

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О.Сухого»

Кафедра «Нефтегазозаготовка и гидропневмоавтоматика»

ОТЧЕТ
по лабораторным работам
по курсу «Исследования и испытания гидропневмосистем»

Выполнил ст. гр. ГА-51

(фамилия И.О.)

Проверил ст.преподаватель
Андреев Ю.А.

Лабораторная работа №1

Изучение конструкций, назначение, принципа действия измерительно-регистрирующей аппаратуры

Цель работы:

- 1) Изучение принципа действия устройств применяющихся для контроля и измерений в испытательном оборудовании.
- 2) Ознакомление с особенностями работы приборов для измерения давления, температуры жидкости, расхода.
- 3) Изучение назначения контрольно-измерительной аппаратуры при испытаниях гидропневмоустройств, гидропневмомашин и гидропневмосистем.

1.1 Общие положения

Измерение и оценка рабочих параметров необходимы для мониторинга текущего состояния гидросистемы и для: сертификации, периодической проверки, проверки безопасности с соответствующими устройствами управления, инспекционного контроля, диагностики неисправностей. В зависимости от того для чего производится измерение различаются и требования к методу сбора поступающей информации, индикации и/или форме предоставления данных на выходе. Данные требования определяет испытатель, отвечая на следующие вопросы:

- 1) Нуждается ли измерительный инструмент в постоянной установке?
- 2) Требуется ли постоянная индикация? Какая точность измерения необходима?
- 3) Достаточна ли оптическая индикация или требуется электрический выходной сигнал?
- 4) Достаточно ли статическое измерение или нужно измерять динамическую характеристику (быстродействие)?

Для гидросистем должны обязательно фиксироваться следующие физико-технические параметры:

I) *Давление*, значения которого можно разделить на следующие виды:

- 1) Мгновенное значение давления - измеряется манометром (оптический дисплей).
- 2) Максимальное и минимальное значение - контролируются с помощью реле давления (оптическая индикация возможна с помощью сигнальной лампы).
- 3) Динамические характеристики давления - измеряются с помощью датчиков давления (измеряемое значение преобразуется в электрический сигнал: ток или напряжение).

II) *Расход*, значения которого можно разделить на следующие виды:

- 1) Мгновенные значения расхода - измеряются при аттестации, ин-

спекционном контроле и нарушениях режима течения.

2) Динамические характеристики - определяются особенно в процессах управления, а также в регуляторах насосов.

III) *Температура масла*, которая ежедневно измеряется термометром, встроенным в бак и/или измеряется термостатом для включения и выключения теплообменников.

IV) *Индикация уровня масла в баке*, которая ежедневно проверяется прозрачными маслоуказателями и/или контролируется реле уровня.

V) *Вязкость* проверяется при длительной эксплуатации гидропривода и возможно не прямое измерение выполняется при нагреве масла.

VI) *Загрязненность масла* особо проверяется при длительной эксплуатации.

VII) *Скорость и частота вращения* проверяется при аттестации, чаще косвенным методом измерения пути за определенный отрезок времени или с помощью тахометра.

VIII) Перемещение контролируется различными датчиками положения чаще всего для гидроцилиндров с целью управления и индикации по положению.

1.2 Приборы для измерения, контроля и индикации давления

Рабочее давление, действующее в гидросистеме, измеряется по отношению к атмосферному давлению с помощью манометра. Измерение производится с использованием трубки Бурдона или диафрагмы.

При измерении высоких давлений, которые быстро и часто изменяются, сопровождаются пиками давления, вибрациями и пульсациями, манометры заполняются демпфирующей жидкостью (например, глицерином). Если манометры выполняют также определенные функции управления, они могут комплектоваться электрическими контактами предельных значений.

Приборы измерения давления с трубкой Бурдона (рис.1.1) предназначены для измерения давления в жидких и газообразных средах с невысокой вязкостью, не применяются в средах с кристаллами или в средах, агрессивных по отношению к медным сплавам.

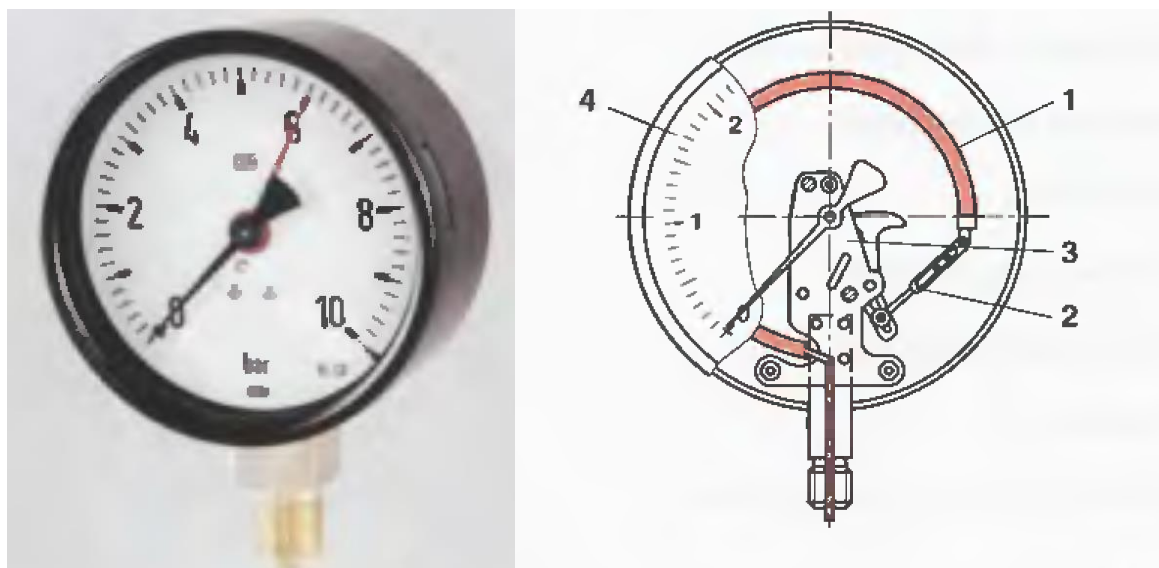
Разность между атмосферным давлением и давлением в трубчатом пружинном элементе 1 (трубке Бурдона) вызывает соответствующую деформацию ее свободного конца. Линейное перемещение с помощью тяги 2 и механизма индикации 3 трансформируется в поворот стрелки относительно шкалы 4.

