Измерение давления

Профессор
Д.Л.Пиотровский

Содержание

- Определение давления
- Единицы измерения давления
- Виды давления
- Классификация приборов по виду измеряемого давления
- Классификация приборов по принципу действия
- U-образный и чашечный манометры
- Манометр с одновитковой трубчатой пружиной

Содержание

- Электрический манометр
- Дифманометр типа «кольцевые весы»
- Коррозионностойкие датчики давления
- Датчики давления 3051S
- Датчики давления 1151
- Датчик давления МЕТРАН-55-ДМП 331
- Датчик давления МЕТРАН-55-ЛМК 351
- Многофункциональный датчик давления Метран-55-ДС

Определение давления

- **Давление** – это предел отношения усилия к площади, на которую действует это усилие

Единицы измерения давления

- За единицу измерения силы принимается Ньютон, а единицей площади – квадратный метр. Для измерения давления берется **Паскаль**, имеющий следующее соотношение с единицами измерения силы и площади – **Па=1 Н/м2**.
- производные Паскаля – килоПаскаль (1 кПа), мегаПаскаль (1МПа)

Единицы измерения давления

- Согласно технической системе единиц МГСС сила измеряется в **килограммах силы**. Соотношение с Ньютонами у этой единицы такое – **1 кгс = 9,8 Н**. Единица измерения давления в системе МГСС обозначается как **кгс/м2** или **кгс/см2** и называется **метрической** или **технической атмосферой**. Обозначается «**ат**», а в случае измерения ею избыточного давления, то используется обозначение «**ати**». **1 МПа = 10,1972 кгс/см2**.

Единицы измерения давления

- Согласно физической системе единиц СГС за единицу силы принят **1 дин.** Соотношение с Ньютонами–**1дин=10^{-5}Н**. Единица давления в этой системе, или 1 дин/см2, имеет название **бар**.

1 бар = 106 дин/см2

1 МПа = 10 бар.

Единицы измерения давления

- физическая или нормальная атмосфера - величина атмосферного давления на поверхности Земли на уровне Мирового океана. Также это величина, эквивалентная уравновешивающему столбу **760 мм рт. ст.**
  Соотношение нормальной атмосферы и мегаПаскаля :
  1 МПа = 9,8692 атм.

Единицы измерения давления

- Для приблизительных оценок и расчетов можно использовать приведенные ниже соотношения

1МПа = 10 бар = 9,9 атм. = 10,2 ат

Такие значения дадут при расчетах погрешность, не превышающую 0,5%.

виды давления

- **атмосферное** (барометрическое), т. е. давление воздушного столба земной атмосферы;
- **избыточное** (манометрическое), т. е. превышение давления над атмосферным;
- **абсолютное** (полное), т. е. сумма атмосферного и избыточного давления.

виды давления

- Если абсолютное давление меньше атмосферного, то избыточное давление становится отрицательным. В этом случае говорят о **разрежении** или **вакууме**

Классификация приборов по виду измеряемого давления

Манометры – для измерения избыточного и абсолютного давления.

Барометры – для измерения атмосферного давления.

Вакуумметры – для измерения вакуума (разрежения).

Классификация приборов по виду измеряемого давления

Мановакуумметры – для измерения избыточного давления и вакуума (разрежения).

Напоромеры (приборы для измерения малых избыточных давлений (до 40 кПа).

Тягомеры (микроманометры) – приборы для измерения малых разрежений (с верхним пределом измерения не более 40кПа).

Классификация приборов по виду измеряемого давления

Тягонапоромеры (микроманометры) – приборы для измерения малых давлений и разрежений
(с диапазоном измерений от –20 до +20 кП).

