

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ И ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДАВЛЕНИЯ

Цель работы: 1. Ознакомиться с физической сущностью понятия давления, единицами и методами его измерения.

2. Изучить назначение, классификацию, устройство, принцип действия и основные характеристики различных типов измерительных преобразователей давления.

1. Объект и средства исследования

На рабочем месте расположена лабораторная установка стенда НТЦ-46 «Автоматизация в водоснабжении и водоотведении», в которой объектом исследования является реле давления и термометр сопротивления (терморезистор).

Средствами исследования являются манометр типа МП 100 МН с пределом измерения 1 МПа и указатель температуры Т с пределом измерения 100°C.

2. Порядок выполнения работы

1. Изучить теоретические сведения по методам определения давления и измерительным преобразователям давления.

2. Ознакомиться с основными характеристиками измерительных преобразователей давления.

3. Собрать электрическую схему лабораторной установки (с её проверкой) для снятия верхнего P_v и нижнего P_n порогов срабатывания реле давления, температуры воды θ_v .

4. Определить исходные данные и рассчитать необходимые величины: средние арифметические значения верхнего $P_{v\text{ ср}}$ и нижнего $P_{n\text{ ср}}$ порогов срабатывания реле давления.

5. Изучить области применения различных типов измерительных преобразователей давления.

3. Рабочее задание

1. Начертить принципиальную электрическую схему лабораторной установки (рис. 2.1) и таблицу 2.1 результатов опытов (измерений и вычислений). Записать характеристики и паспортные величины объекта и средств исследования.

2. Собрать цепь в соответствии со схемой (рис. 2.1) с использованием монтажных проводников и подсоединить её к стенду с фазным напряжением 220В (на схеме монтажные проводники для соединения контактных зажимов изображены утолщённой линией).

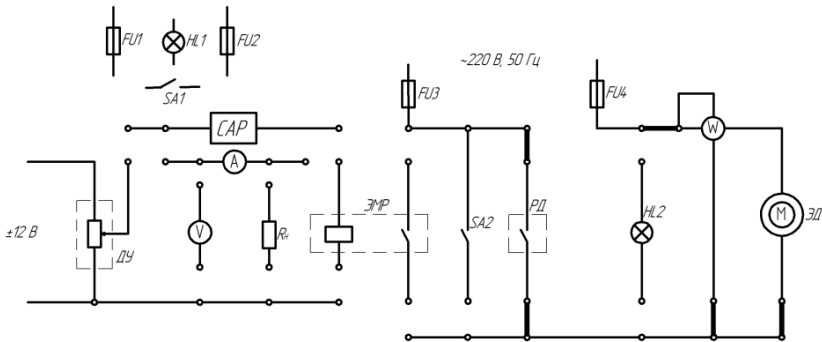


Рис. 2.1. Электрическая схема лабораторной установки для определения порогов срабатывания реле давления и температуры

После разрешения преподавателя включить установку в сеть с помощью выключателя SA1 «Сеть» на модуле электрического управления, а затем приступить к непосредственному выполнению опытов по снятию данных верхнего и нижнего порогов срабатывания реле давления и температуры.

Таблица 2.1 – Результаты опытов по определению порогов срабатывания реле давления и температуры

Номер измерения	Верхний порог срабатывания P_v , МПа	Нижний порог срабатывания P_n , МПа	Среднее арифметическое значение верхнего порога срабатывания $P_{v\text{ ср}}$, МПа	Среднее арифметическое значение нижнего порога срабатывания $P_{n\text{ ср}}$, МПа	Температура воды $\theta_{в.}$, °С
1					
2					
3					

4					
5					

3. Перед снятием любой экспериментальной точки необходимо выполнить следующее. На модуле гидравлического управления закрыть вентили В2, и В3 (закрытие вентиля осуществляется путём вращения маховичка управления по часовой стрелке), а вентили В4, В5 и В6 необходимо открыть вращением маховичка управления против часовой стрелки, при этом управлении вентилями рекомендуется не прикладывать больших усилий. В открытом положении рукоятка вентиля В6 параллельна оси трубопровода. Вентиль В5 желательно приоткрыть частично, что позволяет при уменьшении степени его открытия увеличивать время опорожнения пневматического бака ПБ в верхний бак стенда Б2 а, следовательно увеличивать время, на которое будет отключаться насосная установка. При этом будет более удобно проводить испытания.

Включить установку в сеть с помощью выключателя SA1 «Сеть», а выключателем расположенным на электродвигателе включить насос. При проведении опытов насосная установка будет работать в автоматическом режиме.