Область применения таких приборов ограничивается следующими условиями:

1) максимальное статическое измеряемое давление не должно превышать $\frac{3}{4}$ верхнего предела измерений;

2) максимальное переменное измеряемое давление не должно превышать $\frac{2}{3}$ верхнего предела измерений.

3) допускается кратковременное нагружение до верхнего предела измерений.

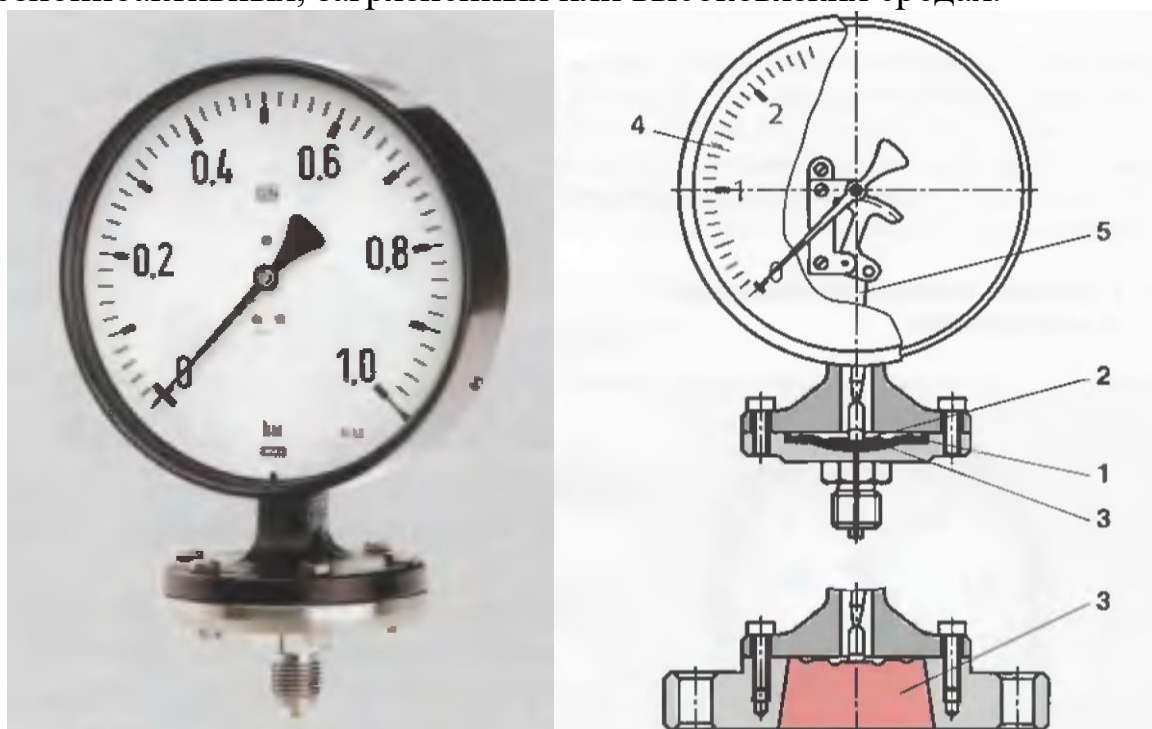


а)

б)

Рисунок 1.1 – Манометр с трубкой Бурдона: а) внешний вид; б) конструкция

Приборы измерения давления с диафрагмой (рис. 1.2) менее чувствительны к вибрациям, пригодны для измерений давления в газообразных, коррозионноактивных, загрязненных или высоковязких средах.



а)

б)

Рисунок 1.2 – Манометр с диафрагмой: а) внешний вид; б) конструкция

Круглая диафрагма 1 разделяет пространство между двумя фланцами на две отдельных камеры. Камера 2 соединена с окружающей средой и в ней действует атмосферное давление. Камера 3 - измерительная камера, которая

соединена с полостью измерения давления. Перепад давлений между камерами 2 и 3 пропорционально деформирует диафрагму. Через толкатель 5 перемещение диафрагмы передается на механизм индикации и трансформируется в поворот стрелки относительно шкалы 4.

Диафрагменные манометры широко применяются в специальных областях: бетонные и цементные насосы, коксовое производство, мусоровозы, поливальные установки, перевозка сточных вод, рудовозы, дорожно-строительные машины.

Дифференциальные манометры (рис. 1.3) позволяют измерять разность давлений между двумя точками гидросистемы. Измерение производится с помощью трубки Бурдона или диафрагмы.