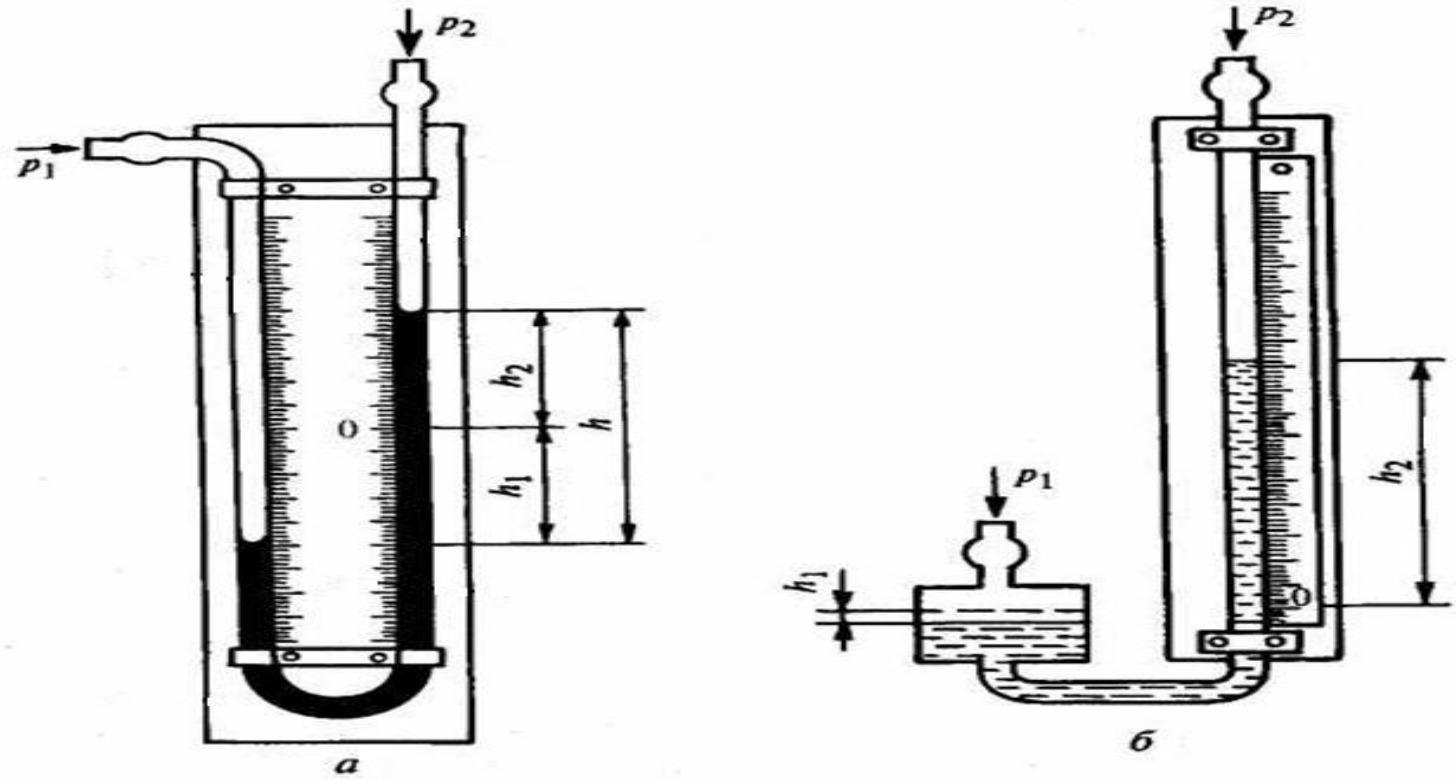
Дифференциальные манометры – приборы для измерения разности двух давлений, ни одно из которых не является давлением окружающей среды.

Классификация приборов по принципу действия

- **жидкостные** (основанные на уравновешивании давления столбом жидкости);
- **поршневые** (измеряемое давление уравновешивается внешней силой, действующей на поршень);
- **пружинные** (давление измеряется по величине деформации упругого элемента);
- **электрические** (основанные на преобразовании давления в какую-либо электрическую величину).

U-образный и чашечный манометры

- Схемы *U*-образного манометра (*а*) и чашечного манометра (*б*)



Жидкостные манометры

U-образный и чашечный манометры

Связь между давлениями в трубках и уровнями жидкости:

$P_1 = \rho g h_1$ $P_2 = \rho g h_2$

разность уровней:

$\Delta h = h_1 - h_2$

разность давлений:

