

Выбор устройств контроля давления для применения в нефтегазовой сфере

Реле и преобразователи давления являются одним из самых важных и необходимых узлов любой пневматической или гидравлической системы. Подобные системы присутствуют на газо- и нефтеперерабатывающих заводах, нефтеналивных терминалах, нефтяных промыслах и являются важным звеном автоматизации производственного процесса, отвечающими за выполнение таких важных функций, как:

1. Система индикации давления. Необходима для информирования пользователей о текущем давлении рабочей среды.
2. Аварийная система. Требуется для сигнализации опасного (низкого или высокого) давления.
3. Концевой датчик. Отвечает за включение/выключение насосов или компрессоров.
4. Обеспечение обратной связи с иными исполнительными механизмами (регуляторы давления, регулирующие клапаны и т.п.).

Внедрение подобных систем зачастую носит обязательный характер, поэтому их проектирование – задание, к которому следует относиться с повышенным вниманием и осторожностью.

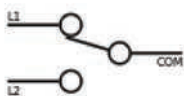
Рассмотрим подробно принципы устройства данных механизмов:

■ Реле давления

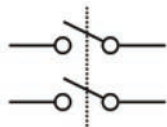
Реле давления представляет собой простейшее электромеханическое устройство, состоящее из чувствительного элемента и микропереключателя, замыкающего или размыкающего электрическую цепь. Микропереключатели могут иметь способность замыкать/размыкать как одну, так и несколько пар электрических контактов (последовательно или параллельно). Вот основные из них:



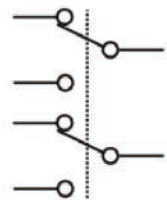
- **SPST (Single pole, single throw)** – одиночный микропереключатель одинарного действия. В данном случае имеется лишь одна пара контактов, которая замыкается/размыкается в зависимости от настройки.



- **SPDT (Single pole, double throw)** – одиночный микропереключатель двойного действия. В данном случае имеется три контакта. При активации микропереключателя происходит одновременное размыкание пары L1-COM и замыкание пары L2-COM (или в обратном порядке, в зависимости от настройки).



- **DPST (double pole, single throw)** – эквивалентен двум микропереключателям типа SPST.



- **DPDT (double pole, double throw)** – эквивалентен двум микропереключателям типа SPDT.

Кроме того, немаловажной характеристикой является материал (или покрытие) контактов микропереключателя. Основными материалами являются серебро и золото. Серебряные контакты позволяют подключать электрические цепи с напряжением до 250 В и силой тока до 10 А (как постоянного, так и переменного тока). А в отдельных случаях напряжение может достигать и 480 В, но, как правило, это возможно только при работе с переменным током.

Золотое покрытие контактов предназначается для работы с низкими напряжением и силой тока (как правило, до 24 В и 1 А). Однако, столь небольшие характеристики компенсируются лучшей проводимостью данных контактов, что повышает чувствительность микропереключателя в целом.

А теперь разберемся, как и на каких принципах устроены чувствительные элементы реле давления.

■ Мембрана

Первый тип – мембранные реле давления. Как можно догадаться из названия, чувствительным элементом в данном случае является металлическая мембрана, напрямую взаимодействующая с микропереключателем. Данный механизм обеспечивает высокую чувствительность (среди механических устройств), но имеет значительные ограничения по рабочему давлению (10–40 бар). Также мембрана позволяет работать и с отрицательным избыточным давлением.

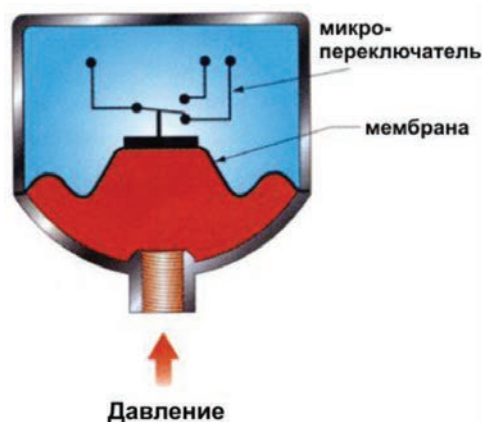


Рис. 1. Устройство мембранного реле давления

■ Поршень

Второй тип – поршневые реле давления. Данный механизм позволяет работать при более высоких давлениях (до 600 бар), имеет компактные размеры, простую конструкцию. Однако, к недостаткам данной схемы можно отнести пониженную чувствительность, связанную с необходимостью использования кольцевого уплотнения вокруг поршня, что увеличивает силу трения между элементами механизма.