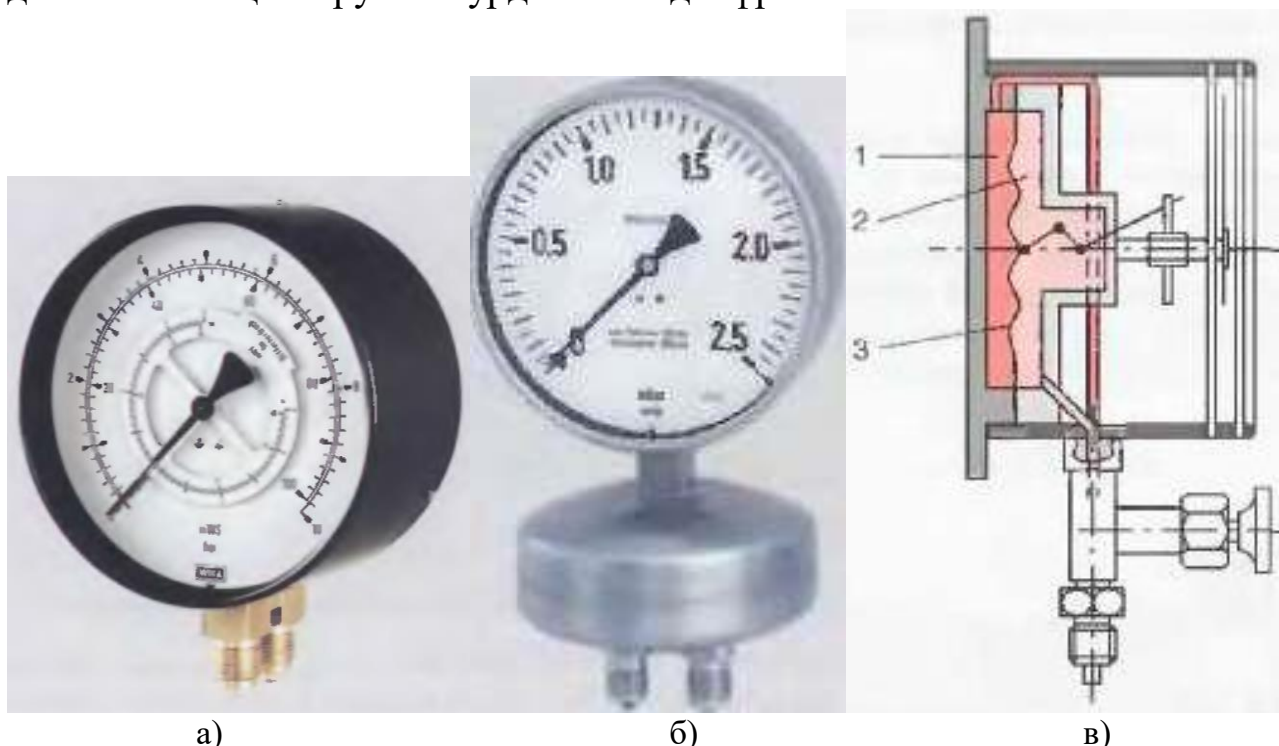


Рисунок 1.3– Дифференциальные манометры: а) с трубкой Бурдона; б) с диафрагмой; в) конструкция дифференциального манометра с диафрагмой

В дифференциальных манометрах с трубкой Бурдона (рис. 1.3, а) две трубки Бурдона измерительной системы действуют независимо друг от друга. Перемещения измерительных элементов, пропорциональные давлению, измеряются и преобразуются механизмом индикации в соответствующий поворот стрелки относительно шкалы.

Дифференциальные манометры с диафрагмой (рис 1.3, б, в) применяются главным образом для измерения перепада давлений в трубопроводах и фильтрах.

Прибор с диафрагмой для измерения разности давлений (рис. 1.3, в) имеет две камеры давления 1 и 2, разделенные диафрагмой 3. Когда имеется разность давлений, диафрагма прогибается и перемещает стрелку относительно шкалы. Разность давлений не должна быть больше верхнего предела измерений.

В обеих моделях корпус может быть заполнен демпфирующей жидкостью (обычно глицерином) с целью гашения высоких динамических нагрузок, что позволяет получить следующие преимущества:

1) Мягкое позиционирование стрелки, т.е. точное измерение, обеспечиваемое даже в условиях вибраций или пульсации давления в измерительной точке.

2) Низкое трение между подвижными частями.

3) Малый износ даже при высоких динамических нагрузках.

4) Высокая долговечность.

Манометры могут комплектоваться электрическими или пневматическими выключателями для работы в системах управления с обратной связью или без обратной связи.

Переключатели манометра (рис. 1. 4, 1.5) используются для контроля давления в нескольких точках гидросистемы (до 9-ти). С помощью специального крана, встроенного в переключатель, давление в каждой из точек может быть подведено к манометру. Манометр может быть встроен непосредственно в переключатель (рис. 1.4) или установлен отдельно (рис. 1.5).

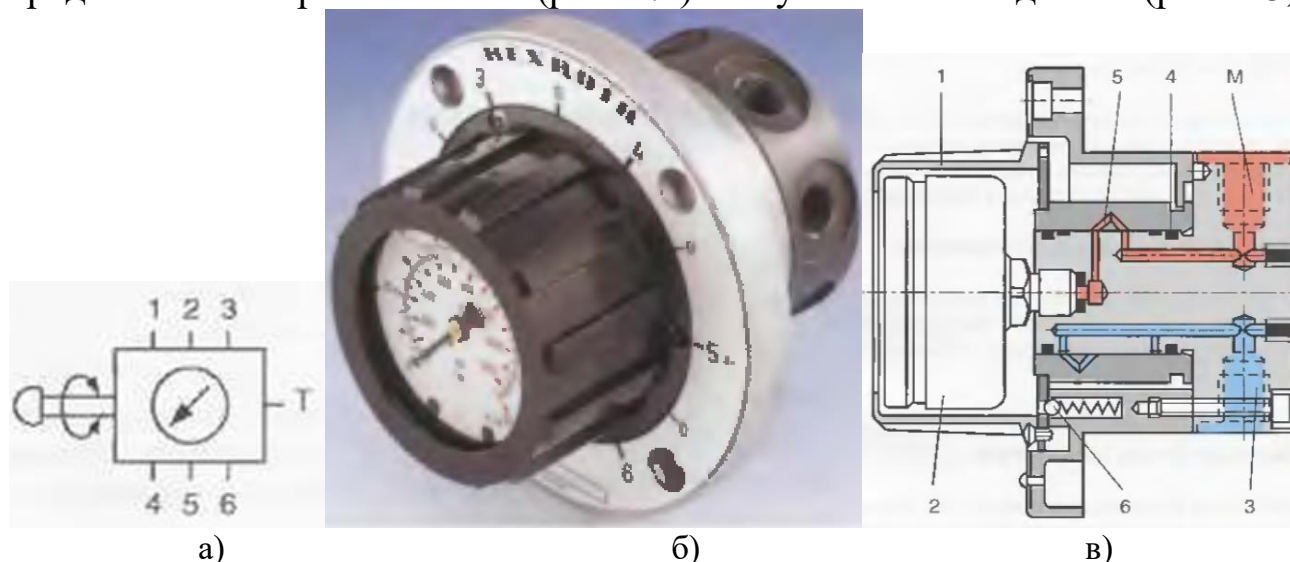


Рисунок 1.10– Переключатель манометра со встроенным манометром: а) условное обозначение; б) внешний вид; в) конструкция

Переключатель манометра со встроенным манометром (рис. 1.4) в поворотную головку может иметь число контролируемых точек до шести. Заполненный глицерином манометр 2 встроен в поворотную головку 1. Шесть отверстий *М* используются для подключения измерительных точек расположены вокруг корпуса 3. Путем поворота головки и связанного с ней крана 4 возможно соединение каждой из точек с манометром. Для разгрузки манометра предусмотрена нулевая позиция между точками измерения. В этой позиции манометр соединяется со сливной линией *Т*. Фиксатор 6 фиксирует нулевую позицию. Указатель на поворотной головке показывает, какая из измерительных точек подключена к манометру.