$\Delta P = \rho g \Delta h$

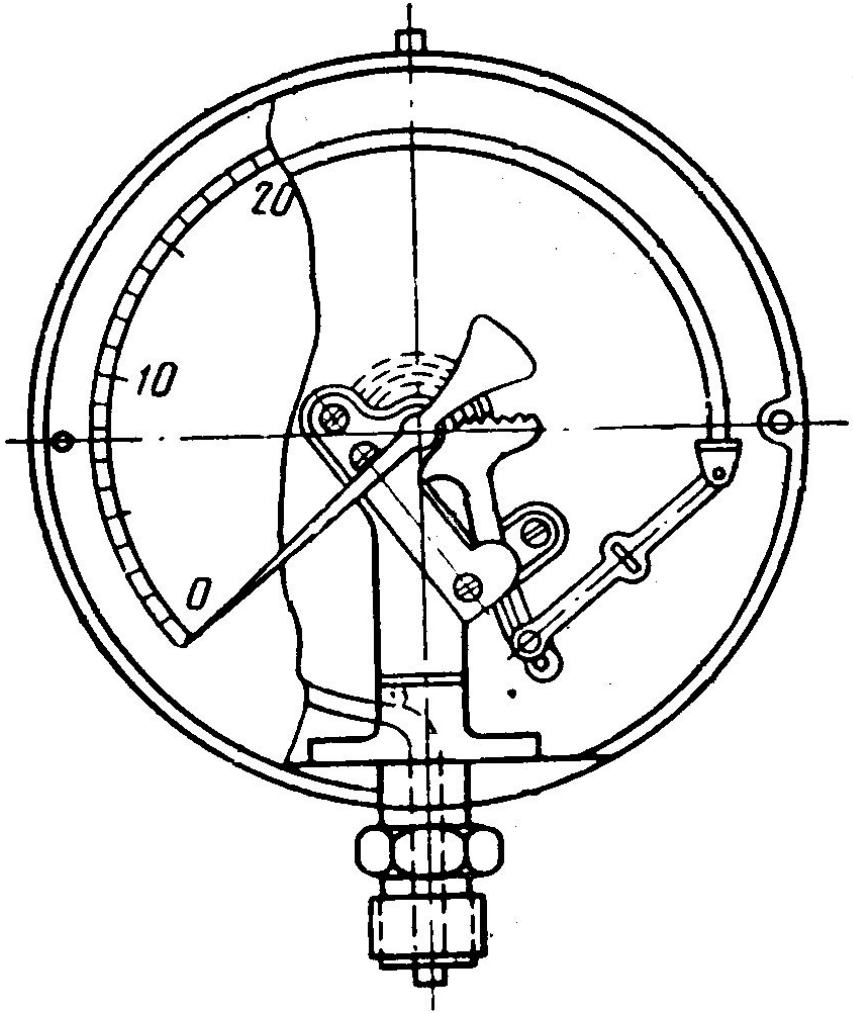
ρ — плотность заполняющей жидкости, g — ускорение свободного падения.

U-образный и чашечный манометры

- Применяются в качестве образцовых для лабораторных и технических измерений

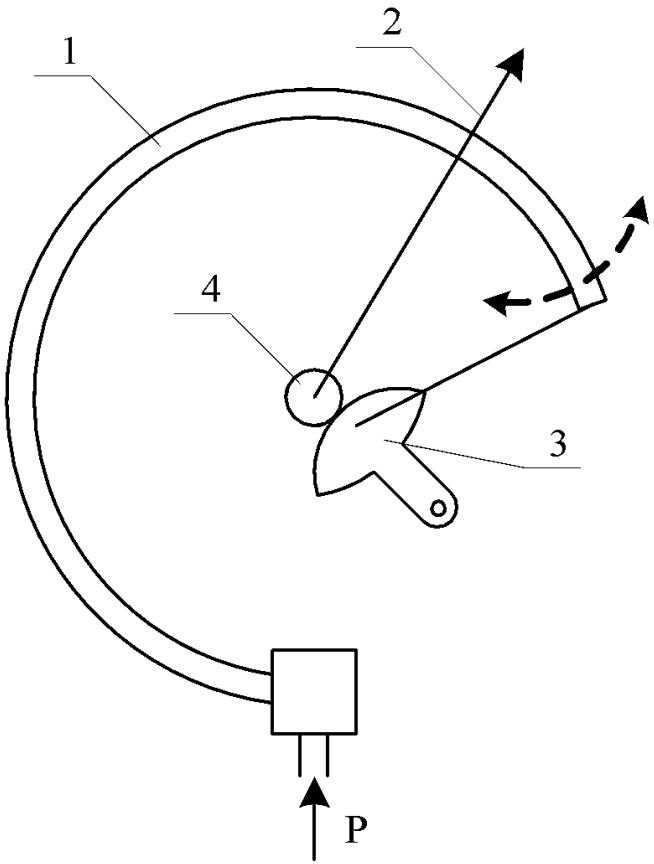
- В качестве рабочей жидкости используются спирт, вода, ртуть, технические масла и др.

