гидрораспределитель 6 с возвратными пружинами 7 и 8. Дроссели 5 уменьшают количество жидкости, вытекающей через рабочие щели распределителя «сопло-заслонка», и величину управляющего давления жидкости на торцах распределителя 6.

При подаче управляющего электрического сигнала электромеханический преобразователь передвигает заслонку 2, например, вправо. Рабочая щель 9 увеличивается, а щель 10 уменьшается, поэтому давление на правом торце распределителя 6 нарастает, а на левом торце понижается. Золотник распределителя 6 перемещается влево и жидкость через гидрوليнии 11 в гидроцилиндр, а через линию 12 сливается в бак.

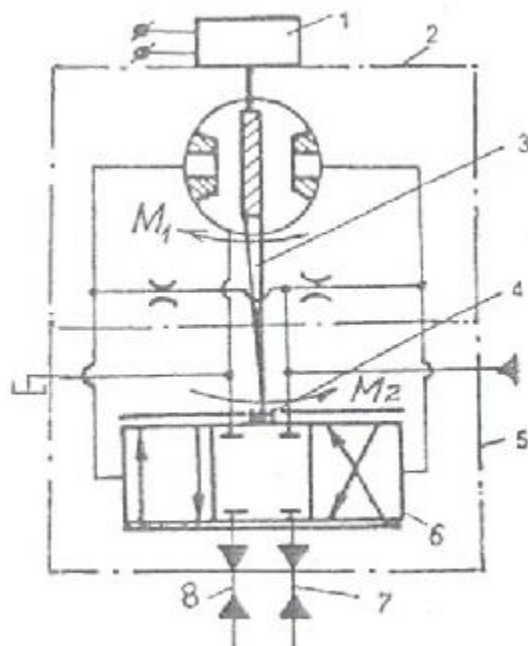


Рисунок 9.5 Схема электрогидравлического усилителя с силовой обратной связью

Схема ЭГУ с силовой обратной связью показана на рисунке 9.5. ЭГУ имеет следящий электромеханический преобразователь 1, двухщелевой гидрораспределитель «сопло-заслонка» 2, заслонка которого заканчивается плоской консольной пружиной 3 обратной связи со сферой 4 на конце, размещенной в кольцевой проточке золотника гидрораспределителя 6.

При подаче управляющего электрического сигнала на преобразователь 1 заслонка, преодолевая жесткость пружины 3, смещается, например, вправо. На заслонке возникает момент M_1 . После смещения заслонки левая рабочая щель распределителя «сопло-заслонка» уменьшается, а правая увеличивается, поэтому давление жидкости на левом торце гидрораспределителя 6 повышается, а на правом уменьшается. Золотник распределителя 6 перемещается вправо, и включается в работу его левая позиция. Рабочая жидкость поступает в гидролинию 7, соединенную с гидроцилиндром, и сливается из линии 8 в бак. При этом продолжается перемещение золотника распределителя 6 вправо до тех пор, пока увеличивающийся момент M_2 не достигнет величины момента M_1 . После достижения $M_2=M_1$ заслонка сместится в нейтральное положение, давления жидкости на торцах золотника распределителя 6 выравниваются, золотник вернется в нейтральное положение, и движение поршня гидроцилиндра прекратится.