Провести экспериментальные исследования по определению порогов срабатывания реле давления в пятикратной повторности. При этом необходимо в каждом опыте по манометру МП фиксировать давление P_v (верхнее), при котором отключается насосная установка, и давление P_n (нижнее), при котором включается насосная установка. Необходимо также зафиксировать температуру воды θ_v . Результаты измерения каждого опыта заносить в таблицу 2.1. Опыты необходимо повторить 5 раз.

После проведения всех измерений необходимо отключить питание стенда выключателем SA1 «Сеть» и снять перемычки со штекерами (монтажные проводники) с модуля электрического управления.

Для каждого опыта необходимо определить (обработать результаты исследований):

- средние арифметические значения верхнего $P_{v\text{ ср}}$ и нижнего $P_{n\text{ ср}}$ порогов срабатывания реле давления

$$P_{v\text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=5} P_{vi}}{5}, P_{n\text{ ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=5} P_{ni}}{5} \quad (2.1)$$

где $P_{в\ i}$, $P_{н\ i}$ – соответственно пороговые значения верхнего и нижнего порогов срабатывания реле давления каждого опыта;
- допустимую погрешность измерения давления манометром

$$\delta = \frac{k \cdot P_{np}}{100} \quad (2.2)$$

где $k = 1,5$ – класс точности манометра;

$P_{np} = 1 \text{ МПа}$ – верхний предел измерения давления манометром.

4. Подготовка к выполнению рабочего задания

1. Изучить необходимые разделы в рекомендуемой литературе [9, с.66...76], [3, с.121...128], [4, с.93...97], [10, с.207...218] , [8].
2. Записать основные положения по методам определения давления и используемых измерительных преобразователей давления.
3. Записать паспортные данные по объекту управления и средствам исследования.
4. Записать формулы для расчётов средних арифметических значений верхнего $P_{в\ ср}$ и нижнего $P_{н\ ср}$ порогов срабатывания реле давления, а также определения допустимой погрешности измерения давления манометром.

5. Контрольные вопросы

1. Пояснить физическую сущность понятия давление и объяснить единицы её измерения.
2. Пояснить методы измерения давления и используемые измерительные преобразования на основе этих методов.
3. Объясните устройство и принцип действия манометрических измерительных преобразователей давления.
4. Объясните устройство и принцип действия электрических измерительных преобразователей давления.
5. Дайте характеристику измерительных преобразователей давления.
6. Пояснить необходимость использования распределителей давления.

7. Объясните конструкцию и принцип действия манометров с трубкой Бурдона, пластинчатой и коробчатой пружинами.

8. Объясните конструкцию и принцип действия манометров абсолютного давления и дифференцированного.

6. Основные сведения по методам определения давления, измерительным преобразователям и реле давления

Давлением называют физическую величину, характеризующую интенсивность действия силы на поверхность.

За единицу давления в международной практической системе Си принимают Паскаль – давление силы в 1 Ньютон на площадь в 1 квадратный метр ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н} / \text{м}^2$). Однако, на практике используются приборы для измерения давления, имеющие различную размерность единиц давления (таблица 2.2).

Таблица 2.2. Соотношения между размерностями единиц измерения давления

	Па, Н/м ²	бар	атм.	мм рт. ст.	мм вод. ст.	кгс/см ²
Па, Н/м ²	1	$9,87 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$1,02 \cdot 10^{-5}$
бар	$1 \cdot 10^6$	1	0,987	$7,5 \cdot 10^2$	$1,02 \cdot 10^4$	1,02
атм.	$1,01 \cdot 10^5$	1,013	1	759,9	10332	1,03
мм рт. ст.	133,3	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$1,32 \cdot 10^{-3}$	1	13,3	$1,36 \cdot 10^{-3}$
мм вод. ст.	10	0,000097	$9,87 \cdot 10^{-5}$	0,075	1	$1,02 \cdot 10^{-4}$
кгс/см ²	$9,81 \cdot 10^4$	0,98	0,97	735	$1 \cdot 10^4$	1

Примечание (точно). Физическая атмосфера -101325 Па, мм рт. ст. -133,322 Па; мм вод. ст. -9,80665 Па.