Манометр с одновитковой трубчатой пружиной



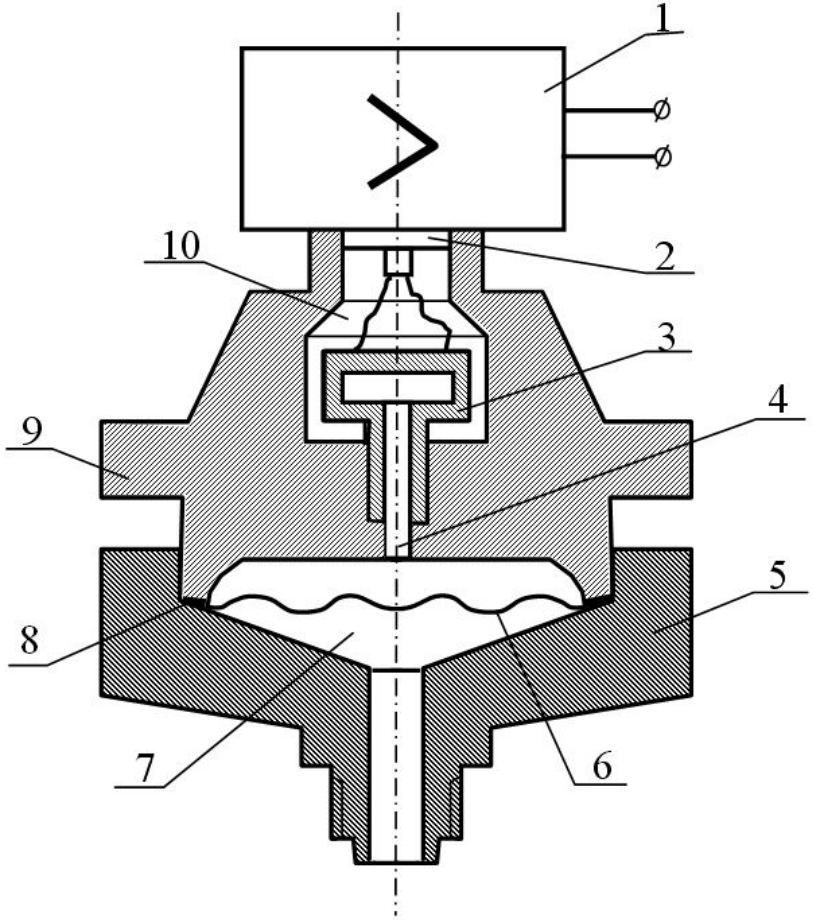
При увеличении давления трубчатая пружина стремится разогнуться, в результате чего она воздействует на зубчатый сектор отклоняя стрелку

Манометр с одновитковой трубчатой пружиной



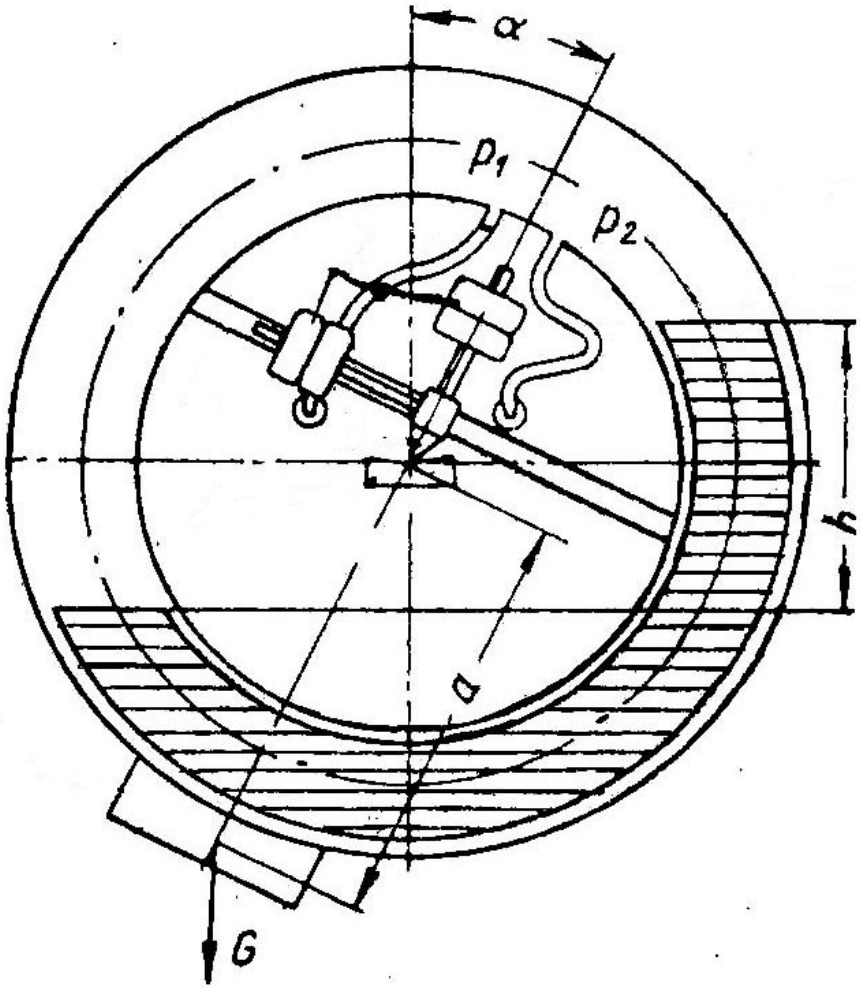
1 – трубка Бурдона
2 – стрелка
3 – зубчатый сектор
4 - шестерня