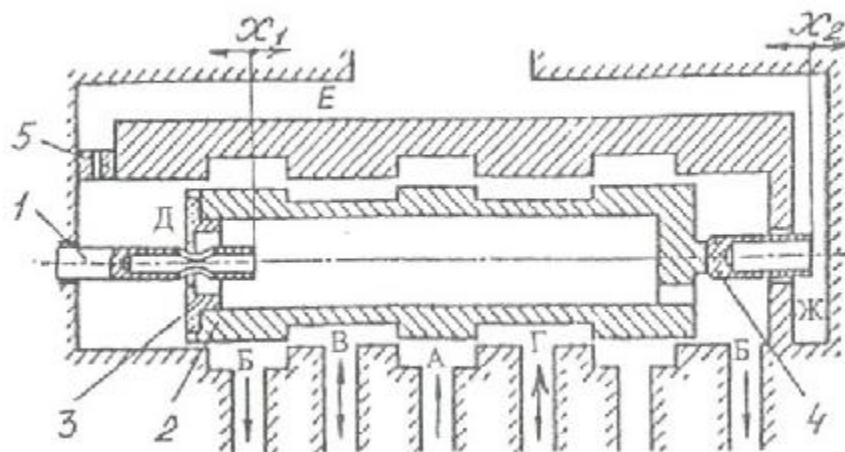


Рисунок 9.6 Гидроусилитель с двухкаскадным гидрораспределительным устройством

Электрогидравлические рулевые агрегаты входят в комплект автопилотов и предназначены для приведения в движение рулевых органов летательных аппаратов. Они содержат гидроусилитель с двухкаскадным распределительным устройством (рисунок 9.6), состоящим из штока (управляющего золотника игольчатого типа) 1, исполнительного золотника 2, рабочей втулки 3, плунжера 4, дросселирующего отверстия (капилляра или регулируемого дросселя) 5. Корпус имеет рабочую камеру Ж и гидролинии: подводящую – А, слива – Б, питания – В, Г (гидродвигателя). Давление в камерах Е и Ж поддерживаются постоянными. Давление в камере Д определяется перепадам давления на дросселе 5 и рабочем окне управляющего золотника 1. Исполнительный золотник 2 находится под действием двух сил: развиваемой на его торце давлением жидкости в рабочей камере Д и создаваемой на торцевой поверхности плунжера 4 давлением рабочей жидкости во вспомогательной камере Ж. Золотник 2 находится в равновесии только при определенном расстоянии между рабочими кромками втулки 3 и штока управления 1.

При перемещении X_1 штока, например, влево давление в камере Д уменьшается вследствие увеличения сечения рабочих окон в штоке 1. Давление в камере Ж остаётся постоянным, поэтому золотник 2 перемещается влево. Объём камеры Д уменьшается с одновременным уменьшением площади рабочего окна. Изменяются давление в камере Д и сила давления на торец (втулку 3). При достижении равенства сил, действующих слева и справа на золотник 2, последний останавливается. При этом площадь рабочего окна штока (иглы) управления становится равной его первоначальной площади, т.е. исполнительный золотник переместится на расстояние, равное перемещению штока золотника управления (иглы). Таким образом, золотник 2 отслеживает перемещение штока 1 с учетом гидравлической обратной связи, реализуемой непосредственно исполнительным золотником 2. Принципиальная схема рулевого агрегата, в котором используется такой гидроусилитель, приведена на рисунке 9.7.

В нейтральном положении электрический управляющий сигнал не подаётся на поляризованное электромеханическое реле 13, поэтому его якорь 14 под действием пружины занимает нейтральное положение. Рабочие окна полой иглы (управляющего золотника) 10 открыты со стороны камеры А наполовину. Сила давления в камере А на торец исполнительного золотника 8 слева равна силе давления в камере Б на торец плунжера б золотника 8 справа, так как площадь торца слева больше площади торца справа. А давление в камере А меньше давления в камере Б. Золотник 8 находится в нейтральном положении. Золотник 8 находится в нейтральном положении. Жидкость из насоса не поступает к цилиндру 1.

Если, например, подаётся электросигнал определенной величины на реле 13 и его якорь 14 сдвигает иглу со стороны камеры А прикладываются, поэтому давление в этой камере увеличивается. А в камере Б остаётся постоянным. Золотник 8 начинает перемещаться в правую сторону, и рабочая жидкость из выхода редуционного клапана 3 через распределитель поступает в поршневую полость цилиндра 1, а из штоковой полости через распределитель идет на слив. Шток 2 перемещается вправо. При перемещении золотника 8 вправо одновременно увеличиваются площади рабочих окон иглы 10. Следовательно, Давление в камере А падает. И наступает такой момент, когда силы давления слева и справа на золотнике 8 уравниваются. Последний займёт нейтральное положение. И жидкость не будет поступать в гидроцилиндр 1, то есть перемещение штока 2 будет пропорционально перемещению иглы 10 (заданному входному сигналу).

Под позицией 17 обозначен электромагнитный клапан, сообщающий или разобщающий между собой штоковую и поршневую полости гидроцилиндра 1. Редуционные клапаны обозначены позициями 3 и 15.