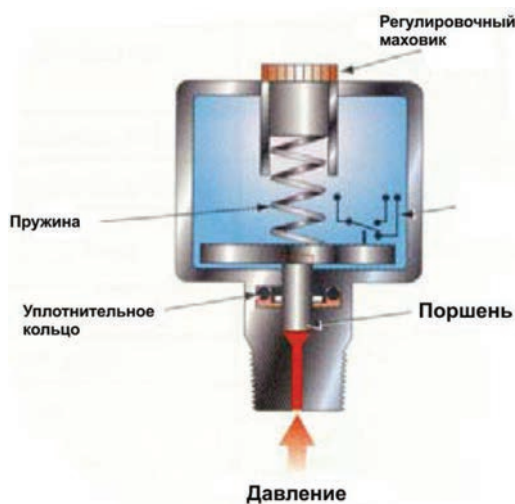


Рис. 2. Устройство поршневого реле давления



Рис. 3. Пример внешнего вида поршневого реле давления (на примере Barksdale Series 8000)

■ Трубка бурдона

Третий тип – трубка Бурдона. Всем известный и хорошо зарекомендовавший себя чувствительный механизм, представляющий собой трубку, закрученную в спираль. На конце трубки устанавливается контактная площадка, предназначенная для активации микропереключателя. Принцип работы прост и полностью аналогичен манометру: при повышении давления трубка раскручивается (распрямляется).

Чувствительность данного типа реле лежит между поршневым и мембранным типами. Однако, трубка бурдона позволяет работать при гораздо более высоких давлениях, чем мембранные или поршневые механизмы: до 950–1000 бар (иногда выше).

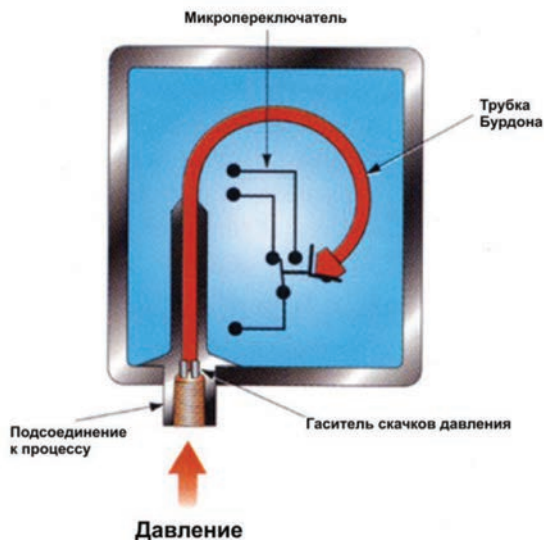


Рис. 4. Устройство реле давления с трубкой Бурдона



Рис. 5. Взрывозащищенное исполнение реле давления с трубкой Бурдона (на примере Barksdale B1X/B2X)

Одним из примеров применения является установка подобного реле давления во взрывозащищенном корпусе (ATEX Ex d) в шкаф управления гидроприводом шарового крана или задвижки на газо- или нефтепроводе.

Электронный преобразователь давления – устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газы, пар). Давление измеряемой среды преобразуется в унифицированный пневматический, электрический сигналы или цифровой код.

Рассмотрим основные методы измерения давления:

1. **Тензометрический метод** – в основе лежит измерение сопротивления тензорезисторов, размещенных на упругом элементе, который деформируется под давлением. Способ измерения устаревший и практически не применяется.



2. Пьезорезистивный метод – чувствительный элемент содержит упругую мембрану, закрепленную на стеклянном основании. На основании размещается так называемый мост Уитстона (рис. 6), преобразующий деформацию мембраны в электрический сигнал.