Электрический манометр



1 – измерительный блок
2 – гермовывод
3 – мембранный тензопреобразователь
4 – внутренняя полость термопреобразователя
5 – фланец
6 – мембрана
7 – камера
8 – прокладка
9 – основание
10 - полость

Дифманометр типа «кольцевые весы»



Дифманометр «кольцевые весы», имеет чувствительный элемент в виде полого кольца с перегородкой В нижней части кольца, заполненного жидкостью (вода, масло, ртуть), укреплён компенсационный груз.

Дифманометр типа «кольцевые весы»

- При $p_1 = p_2$ уровень жидкости в обеих частях кольца одинаков, а центр тяжести груза находится на вертикальной оси, проходящей через центр кольца. При $p_1 > p_2$ жидкость в левой части опустится, а в правой поднимется. Усилие, создаваемое действием разности давлений на перегородку, вызывает момент, стремящийся повернуть кольцо по часовой стрелке.

Коррозионностойкие датчики давления

МЕТРАН-49

Коррозионностойкие датчики давления

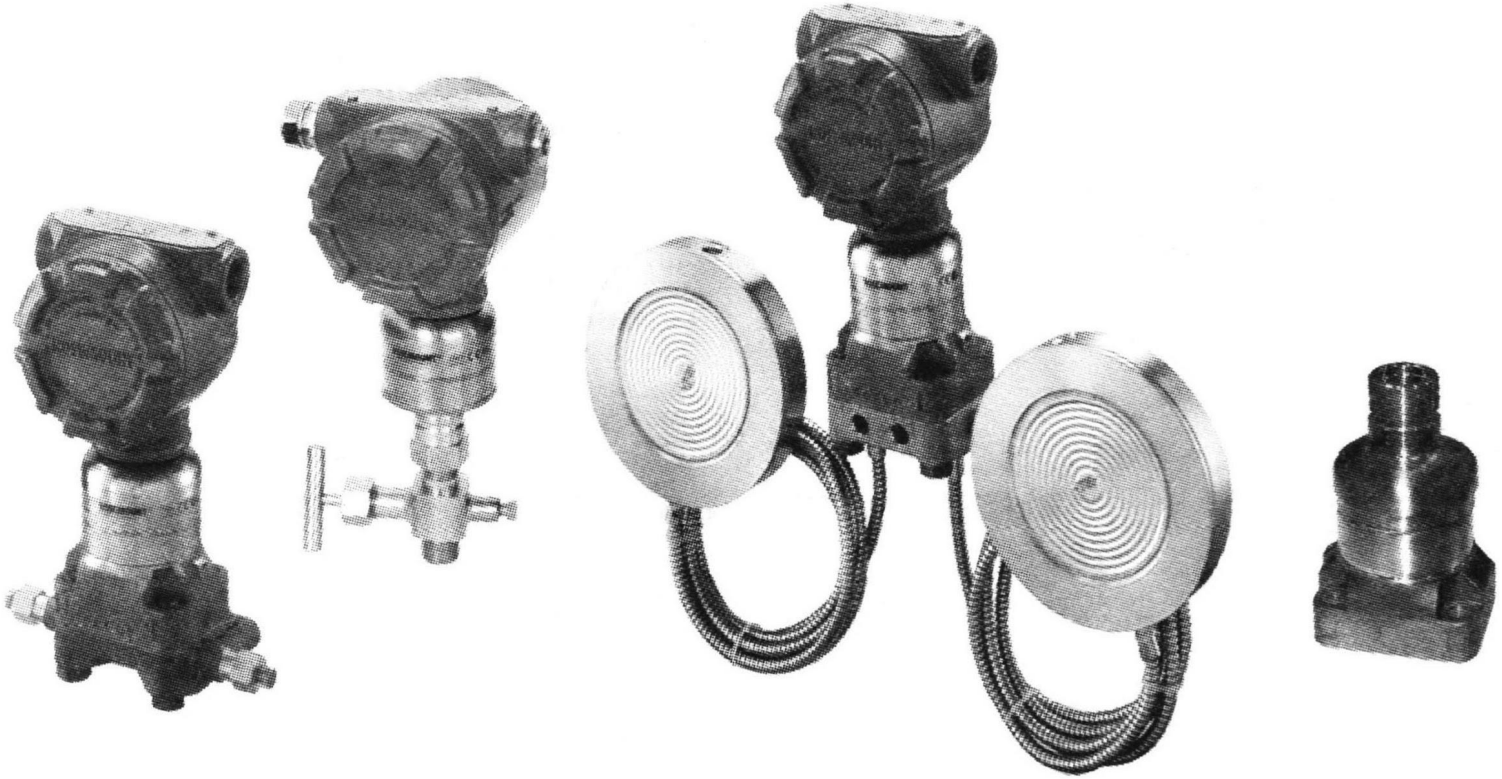
Измеряемые среды – агрессивные среды с высоким содержанием сероводорода, нефтепродукты, сырая нефть и другие, по отношению к которым материалы датчика, контактирующие с измеряемой средой, являются коррозионностойкими.