Измерять давление необходимо для управления различными технологическими процессами и для обеспечения безопасности производства. Кроме того, по давлению выполняют косвенные измерения других параметров (температуры, уровня, расхода и других). Обычно измеряют избыточное давление $P_{\text{изб.}}$, где за точку отсчёта принимают атмосферное (давление столба воздуха на уровне

моря). Сумма атмосферного $P_{атм.}$ и избыточного давления $P_{изб.}$ называют абсолютным $P_{abs.}$. Если абсолютное давление меньше атмосферного, то их разность называют разрежением или вакуумом. Разность двух давлений P_1 и P_2 (рис. 2.2) называется перепадом давления.

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (2.3)$$

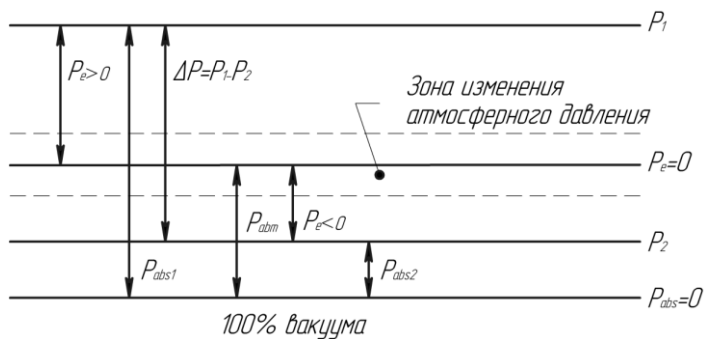


Рис. 2.2. Различные виды давления

Положительная разница между абсолютным давлением $P_{abs.}$ и значением атмосферного давления P_{abm} называется избыточным давлением, где $P_e > 0$. То есть избыточное давление это величина, на которую измеряемое давлением больше атмосферного. Для измерения этого вида давления используют специальные приборы - манометры.

Вакуум или по-другому вакуумметрическое давление это величина, на которую измеряемое давление меньше атмосферного, то есть $P_e < 0$. Если избыточное давление обозначается в положительных единицах, то вакуум в отрицательных. Приборы способные измерять этот тип давления называют вакуумметрами.

По принципу действия приборы для измерения давления разделяются на жидкостные, пружинные, электрические, мембранные, сильфонные, грузо – поршневые и некоторые другие. По виду выходного сигнала манометры разделяют на приборы с электрическим и пневматическим сигналом, по конструкции – показывающие и самопишущие, по назначению – рабочие и контрольные. Измерительные преобразователи давления представляют собой обширную группу разнообразных приборов, предназначенных для

измерения сил давлений, жидкостей и газов. Одна часть измерительных преобразователей преобразует силы давления в механическое перемещение или усилие, воспринимающие органы которых подвергаются непосредственному действию измеряемого давления. Для измерения давлений свыше 10^8 Н/м применяются измерительные преобразователи другого типа, в которых используется явление изменения электрического сопротивления проводников под действием давления. Измерительные преобразователи, контролирующие малые давления газов, реагируют на изменение их вязкости, теплопроводности, степени ионизации и на другие параметры.

Жидкостные измерительные преобразователи подразделяют на: U – образные (рис. 2.3, а), колокольные(рис. 2.3 ,б), гидростатические или дифференциальные (рис. 2.3, в).