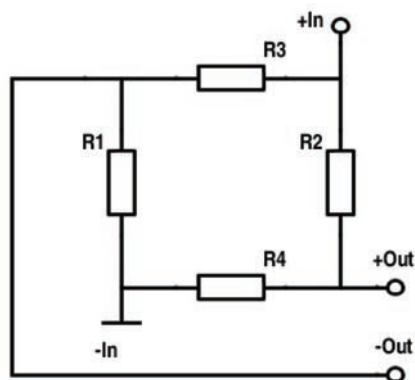


Рис. 6. Мост Уитстона

Мембрана изготавливается из кремния, а резисторы изготавливаются методом диффузии. Давление передается на мембрану через силиконовое масло и наружные разделительные мембраны для предотвращения повреждений. Одним из наглядных примеров применения данного метода измерения является электронный преобразователь давления Barksdale BPS3000, имеющий данный тип сенсора для диапазонов давления.



Рис. 7. Преобразователь давления Barksdale BPS3000

3. Емкостный метод – метод основан на зависимости изменения электрической емкости между обкладками конденсатора. К одной из обкладок прикреплена упругая керамическая мембрана. Подобный датчик весьма прост конструктивно, имеет высокую точность и подходит для измерения низких давлений.

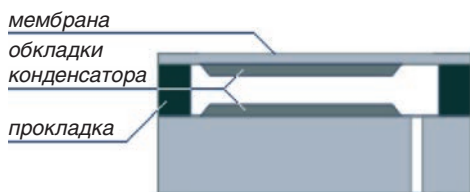


Рис. 8. Схема емкостного сенсора датчика давления

4. Резонансный метод – основан на изменении частоты колебания резонаторов при деформации упругой кремниевой мембраны, на которой он закреплен. При изгибе мембраны один резонатор сжимается, а второй растягивается. При этом частота первого резонатора увеличивается, а второго – уменьшается. Электронным модулем датчика производится измерение разности этих частот и, таким образом, вычисляется разность давлений. Метод является одним из самых

точных. Подобный сенсор не имеет гистерезиса (менее 0,001% измеряемой величины), практически лишен нелинейности, нечувствителен к вибрации, изменениям температуры (менее 0,001%/°C). Параллельно сенсор позволяет измерять температуру (сдвиг температуры вызывает сдвиг резонансных частот колебаний на одну величину на обоих резонаторах). Подобные характеристики позволяют добиться погрешности измерения в 0,04%.

5. Индуктивный метод – Основан на регистрации вихревых токов (токов Фуко). Чувствительный элемент состоит из двух катушек, изолированных между собой металлическим экраном. Преобразователь измеряет смещение мембраны при отсутствии механического контакта. В катушках генерируется электрический сигнал переменного тока таким образом, что заряд и разряд катушек происходит через одинаковые промежутки времени. При отклонении мембраны создается ток в фиксированной основной катушке, что приводит к изменению индуктивности системы. Смещение характеристик основной катушки дает возможность преобразовать давление в стандартизованный сигнал, по своим параметрам прямо пропорциональный приложенному давлению.

6. Пьезоэлектрический метод – основан на прямом пьезоэлектрическом эффекте. При деформации керамической подложки сенсора возникает разность потенциалов между контактами датчика, которая преобразуется электроникой в выходной сигнал требуемого формата. Для защиты чувствительного пьезоэлектрического элемента он оснащается мембраной из нержавеющей стали, а пространство под ним заполняется силиконовым маслом.

Примеры применения преобразователей давления



Рис. 9. Автоматическая система регулирования давления Tescom ER5000 и датчик обратной связи Barksdale BPS3000

Преобразователи давления могут использоваться везде, где требуется мониторинг давления рабочей среды в режиме реального времени. Также, подобные устройства могут использоваться в качестве устройств обратной связи для управления какими-либо механизмами, например, система автоматического регулирования давления на базе Tescom ER5000 и преобразователя давления Barksdale BPS3000. В данном случае преобразователь давления служит для получения данных о полученном выходном давлении и последующей его корректировки до достижения заданной установки. ●

www.nta-prom.ru