Основная погрешность измерений до ±0,15% от диапазона.

Коррозионностойкие датчики давления

- Коррозионностойкие интеллектуальные датчики давления Метран-49 предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования, управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование в унифицированный аналоговый токовый выходной сигнал и/или цифровой сигнал в стандарте протокола HART.

Датчики давления 3051S



Датчики давления 3051S

Датчики давления 3051S Super Module (супер модуль) – новейшая разработка XXI века, с минимальными дополнительными погрешностями, вызванными влияниями изменения температуры окружающей среды и статического давления. Используются для высокоточных технологических процессов и коммерческого учета дорогостоящих продуктов.

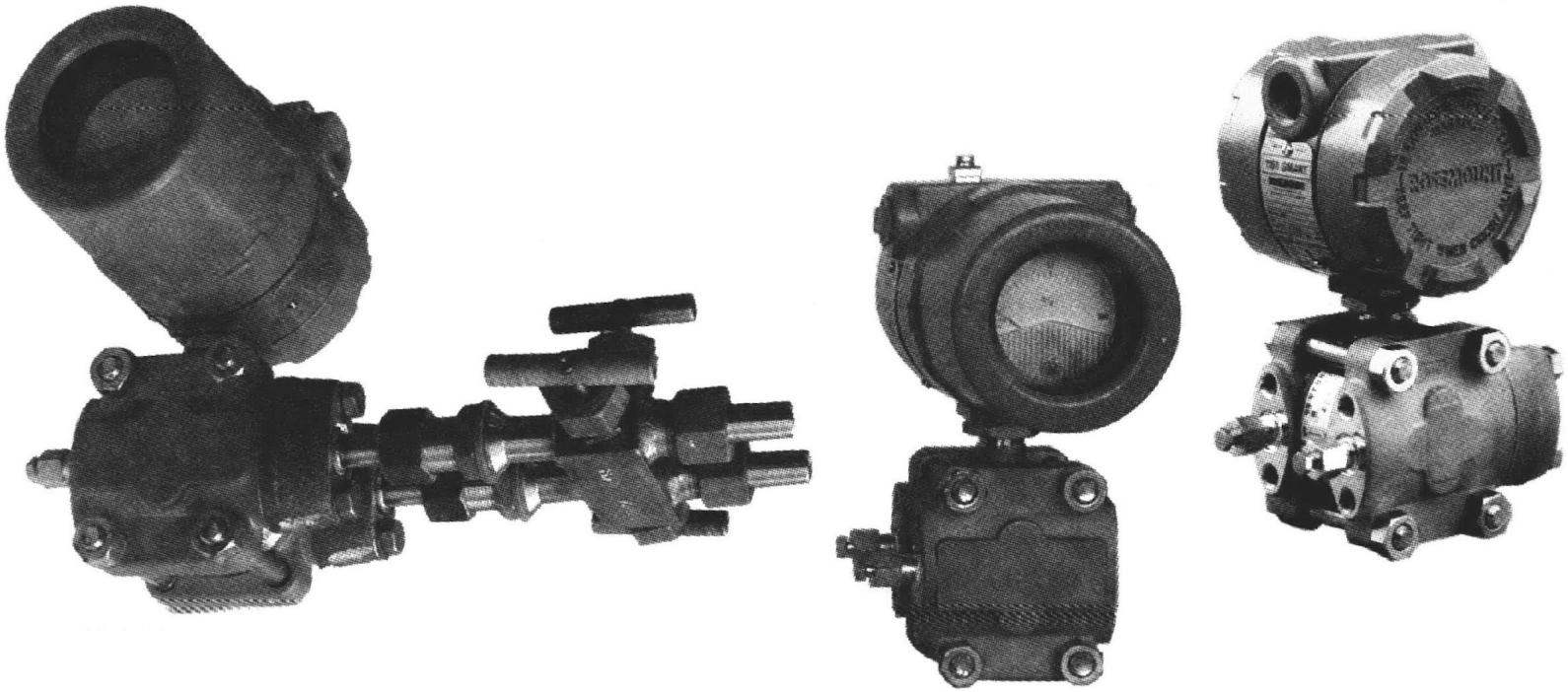
Датчики давления 3051S

Верхние границы диапазонов измерений: от –13,8 до +68,9 МПа.

Температура окружающей среды: от –40 до +85 ˚С.

Температура измеряемой среды: от –40 до +149 ˚С

Датчики давления 1151



Датчики давления 1151

Измеряемая среда: газ, жидкости (в т. ч. агрессивные), пар.

Диапазоны верхних пределов измерений, кПа:

- абсолютное давление 6,22–6895;
- избыточное давление 0,18–41369;
- перепад давлений 0,18–895;
- гидростатическое давление (уровень) 6,2–689,5.

Предел допускаемой основной приведенной погрешности ±0,075 %.

Датчики давления 1151