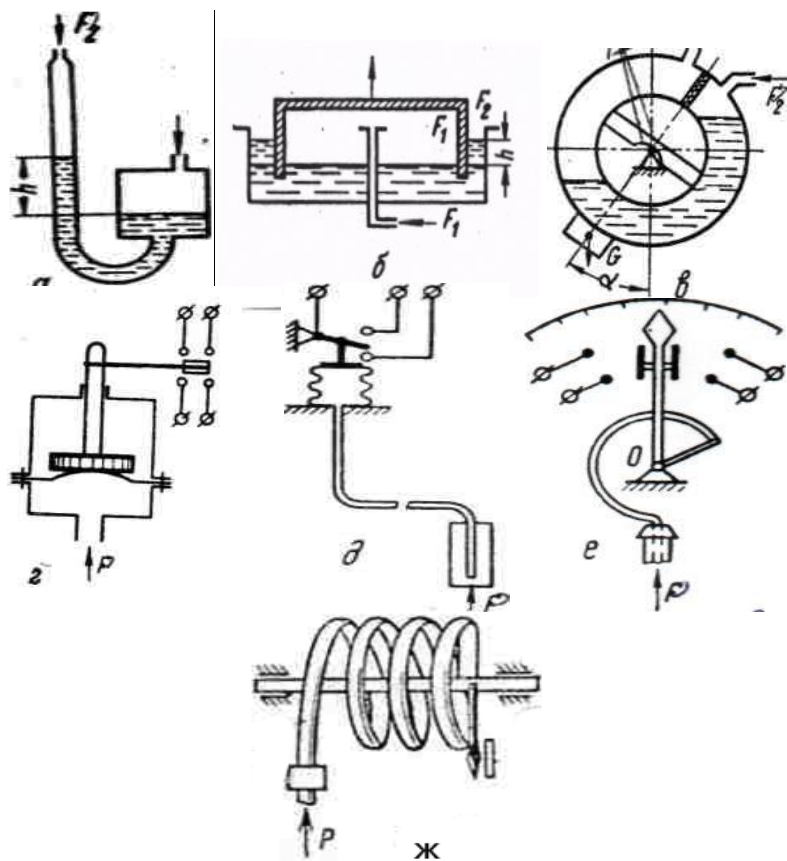


Рис. 2.3. Измерительные преобразователи давления:
 а – жидкостной с U – образной системой; б - жидкостной с колокольной системой; в - гидростатический (дифференциальный); г – мембранный; д – сифонный; е – с манометрической трубкой, ж – с многовитковой трубчатой пружиной.

В U – образной системе разность давлений $\Delta P = P_1 - P_2$ уравнивается весом столба жидкости

$$\Delta P = \gamma h \quad (2.4)$$

где γ – удельный вес жидкости.

В колокольной системе избыточное давление вызывает перемещение колокола, позволяющее определять давление P_1 .

В дифференциальной системе угол поворота λ камеры кольцевых весов пропорционален разности давлений $\Delta P = P_1 - P_2$.

Камера представляет собой металлическую трубку в виде кольца, устанавливается она на призме. Перетекание жидкости под действием давления приводит к изменению центра тяжести кольца, что вызывает поворот его вместе со стрелкой на призме относительно шкалы.

В мембранах измерительных преобразователей (рис. 2.3, г) пластина (мембрана), находясь под давлением контролируемой среды, перемещает шток, жестко связанный с контактной системой. Простота конструкции, надежность, достаточная точность измерений обусловили широкое распространение датчиков этого типа.

Сильфонные измерительные преобразователи (рис. 2.3, д) представляют собой гофрированные тонкостенные трубки, выполненные из упругого материала. Разность наружного и внутреннего давлений создает силу, под действием которой происходит растяжение или сжатие сильфона. Перемещение свободного конца сильфона передается указательной стрелке и подвижным контактам.

В измерительном преобразователе с манометрической трубчатой пружиной (рис. 2.3, е) изогнутая по дуге тонкостенная упругая трубка овального сечения стремится выпрямиться при увеличении давления контролируемой среды внутри ее. Перемещение свободного конца трубки приводит в действие указательную стрелку, связанную с контактной системой. Трубчатая пружина имеет в сечении овальную форму, изготовленную из латуни или стали. При повышении давления сечение трубчатой пружины старается приблизиться к окружности, что создаёт напряжение, стремящееся её выпрямить. Один конец витка пружины закреплён в штутцере, соединённом с измеряемой средой. Второй конец соединён со стрелкой. При повышении давления в полости пружины она пытается разогнуться и поворачивает стрелку относительно шкалы или замыкает контакты.

Приборы с многовитковой трубчатой пружиной бывают или самопишущие или для дистанционной передачи показаний (рис. 2.3, ж).

Измерительные преобразователи других типов с другими конструктивными формами воспринимающих органов представлены на рис. 2.4.

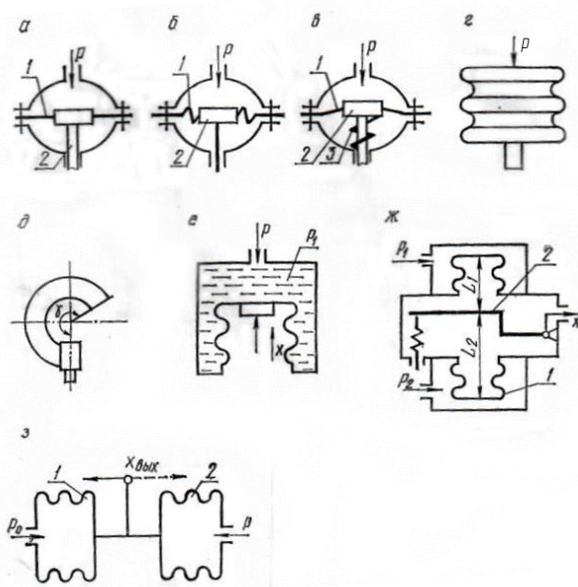


Рис. 2.4. Виды измерительных преобразователей давления:
 а - с круглой мембраной; б - с гофрированной мембраной; в - с хлопающей мембраной; г - сильфонный; д - трубчатый (пружина Бурдона) е - с гармониковой мембраной; ж, з - дифференциальная и компенсационная схемы с сильфонными элементами.

