

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

### ТИПЫ ИЗМЕРЯЕМОГО ДАВЛЕНИЯ

### ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### ОДНО- И МНОГОПРЕДЕЛЬНЫЙ

### ОБОБЩЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

### МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- Тензорезистивный
- Пьезорезистивный
- Пьезоэлектрический
- Емкостной
- Индуктивный
- Резонансный

### РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

### МАНОМЕТР

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

- Основные элементы
- Типовые схемы
- Элемент присоединения
- Запорная арматура
- Устройство демпфирующее
- Устройство охлаждающее радиаторное
- Трубка импульсная петлевая
- Блок вентильный
- Мембранный разделитель сред
- Рукав соединительный

### МОНТАЖ

- Общие правила
- Для измерения давления жидких сред
- Для измерения давления газа или пара
- Схема электрического подключения

### ЗАДАТЧИК

### КАЛИБРАТОР

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

### *Pressure Sensor, Pressure Transmitter* **Преобразователь давления**

Датчик давления — это устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от приложенного к нему давления (давления измеряемой среды — жидкости, газа или пара). При этом давление измеряемой среды преобразуется в унифицированный выходной сигнал (пневматический, электрический или цифровой).

Типы измеряемого давления:

- абсолютное
- избыточное (напор)
- вакуумметрическое (разрежение, тяга)
- избыточное-вакуумметрическое (тяга-напор)
- дифференциальное

Методы измерения давления (тип чувствительного элемента):

- тензорезистивный (тензометрический) и пьезорезистивный
- пьезоэлектрический
- емкостной
- индуктивный
- резонансный

Способы защиты чувствительного элемента от измеряемой среды:

- с защитной мембраной: встроенная, выносная-разделительная (нержавеющая сталь)
- без защитной мембраны (с открытым кристаллом)

Функциональное исполнение:

- общепромышленные
- интеллектуальные
- взрывозащищенные
- специализированные, реле давления
- манометры

По количеству пределов измерения:

- однопредельные
- многопредельные

По схеме электрического подключения:

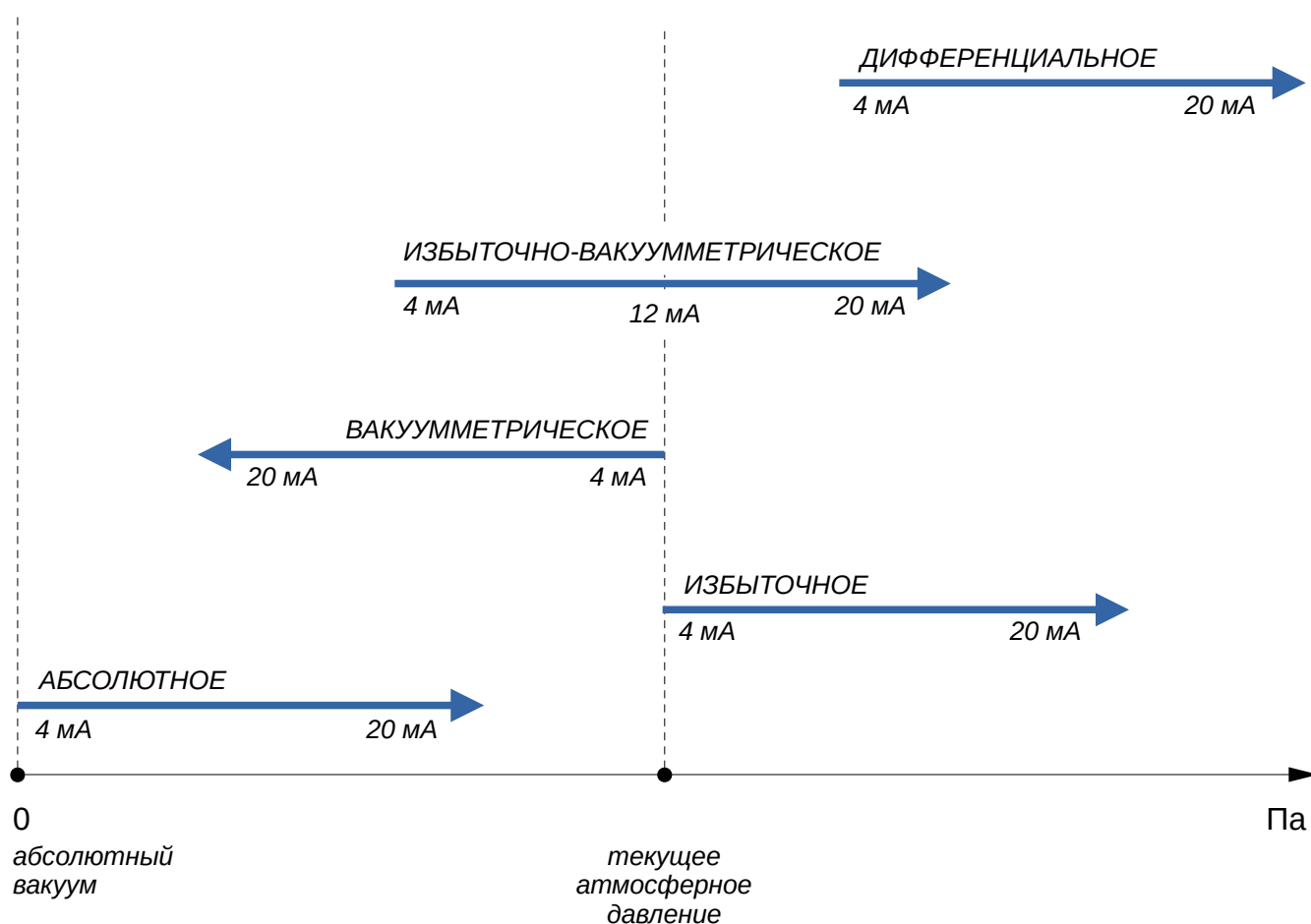
- 2-проводная
- 3-проводная
- 4-проводная