- Высокоточные интеллектуальные датчики давления серии 1151 обыкновенного и взрывозащищенного исполнений предназначены для точных измерений абсолютного, избыточного давлений, разности давлений газов, паров (в т.ч. насыщенных), жидкостей, уровня жидкостей (в т.ч. нагретых, химически активных) и дистанционной передачи выходных сигналов в системы автоматического контроля, регулирования и управления технологических процессов.

Датчик давления МЕТРАН-55-ДМП 331

Измеряемые среды: жидкость, пар, газ.

Диапазон измеряемых давлений: минимальный – 0–4 кПа (избыточное), 0–10 кПа – абсолютное, максимальный – 0–4 МПа.

Погрешность измерений: ±0,25 %; ±0,3 %; ±0,5 %ВПИ.

Датчик давления МЕТРАН-55-ДМП 331

Метран-55-ДМП 331 – универсальный датчик давления для различных отраслей промышленности, пропорционально преобразующий абсолютное или избыточное давление рабочей среды в электрический сигнал.

Датчик давления
МЕТРАН-55-ДМП 331

Достоинства:

- прочная и надёжная конструкция для тяжелых условий эксплуатации;
- корпус датчика изготовлен из нержавеющей стали;
- различные варианты электрических и механических соединений;
- коррозионно-стойкий металлический корпус для полевых условий.

Датчик давления МЕТРАН-55-ДМП 331

Температура измеряемой среды:

- от –40 до +125 ^{0}С.

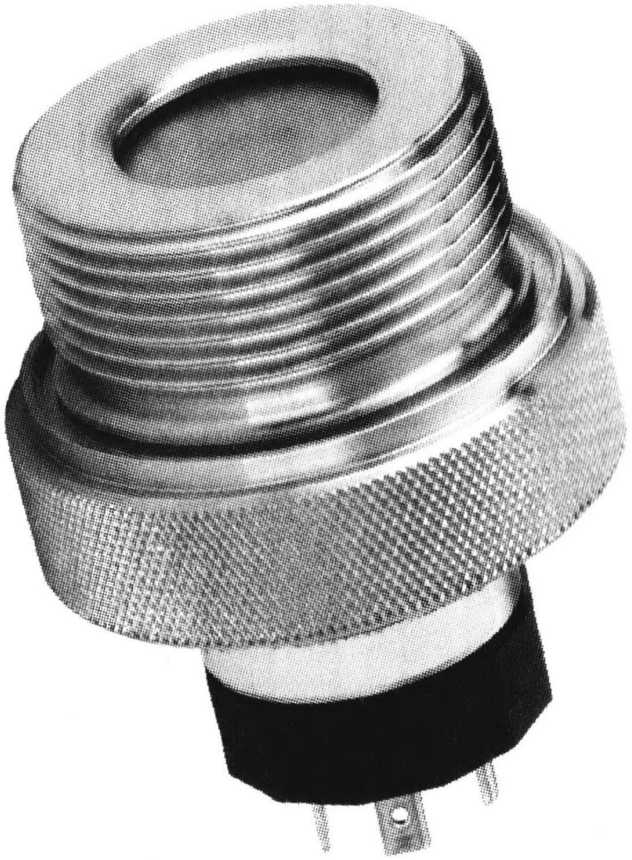
Температура окружающей среды :

- от 0 до +50 ^{0}С (ВПИ до 40 кПа);
- от 0 до +70 ^{0}С (ВПИ > 40 кПа).