В качестве чувствительных органов в них используются эластичные и другие мембраны, сильфоны, трубчатые пружины, поплавки, термоэлектрические баллоны, диафрагмы.

Чувствительный элемент выполнен в виде круглой мембраны 1 (резина, сталь) (рис. 2.4. а), которая под действием давления прогибается, заставляя смещаться шток 2 на величину, пропорциональную приложенному давлению. Такие мембраны могут измерять давление от 10^4 до 10^8 Па. Чувствительный элемент с гофрированной мембраной 1 (рис. 2.4. б) служит для измерения давления от 1 до 10^6 Па. Гофрировка увеличивает чувствительность и

ход штока 2, который может достигать нескольких миллиметров. Чувствительный релейный элемент имеет вид хлопающей мембраны (рис. 2.4. в) по форме купола из материала с высоким пределом упругости. С увеличением давления до какого – то максимального значения мембрана практически не прогибается. При давлении $p > p_{\text{макс}}$ мембрана достаточно быстро меняет свой прогиб на противоположный. При уменьшении давления ниже $p_{\text{макс}}$ под воздействием пружины 3 мембрана также скачкообразно восстанавливает свое исходное положение и форму.

Сильфонный упругий чувствительный элемент (рис. 2.4. г) представляет собой гофрированную трубку, имеет перемещение до нескольких сантиметров и используется в широком диапазоне давлений от 10^{-1} до 10^5 кПа.

Сильфон обычно устанавливают так, чтобы он работал на сжатие, так как при этом он выдерживает большое давление и имеет меньшую нелинейность характеристики. Трубчатый упругий элемент (пружина Бурдона) (рис. 2.4. д) запаян с одного конца и изогнутый в форме незамкнутого кольца. Сечение трубки чаще всего бывает овальным или эллипсным. Для увеличения хода свободного конца трубки применяют геликоидальные или винтовые трубки.

На рис. 2.4 е показан чувствительный элемент с гармониковой мембраной, а на рис. 2.4 ж, з – дифференциальная и компенсационная схемы с сильфонными элементами.

Принцип действия электрических манометров основан на использовании электрических явлений: на способности пьезоэлектрических материалов создавать ЭДС, терморезисторов – менять сопротивление под нагрузкой, катушек со стальным сердечником – менять индуктивность с изменением магнитного поля при перемещении сердечника внутри катушки, конденсатора – менять параметры за счёт изменения расстояния между электродами или их площади и других явлений.

В преобразователе давления часто используют упругие элементы в виде мембран (рис. 2.5).

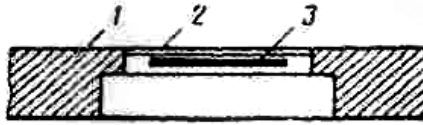


Рис. 2.5 Преобразователь давления с тензорезистором:
1 - корпус; 2 - мембрана; 3 – тензорезистор.

В корпусе 1 измерительного преобразователя укреплена мембрана 2, на которую наклеивают тензорезистор 3 (как правило, сложной формы). Для обеспечения наибольшей чувствительности форма и размеры тензорезистора должны соответствовать размерам мембраны. Мембрану в этом случае выбирают возможно меньшего диаметра и меньшей толщины. Преобразователи давлений с тензорезисторами позволяют измерять давление до 40 МПа.

В пьезоэлектрическом преобразователе давлений (рис. 2.6) газ или жидкость, через мембрану 1 действует на два пьезоэлемента 2 и 3, размещенные в корпусе преобразователя таким образом, что на их внутренних плоскостях, соприкасающихся с металлической прокладкой 8, генерируются заряды одного знака. ЭДС, развиваемая под действием сжимающего усилия, отводится из корпуса преобразователя при помощи проводника 7, подсоединенного к металлической прокладке.

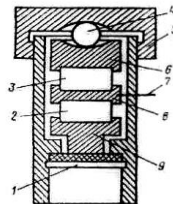


Рис. 2.6. Конструкция пьезоэлектрического преобразователя давления:
1 - мембрана; 2,3 - пьезоэлементы; 4 - шарик; 5 - крышка; 6,9 – прокладки; 7 – проводник; 8 - металлическая прокладка.