По типу выходного сигнала:

- аналоговый: 0-10 В, 0-20 мА, 4-20 мА
- аналогово-цифровой: 4-20 мА + HART
- цифровой: MODBUS, PROFIBUS, ...

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ТИПЫ ИЗМЕРЯЕМОГО ДАВЛЕНИЯ



### Давление абсолютное (ДА)

- от абсолютного вакуума (космического) в сторону увеличения

### Давление избыточное (ДИ)

- напор
- от текущего атмосферного в сторону увеличения

### Давление вакуумметрическое (ДВ)

- разрежение, тяга
- от текущего атмосферного в сторону уменьшения (вакуума)

### Давление избыточно-вакуумметрическое (ДИВ)

- тяга-напор
- от разрежения к избыточному относительно текущего атмосферного

### Давление дифференциальное (ДД)

- по перепаду давления
- в сторону увеличения относительно любого значения давления

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

**Давление** (на поверхность) — физическая величина, численно равная силе, действующей на единицу площади поверхности (перпендикулярно этой поверхности).

$$p = \frac{F}{S} \quad \left[ \frac{H}{M^2} = Pa \right] \quad 1 Pa = 1 \frac{H}{M^2}$$

Единица измерения давления (механического напряжения) в Международной системе единиц (СИ): **Паскаль Па (Pa)**

Для измерения давления также применяются **внесистемные единицы измерения**:

- **бар (bar)**, =10<sup>5</sup> Па
- **ат (at)** -техническая атмосфера, =98066.5 Па
- **атм (atm)** - физическая атмосфера, =101325 Па
- **мм рт.ст. (mm Hg)** - миллиметр ртутного столба, =133.322 Па
- **мм вод.ст. (mm H<sub>2</sub>O)** - миллиметр водяного столба, =9.80665 Па
- **psi** - фунт-сила на квадратный дюйм, =6894.76 Па

	бар	ат	атм	мм рт.ст.	мм вод.ст.	psi
1 Па	1 x10 <sup>-5</sup>	1.01972 x10 <sup>-5</sup>	9.8692 x10 <sup>-6</sup>	7.5006 x10 <sup>-3</sup>	0.101972	1.4504 x10 <sup>-4</sup>

	Па	ат	атм	мм рт.ст.	мм вод.ст.	psi
1 бар	1 x10 <sup>5</sup>	1.01972	0.98692	750.06	10197.2	14.504

	Па	бар	атм	мм рт.ст.	мм вод.ст.	psi
1 ат	98066.5	0.980665	0.96784	735.56	1 x10 <sup>4</sup>	14.223

	Па	бар	ат	мм рт.ст.	мм вод.ст.	psi
1 атм	101325	1.01325	1.03323	760	10332.3	14.696

	Па	бар	ат	атм	мм вод.ст.	psi
1 мм рт.ст.	133.322	1.3332 x10 <sup>-3</sup>	1.3595 x10 <sup>-3</sup>	1.3158 x10 <sup>-3</sup>	13.595	0.019337

	Па	бар	ат	атм	мм рт.ст.	psi
1 мм вод.ст.	9.80665	9.80665 x10 <sup>-5</sup>	1 x10 <sup>-4</sup>	9.6784 x10 <sup>-5</sup>	0.073556	1.4223 x10 <sup>-3</sup>

	Па	бар	ат	атм	мм рт.ст.	мм вод.ст.
1 psi	6894.76	0.068948	0.070307	0.068046	51.715	703.07

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ОДНО- И МНОГОПРЕДЕЛЬНЫЙ

В зависимости от конструкции, датчики давления могут иметь один (*однопредельный*) или сразу несколько диапазонов измерения (*многопредельный*).