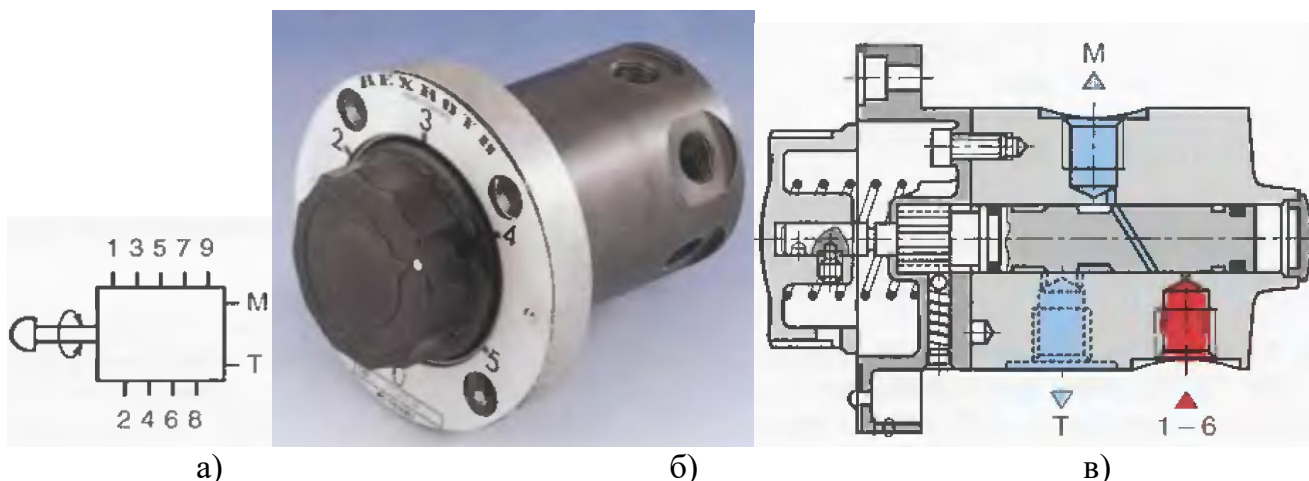


Рисунок 1.5 – Переключатель манометра с подключением отдельно расположенного манометра: а) условное обозначение; б) внешний вид; в) конструкция

Переключатель манометра с подключением отдельно расположенного манометра (рис. 1.5) который связан с переключателем через линию *М* с помощью трубопровода или шланга. Показания манометра появляются после нажатия на головку, за счет чего происходит осевое перемещение запорного элемента и соединения одного из шести измерительных каналов с линией *М*. Когда усилие снимается с головки переключателя манометра, она под действием пружины возвращается в исходное положение, и линия подключения манометра *М* соединяется с линией слива в бак *Т*. Встроенный фиксатор удерживает любую выбранную позицию.

Механические реле давления (рис. 1.6) служат в гидросистемах для функций управления и контроля. Встроенный в реле микровыключатель разрывает или замыкает контакты в зависимости от давления. Реле давления могут быть гидроэлектрическими или электронными. Выпускаются два типа гидроэлектрических реле давления:

а) плунжерного типа (рис. 1.6, 1,7) с дренажной линией или без нее. Для трубного присоединения $p_{\max}=50$ МПа, для стыкового соединения $p_{\max}=35$ МПа, причем зона нечувствительности зависит от давления.

б) с трубкой Бурдона (рис.1.8). Для резьбового присоединения $p_{\max}=40$ МПа. С постоянной или настраиваемой зоной нечувствительности.

Реле давления плунжерного типа (рис. 1.6, г) состоит из: корпуса 1, микровыключателя 2, винта настройки 3, толкателя 4, плунжера 5 и пружины 6. Токоподводящие клеммы покрыты изолирующей пленкой 10. Для настройки давления срабатывания необходимо снять крышку 8 и ослабить стопор 9. Желаемое давление настраивается путем вращения винта 3, после чего винт фиксируется стопором 9 и крышка 8 устанавливается на место.

Измеряемое давление подводится под нижний торец плунжера 5, который опирается на толкатель 4. Плунжер 5 воздействует на пружину сжатия 6, усилие которой регулируется. Толкатель 4 передает осевое движение плунжера 5 на микровыключатель 2, замыкающий или размыкающий свои контакты в зависимости от схемы включения. Механический ограничитель

хода 7 предохраняет микровыключатель от поломки при возникновении перегрузки по давлению.