Для равномерного нагружения пьезоэлементов их крепят между двумя прокладками 6 и 9. Через прокладку 9 давление действует на нижний пьезоэлемент, а верхний пьезоэлемент через прокладку 6 и шарик 4 упирается в крышку 5 корпуса. Пьезоэлементы в корпусе преобразователя размещают таким образом, что на выход

преобразователя поступают (по проводнику 7) отрицательные заряды, а положительные через корпус отводятся на землю. Поскольку заряды в преобразователе возникают только при переменных воздействиях на мембрану, такие преобразователи применяют для измерения давлений, изменяющихся в диапазоне частот от 10 до 80 000 Гц.

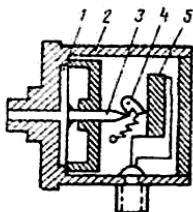


Рис. 2.7. Конструкция реостатного преобразователя давления;
1 - мембрана; 2 - корпус; 3 - игла; 4 - подвижный контакт;
5 - переменный резистор.

В реостатном преобразователе давления (рис. 2.7) в корпусе 2 закреплена мембрана 1 с припаянной иглой 3. Конец иглы соединен с подвижным контактом 4 переменного резистора 5. При воздействии газа или жидкости на мембрану преобразователя она деформируется и через иглу перемещает подвижный контакт. Изменение положения подвижного контакта приводит к соответствующему изменению сопротивления преобразователя.

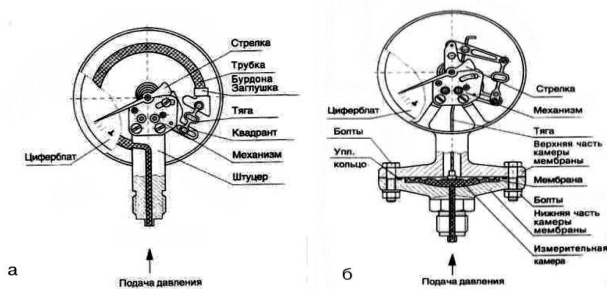
Для адаптации измерительного прибора к тяжёлым условиям работы используют разделители с плоской или трубчатой мембранами. Мембрана, изготовленная из соответствующего материала, разделяет среду измерения и средство измерения. Давление измеряемой среды гидравлически переносится на устройство передачи давления. Отсек для измеряемой среды закрывает эластичная мембрана. Пространство между мембраной и устройством постоянно заполнено жидкостью. Если со стороны среды измерения происходит давление, оно передаётся на жидкость через эластичную мембрану и далее через капилляр на измерительный элемент.

Возможны различные комбинации вариантов конструкции и материала разделителей и жидкостей для них для измерений давлений от 10 мбар до 1,6 бар с учётом других требований, таких как экстремальные температуры (диапазон от -90°C до 400°C , агрессивность, коррозионность, абразивность, вязкость, гетерогенность,

токсичность, текучесть и стерильность среды измерения и требований к точности измерений в экстремальных условиях.

Рассмотрим наиболее широко используемые манометры.

Манометры с упругим чувствительным элементом широко распространены в сфере технических измерений давления благодаря своей прочности и простоте обращения. Они содержат чувствительные элементы, которые упруго меняют свою форму под воздействием давления. Как правило, чувствительные элементы выполняются из медных сплавов, легированных сталей или из специальных материалов, если речь идет о специфических измерительных задачах. Давление измеряется по отношению к исходному давлению (эталонное давление). В качестве исходного давления служит, как правило, атмосферное давление. Это означает, что манометр или вакуумметр указывают насколько измеренное давление выше или ниже атмосферного давления, присутствующего в момент измерений. Существует стандартный ряд измеряемых диапазонов, давление указывается стрелкой на циферблате. Манометры с гидрозаполнением используются для измерения давления в условиях сильных пульсаций и/или вибраций. Функцию сигнализации можно обеспечить путем комбинирования манометра с электроконтактами. Для автоматизации производственных процессов манометры комбинируются с датчиком выходного электрического сигнала, например 4 – 20 мА. По форме пружины и принципам измерений манометры разделяются: с трубкой Бурдона, с пластинчатой пружиной, с коробчатой пружиной, абсолютного давления, дифференциальные (рис. 2.8).