дополнительно:

- от –20 до +50 ^{0}С;
- от –40 до +70 ^{0}С.

Датчик давления МЕТРАН-55-ЛМК 351



Измеряемые среды: жидкость, пар, газ.

Диапазон измеряемых давлений:
минимальный – 0–4 кПа (0,4 м вод.ст.);
максимальный – 0–1 МПа (100 м вод.ст.).

Выходной сигнал: 4–20 мА.

Погрешность измерений: ±0,35 %ВПИ.

Датчик давления МЕТРАН-55-ЛМК 351

- Метран-55-ЛМК 351 – датчик давления с емкостным керамическим сенсором. Предназначен для измерения уровня или избыточного давления различных сред, в том числе вязких, пастообразных или сильно загрязненных.

Датчик давления МЕТРАН-55-ЛМК 351

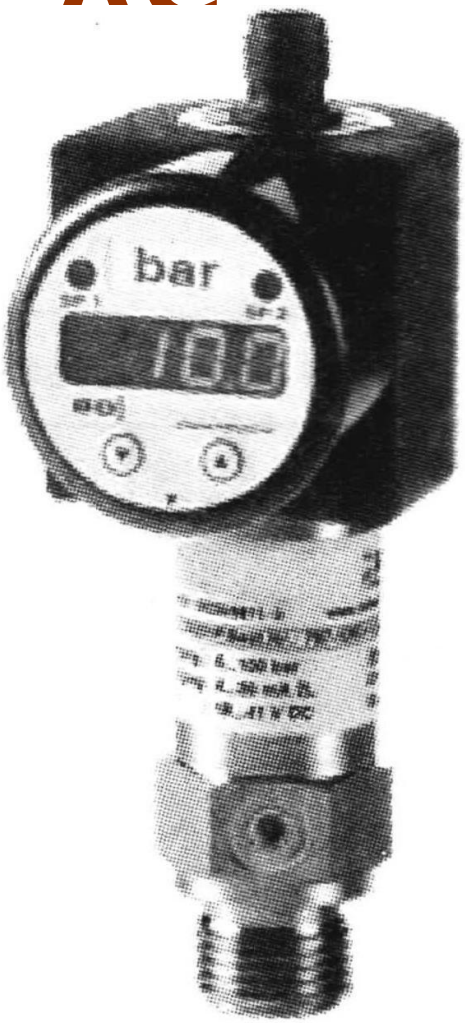
- Отличительной особенностью керамического датчика является его устойчивость к воздействию агрессивных сред.
- Температура измеряемой среды:

от –25 до +125 ^{0}С.

- Температура окружающей среды :

От –25 до +85 ^{0}С.

Многофункциональный датчик давления Метран-55-ДС



Измеряемые среды: жидкость, пар, газ.

Диапазон измеряемых давлений: минимальный – 0–4 кПа (избыточное), 0–10 кПа (абсолютное), максимальный – 0–60 МПа.

Погрешность измерений: ±0,35 %ВПИ (стандартно) (ВПИ > 40 кПа).

Многофункциональный датчик давления Метран-55-ДС

Выходные сигналы: 4–20 мА, 0–10 В.

Температура измеряемой среды: от –25 до +125 °С.

Температура окружающей среды:

- от 0 до 50 °С (ВПИ до 40 кПа);
- от 0 до 70 °С (ВПИ > 40 кПа).

Многофункциональный датчик давления Метран-55-ДС

Многофункциональный датчик давления Метран-55-ДС 200 предназначен для работы во всех типах сред, неагрессивных к нержавеющей стали, и представляет собой удачное сочетание нескольких устройств:

- прецизионный датчик давления;
- программируемый переключатель давления с релейным выходом;
- цифровой дисплей.

Вопросы

- Перечислите виды давлений.
- Как классифицируются приборы по виду измеряемого давления?
- На чем основан принцип работы U-образного манометра?
  На чем основан принцип работы пружинного манометра?
- Какие датчики давления вы знаете?

Ресурсы

- http://manometer-ufa.ru/
- http://pribory-si.ru/
- http://megapaskal.ru/
- http://npk-etalon.ru/

Спасибо за внимание