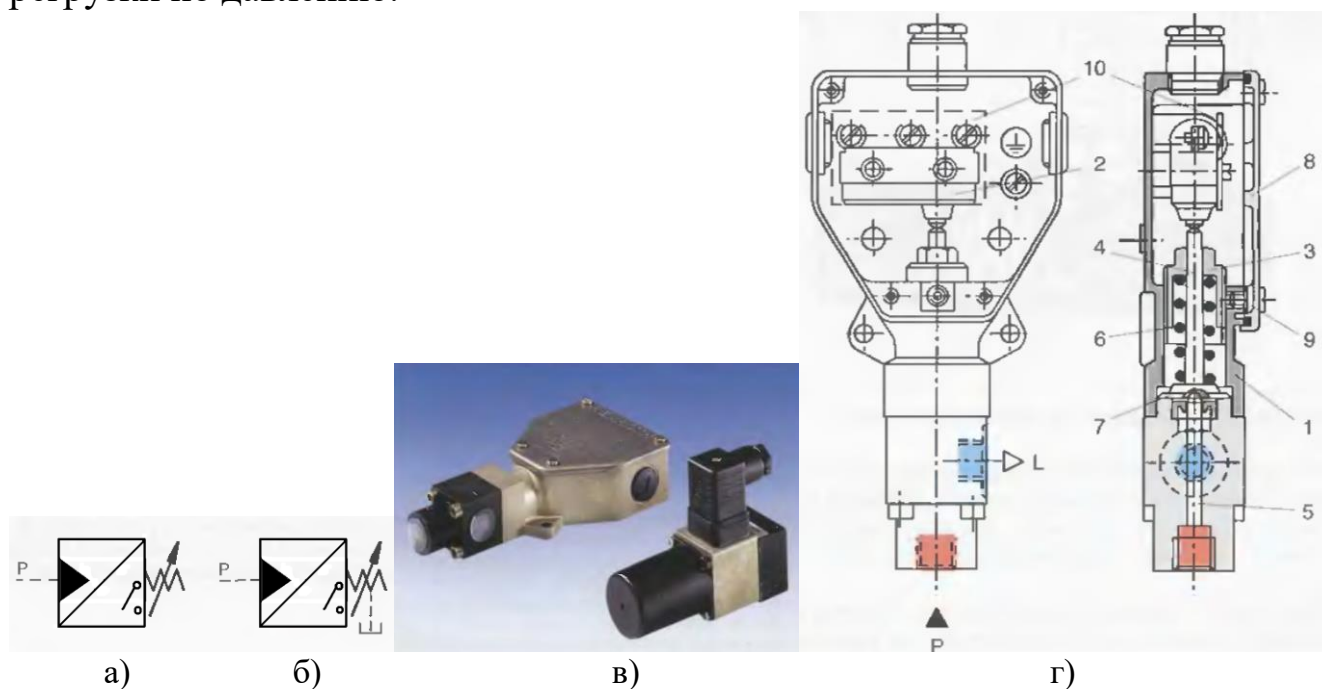


Рисунок 1.6 – Реле давления; а) условное обозначение без дренажной линии; б) условное обозначение с дренажной линией; в) внешний вид; г) конструкция

Реле давления плунжерного типа компактного исполнения (рис. 1.7) содержит корпус 1, вставной (картридж) узел с плунжером 2, пружину сжатия 3, элемент настройки 4 и микровыключатель 5.

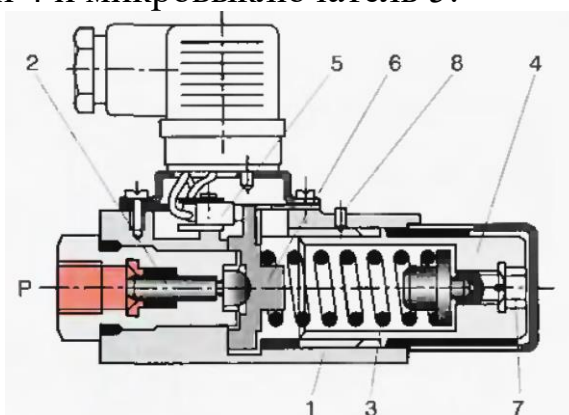


Рисунок 1.7– Конструкция реле давления плунжерного типа компактного исполнения

Измеряемое давление воздействует на плунжер 2, который опирается на подпятник 6, нагруженный с противоположной стороны регулируемым усилием пружины 3. Подпятник 6 передает движение плунжера 2 на микровыключатель 5. В результате электрические контакты в зависимости от схемы замыкаются или размыкаются. Внутренний шестиграннык 7 используется для настройки давления срабатывания. Установленное давление может фиксироваться резьбовым стопором 8.

Зона нечувствительности во всех плунжерных реле зависит от давления. Для уменьшения зоны нечувствительности может использоваться мо-

дель с дренажной линией. Поскольку при этом снижаются силы трения между уплотнением и плунжером, то поэтому гистерезис уменьшается.

В отличие от плунжерных реле давления, аппараты с трубкой Бурдона (рис. 1.8) могут работать в среде специальных жидкостей и газов.

Давление измеряется трубкой Бурдона 2. Изгиб трубки под действием давления воздействует на рычаг 3, который в свою очередь воздействует на микровыключатель 4. В результате электрические контакты в зависимости от схемы замыкаются или размыкаются. Давление срабатывания зависит от расстояния между микровыключателем и рычагом 3. Давление срабатывания настраивается запираемым поворотным маховичком. Во всем диапазоне регулирования давления сохраняется постоянная зона нечувствительности.

Реле давления с трубкой Бурдона могут комплектоваться двумя измерительными устройствами. В этом случае деформация трубок Бурдона 2 последовательно передается на два микровыключателя 4.

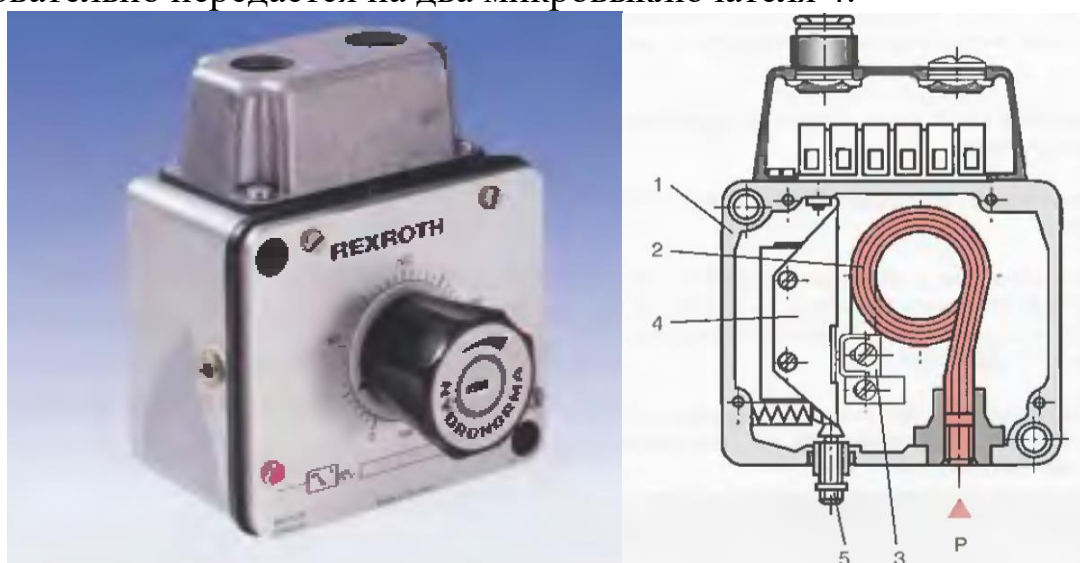


Рисунок 1.8 – Реле давления с трубкой Бурдона с постоянной зоной нечувствительности

Датчики давления (рис. 1.9, 1.10) служат для линейного преобразования давления в стандартный электрический сигнал (0... 10 В или 4...20 мА). Они используются в тяжелых условиях в промышленности или в лабораториях.