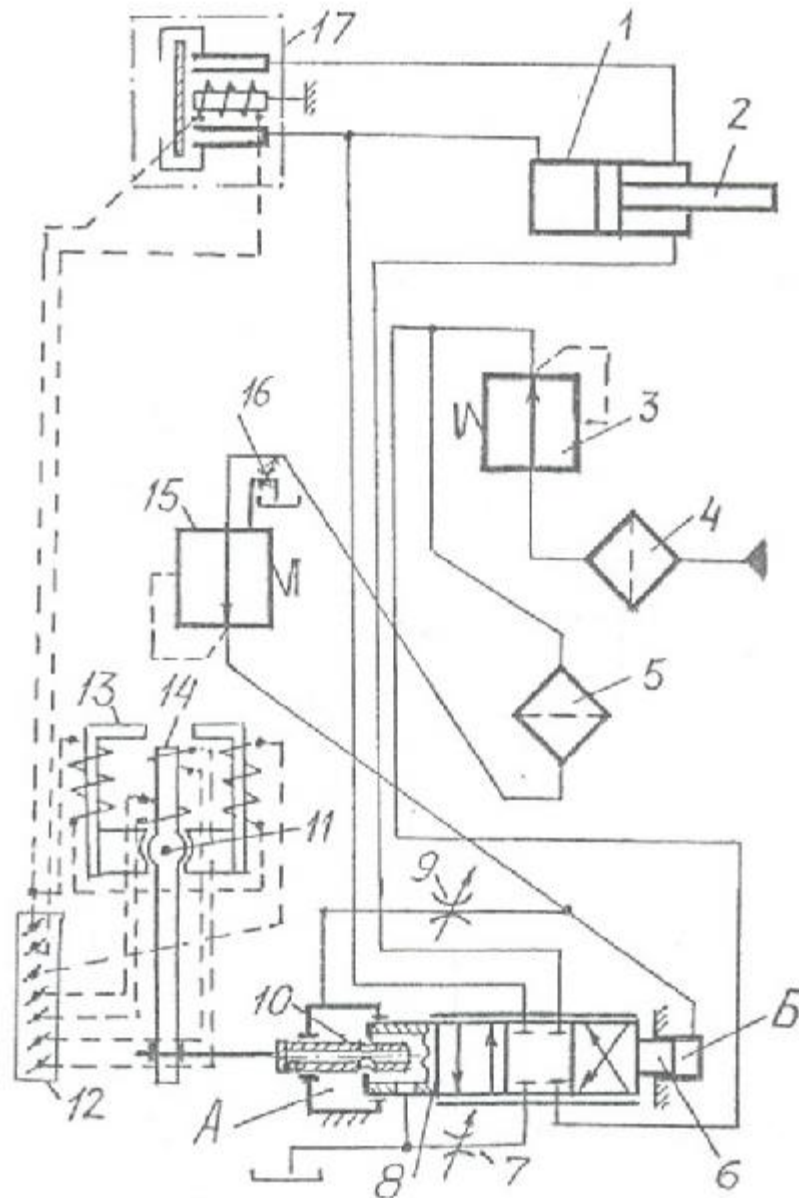


Рисунок 9.7 - Принципиальная схема рулевого агрегата с гидроусилителем

Контрольные вопросы

1. Назначение, применение и принцип действия усилителей.
2. Типы гидравлических и электрогидравлических усилителей.
3. Принцип действия рулевого агрегата самолета и его гидроусилителя.

Список использованных источников:

1. 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.
2. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. - М.: Машиностроение, 1972.- 320 с.
3. Баранов В.Н. Электрогидравлические следящие приводы вибрационных машин. - М.: Машиностроение, 1998.- 264 с.
4. Пневмогидроаппараты и системы смазки технологического оборудования: Каталог/ Филиал НИИ Навтопрома. – Тольяти, 1985. - 127 с.
5. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1982.- 464 с.
6. Чупраков В.И. Гидропривод и средства гидроавтоматики. - М.: Машиностроение, 1979.- 232 с.
7. Шагинян А.С., Болотский В.В., Электрогидравлические усилители. – Гомель: ГГТУ, 2001. – 105 с.

Содержание

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	3
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ДРОССЕЛИ.....	4
ГИДРОКЛАПАНЫ, РЕГУЛЯТОРЫ, ДЕЛИТЕЛИ И СУММАТОРЫ ПОТОКА	12
ОДНОКАСКАДНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ ПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ	21
ДВУХКАСКАДНЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ	28
ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ	35
ПОСТРОЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	47
КЛАПАНА НЕПРЯМОГО ДЕЙСТВИЯ	47
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДНО-	52
ПЕРЕПАДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГИДРОДРОССЕЛЯ И.....	52
РЕГУЛЯТОРА РАСХОДА (СКОРОСТИ)	52
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ	59
ХАРАКТЕРИСТИК ЗОЛОТНИКОВОГО ДРОССЕЛИРУЮЩЕГО.....	59
ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ.....	59
Лабораторная работа №9.....	63
ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ УСИЛИТЕЛИ	63
Список использованных источников.....	71