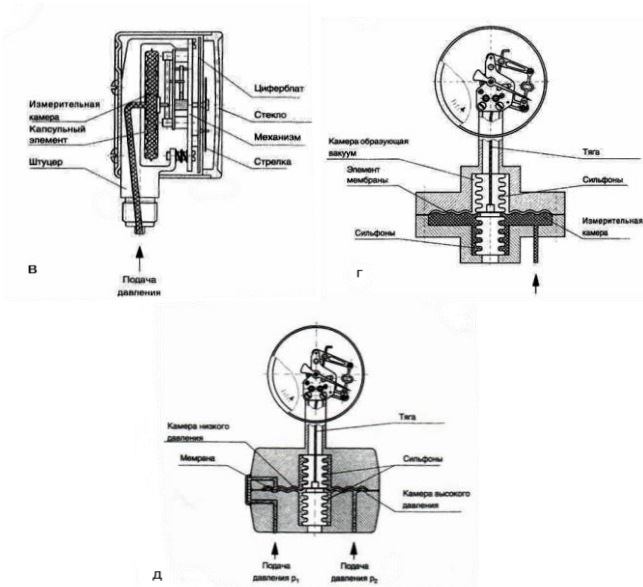


Рис. 2.8. Типы конструкции манометров давления:

а - с трубкой Бурдона; б - с пластинчатой пружиной; в - с коромысловой пружиной; г - абсолютного давления; д - дифференциальный.

Манометры с трубкой Бурдона. Трубочатые пружины представляют собой кругообразно согнутые трубки с овальным поперечным сечением. Давление измеряемой среды воздействует на внутреннюю сторону этой трубки, в результате чего овальное поперечное сечение принимает почти круглую форму. В результате искривления пружинной трубки возникают напряжения в кольцах трубки, которые разгибают пружину. Не зажатый конец пружины выполняет движение, пропорциональное величине давления. Движение передаётся посредством стрелочного механизма на шкалу.

Манометры с пластинчатой пружиной. Пластинчатые пружины представляют собой тонкие гофрированные мембраны кругообразной формы, которые зажимаются или привариваются по краю между двумя фланцами и вступают в соприкосновение с измеряемой средой только с одной стороны. Вызванный в результате такого соприкосновения прогиб пропорционален величине давления. Движение передаётся посредством стрелочного механизма на шкалу.

Пластинчатые пружины обладают сравнительно высоким перестановочным усилием. В результате кольцеобразного крепления пластинчатые пружины менее восприимчивы к вибрациям по сравнению с трубчатыми пружинами, однако погрешность показаний при изменениях температуры у них больше. Диапазоны их показаний лежат в пределах 0...16 мбар и 0...40 бар с классом точности 0,6 и 2,5.

Для измерений давления до 40 или 60 бар применяются, как правило, согнутые с углом витка около 270° , кругообразные пружины. Для измерений давления с более высокими значениями используются пружины с несколькими лежащими друг над другом витками и одинаковым витковым диаметром (винтовая пружина) или со спиралеобразными витками, лежащими в одной плоскости (плоская спиральная пружина). Трубчатые пружины обладают сравнительно низким перестановочным усилием. Поэтому их защита от перегрузки может проводиться только с ограничениями. Показания лежат в диапазоне от 0...0,6 до 0...5000 бар при точности показаний (классе) от 0,1 до 4,0%.

Манометры с коробчатой пружиной. Давление измеряемой среды воздействует на внутреннюю сторону коробки, состоящей из двух кругообразных, гофрированных, герметично прилегающих друг к другу мембран. Возникающее под давлением поступательное движение пропорционально величине давления. Движение передается на шкалу с помощью стрелочного механизма. Манометры с коробчатой пружиной особенно пригодны для измерений давления газообразных сред. Защита от перегрузки возможна только в определенных границах. Для повышения чувствительности в манометре может устанавливаться ряд коробчатых пружин («пакет» коробчатых пружин). Диапазоны показаний лежат в пределах от 0...2,5 мбар до макс. 0...0,6 бар с классом точности от 0,1 до 2,5.

Манометры абсолютного давления. Данные приборы используются для измерений давления независимо от колебаний атмосферного давления окружающей среды. В соответствии с различными сферами применения и диапазонами показаний, манометры для измерений абсолютного давления изготавливают согласно принципам измерений и формам чувствительных элементов, которые применяются в манометрах для измерений относительного давления. Давление измеряемой среды определяется по отношению к базовому давлению, которое равняется абсолютному давлению с

величиной 0 (абсолютный вакуум). Это означает, что на стороне измерительного элемента, не соприкасающейся с измеряемой средой, должно присутствовать базовое давление. Присутствие базового давления при использовании соответствующей формы пружин достигается посредством вакуумирования и герметизации соответствующей измерительной камеры или облегающего корпуса.