Датчики давления обладают следующими преимуществами по сравнению с манометрами: устойчивы против пиков давления, пригодны для использования в условиях высоких динамических нагрузок, стабильны по отношению к температуре.

Принцип работы. Измеряемое давление нагружает измерительную диафрагму (рис. 1.10), прочность которой соответствует диапазону измеряемых давлений. Упругая деформация диафрагмы преобразуется в изменение сопротивления тензорезистора и встроенный или отдельно расположенный усилитель вырабатывает желаемые стандартные электрические сигналы.

Специальные конструктивные средства позволяют исключить воздействие ударов давления на диафрагму. Следовательно, датчики давления за-

щищены от пиков давления и воздушных пробок, которые могут появиться во время проверок.



Рисунок 1.9 – Датчики давления и индикатор давления

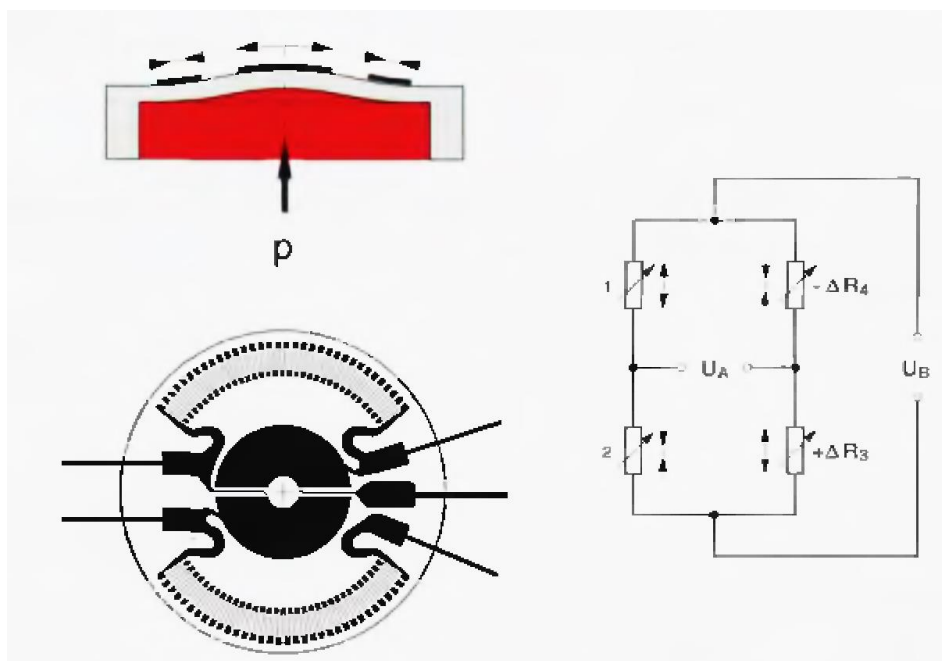


Рисунок 1.10– Принцип работы и электросхема датчика давления с металлическим тензорезистором

Электронные реле давления (рис. 1.11, а) представляют собой комбинацию электрического датчика давления, индикатора и выключателя, не содержат подвижных механических частей и поэтому имеют гораздо более широкую область применения. Применяются преимущественно для сигнализации предельных уровней давления в гидроприводах, в комплексных системах измерения и управления. Благодаря настраиваемому гистерезису, электронные реле давления могут также использоваться для двухпредельного управления, например в насосно-аккумуляторных гидроприводах и компрессорах.

Основные преимущества электронных реле давления:

- 1) Класс точности ≤ 0.5 при измерении и индикации давления;
- 2) Полупроводниковый измерительный элемент;
- 3) Встроенная измерительная электроника;
- 4) Тепловая компенсация;

- 5) Независимые друг от друга предельные контакты;
- 6) Настраиваемая зона нечувствительности;
- 7) Цифровая установка точки переключения;
- 8) Выходное напряжение от 0 до 5 В.

Реле давления со встроенными микропроцессорными системами управления рекомендуются для применения в насосно-аккумуляторных станциях (рис. 1.1, б) и крупных гидроприводах.

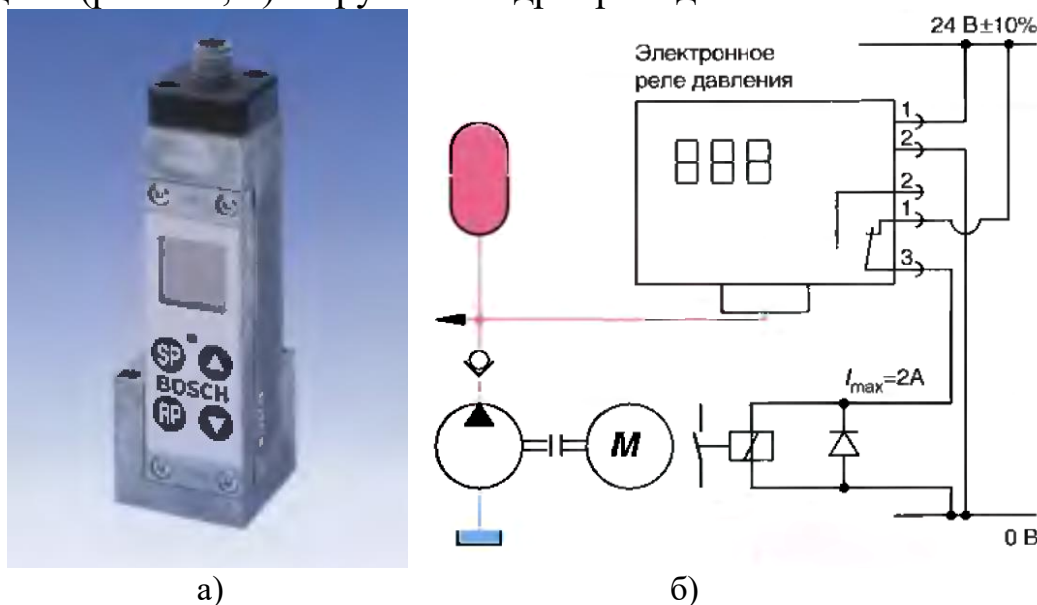


Рисунок 1.11 - Электронное реле давления (а); цепь зарядки аккумулятора с электронным реле давления и выходным реле (б)

Использование микрокомпьютеров в реле давления обеспечивает большую гибкость в выборе областей применения и, что особенно важно для реле давления, - значительно повышает операционную надежность. Микрокомпьютер управляет полупроводниковым датчиком, подачей электрических сигналов и внутренними компонентами. Функции самого компьютера должны иметь возможность независимого контроля. При этом немедленно определяются возможные ошибки из-за дефектов датчика. Компьютер компенсирует возможные ошибки при возврате реле в нейтральную позицию. Программное обеспечение позволяет распознавать и показывать пики давления на входе в реле. Интерфейс с напряжением в 24В позволяет соединить измерение и программирование с внешним компьютером или подключить принтер для распечатки полученных результатов.

1.3 Приборы для измерения, контроля и индикации температуры и уровня рабочей жидкости

Встроенные в бак термометры стержневого типа с чувствительным элементом (рис. 1.12, а) могут использоваться для выдачи электрического сигнала при достижении заданной температуры рабочей жидкости. Для поддержания постоянства температуры рабочей жидкости часто применяются

электроконтактные термометры или термостаты, которые при необходимости включают системы охлаждения или подогрева.

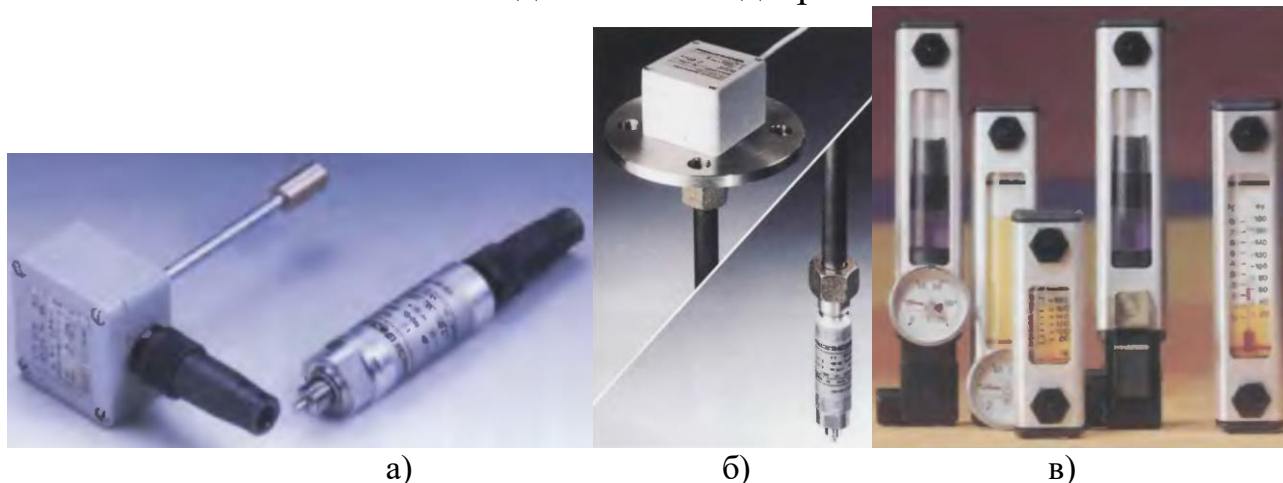


Рисунок 1.12 – Датчики температуры (а); поплавковые выключатели (б); индикаторы уровня жидкости в баке (в)

Для ежедневной визуальной проверки применяется наиболее простой метод измерения температуры с помощью термометров, встроенных в указатели уровня масла (рис. 1.12, в) в баке.

Для измерения уровня жидкости в баке применяются:

- Поплавковые выключатели (рис. 1.12, б),
- Индикаторы уровня (маслоуказатели) (рис. 1.12, в).

Поплавковые выключатели позволяют контролировать максимальный и минимальный уровень масла в баке. Если один из измеряемых уровней достигнут, то поплавок размыкает бесконтактный выключатель. Этот сигнал выводится на пульт управления или выполняет определенную функцию (например, выключает систему или насос, если уровень слишком низкий).

Поплавковые выключатели могут иметь более двухуровневой переключения, т.е. давать некоторый предупредительный сигнал о приближении предельного уровня.

Индикаторы уровня (рис. 1.12, в) могут встраиваться в бак и дополнительно комплектоваться термометрами или датчиками температуры. Они показывают уровень масла в баке. В случае применения автоматического контроля минимально допустимый уровень вызывает срабатывание соответствующего контакта, который включает сигнальную лампу или реализует заданную функцию управления.

1.4 Приборы для измерения, контроля и индикации расхода жидкости

Прямое измерение расхода рабочей жидкости выполняется с помощью методов измерения, основанных на принципе вытеснения, например:

- турбинный счетчик;
- пластинчатый счетчик.

Непрямое измерение расхода рабочей жидкости выполняется с помо-

щью методов измерения, основанных на принципе перепада давлений, например:

- отверстие;
- дроссель;
- плавающий элемент.

Расходомеры непрямого метода измерения (рис. 1.13) отличаются большей компактностью.