Передача движения измерительного элемента и индикация давления осуществляются аналогично выше описанным манометрам избыточного давления. Диапазоны показаний лежат в пределах от 0...16 мбар до макс. 0... 40 бар с классом точности от 0,6 до 2,5.

Манометры дифференциальные. Приборы дифференциального давления применяются для измерений разницы между двумя отдельными давлениями. Базовым давлением является то, которое присутствует на стороне, взятой за эталонную. В качестве чувствительных элементов используются пружины тех же форм, что и в манометрах избыточного давления. Как правило, чувствительные элементы подвергаются воздействию давления с обеих сторон. Установленная таким образом разность давлений передается с помощью стрелочного механизма непосредственно на шкалу. Если измеряемые давления одинаковы, измеряемый элемент остается неподвижным, и показания прибора отсутствуют. Измерение низких разностных давлений возможно даже при высоком статическом давлении. Защита от высоких перегрузок обеспечивается с помощью пластинчатых чувствительных элементов. При выборе манометра следует учитывать допустимое статическое (рабочее) давление, а также максимально допустимую перегрузку. Для преобразования деформации чувствительного элемента в показания стрелки используются принципы, аналогичные принципам действия манометров избыточного давления. Диапазоны показаний лежат в пределах от 0...2,5 мбар до 0...40 бар с классом точности от 0,6 до 2,5.

Измерительные преобразователи давления, имеющие вторичные преобразователи контактного типа, по сути, являются реле давления. Под реле давления обычно понимают устройства, выдающие информацию или в виде механического перемещения выходного звена или в виде электрического сигнала при достижении в гидрوليнии заданного давления. Обычно реле давления выполняют в виде устройства, содержащего миниатюрный гидродвигатель с поступательным движением ведомого звена (гидроцилиндр, мембрана,

сильфон), который в одну сторону перемещается под действием давления жидкости или газа, а в другую возвращается под действием возвратной пружины. Ведомое звено гидродвигателя очень часто управляет электрическими контактами.

На рис. 2.9 показана схема реле давления, используемого на стенде для управления электродвигателем насосной установки.

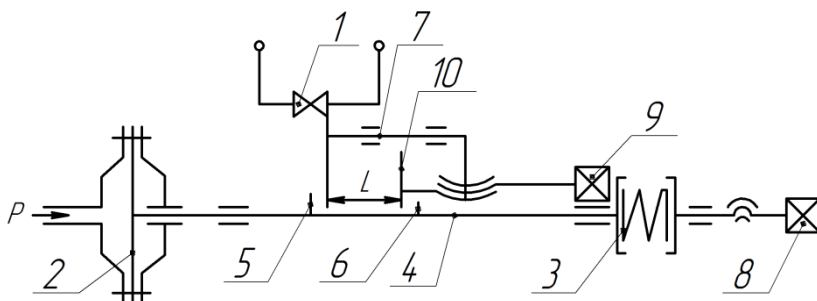


Рис. 2.9. Схема реле давления лабораторной установки:
 1 – контакты замкнутые; 2 - диафрагма; 3 – пружина; 4 – толкатель;
 5, 6, 10 – упоры; 7 – верхняя рычажная система; 8, 9 – винты.

Реле давления имеет постоянно замкнутые контакты 1. При увеличении давления P до давления, равного верхнему порогу срабатывания P_v диафрагма 2 перемещается вправо, сжимая пружину 3 и размыкая контакты 1, установленные в цепи управления электродвигателем, что приводит к отключению насосной установки. Воздействие от диафрагмы на пружину 3 и контакты 1 передаётся через толкатель 4 и упор 5, закреплённый на толкателе. При уменьшении давления P диафрагма 2 с толкателем 4 под действием пружины 3 перемещается влево, однако, это не приводит к замыканию контактов 1 до тех пор, пока давление P не достигнет нижнего значения P_n (при этом упор 6, воздействуя на верхнюю рычажную систему 7, замкнёт контакты 1, что приведёт к включению насосной установки).

При воздействии на винт 8 и изменении усилия пружины 3 изменяется P_v давление, при котором отключается насосная установка. При воздействии на винт 9 и перемещении упора 10 изменяется P_n давление, при котором включается насосная установка. Так при уменьшении размера l снижается P_n .