Рисунок 1.13– Расходомеры непрямого действия

Непрямое объемное измерение расхода может быть выполнено путем измерения скорости движения гидроцилиндра или частоты вращения гидромотора.

Методы измерения с использованием ультразвука или лазера все еще сравнительно сложны и поэтому редко применяются в гидросистемах.

1.5 Комбинированные приборы для измерения, контроля и индикации параметров рабочей жидкости

Для испытания и диагностирования гидросистем в полевых условиях широкое распространение получили измерительные комплексы или комбинированные приборы для одновременного измерения, контроля и индикации нескольких параметров рабочей жидкости, которые также называют гидротестерами. Такие комплекты измерительных приборов служат в качестве мобильного показывающего и записывающего измерительного средства для техобслуживания и диагностики гидросистем. Благодаря компактной конструкции и автономному питанию от перезаряжаемых аккумуляторов, он является идеальным средством даже для измерений в труднодоступных местах или в условиях отсутствия внешнего энергопитания.

Комплект измерительных приборов гидротестера (рис. 1.14) включает: электрический кабель для подключения реле давления, источник питания для стационарного действия и зарядки аккумуляторов, принтер для распечатки результатов измерений, резьбовой адаптер для подключения датчиков давления к миниатюрным контрольным точкам гидросистемы, электронный расходомер (диапазоны измерения от 6 до 60 и от 40 до 600 л/мин), элек-

тронный датчик давления (диапазоны измерения до 10, 100, 200, 315 или 450 бар), датчик температуры с диапазоном измерения от -25 до 100°C и собственно сам гидротестер.

С использованием такого прибора по крайней мере две измеряемых величины могут быть показаны и записаны одновременно (рис. 1.14, б), а с помощью серийного интерфейса можно подключить другие принтеры и компьютеры для проведения автоматического анализа результатов измерений с использованием специальной программы.

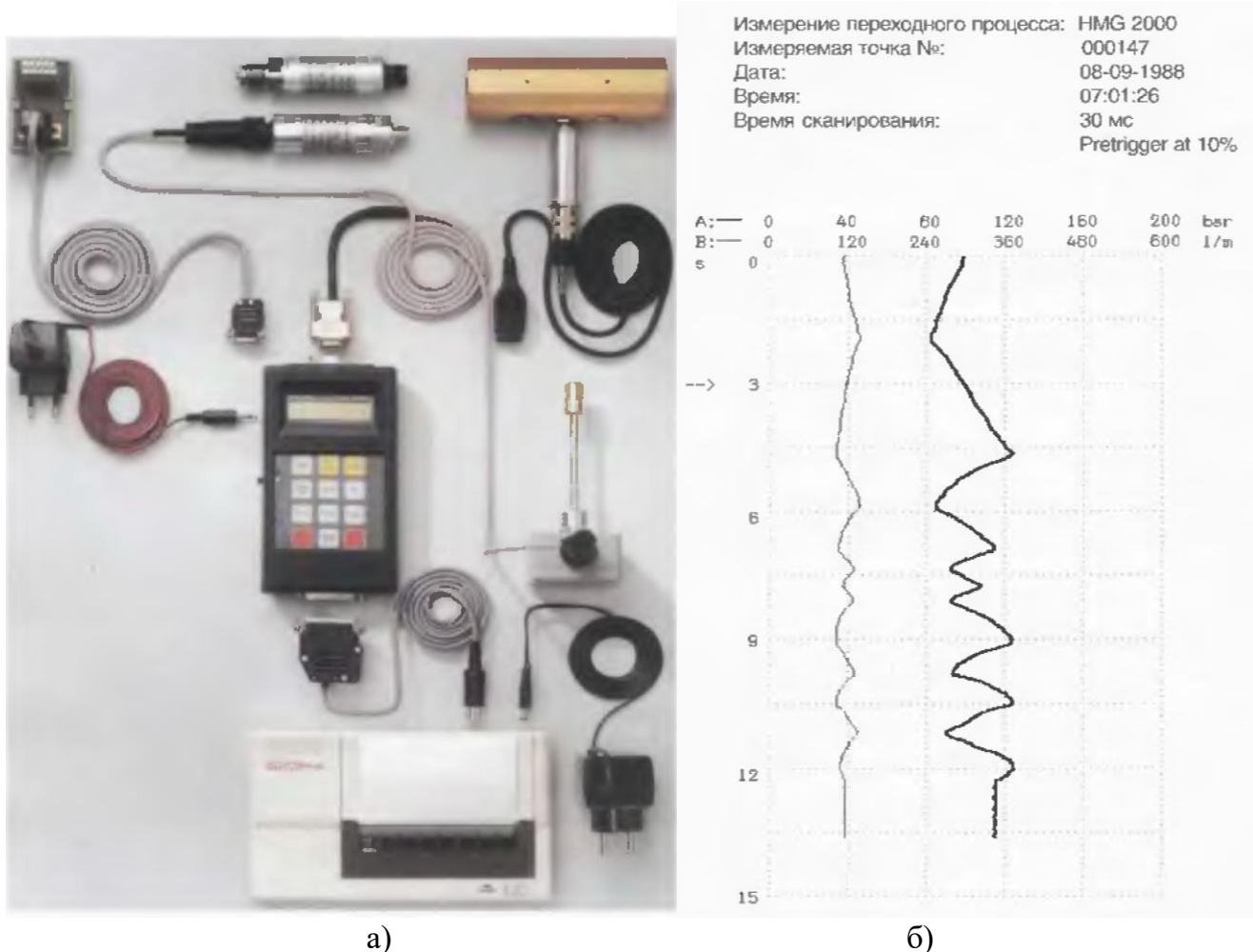


Рисунок 1.14— Комплект измерительных приборов гидротестера (а); пример регистрации двух измеряемых величин (расход и рабочее давление) (б)

1.6 Последовательность проведения работы

- 1) Получить у преподавателя контрольно-измерительные приборы.
- 2) Определить вид, тип, технические параметры и назначение полученного измерительного прибора.
- 3) Выполнить описание данного прибора, с указанием диапазонов измерений и для каких условий он применим и других параметров.
- 4) Оформить отчет по лабораторной работе и сделать выводы по изученному материалу.