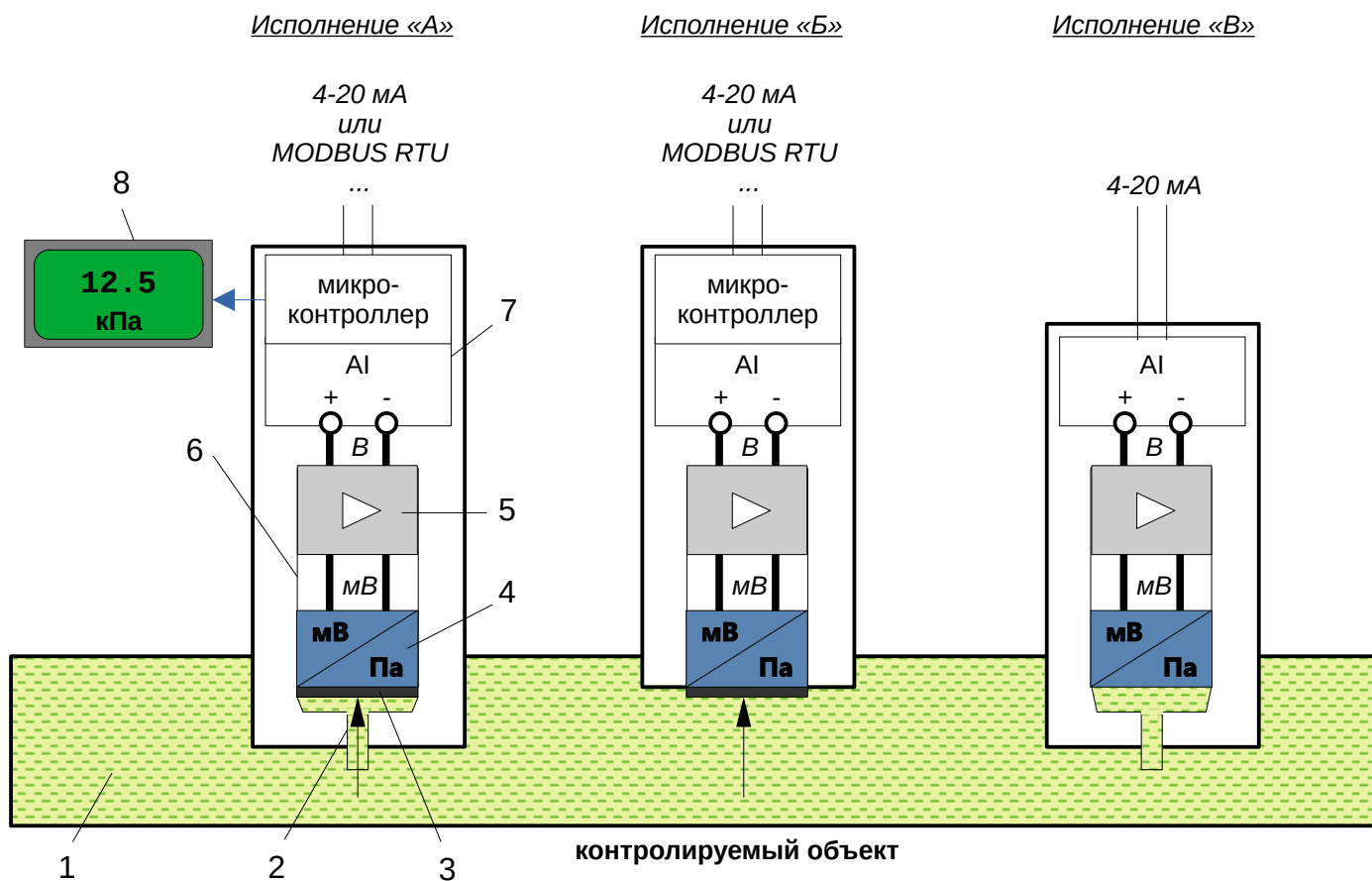
Многопредельный датчик предоставляет возможность выбора (переключения, настройки) текущего диапазона измерения в пределах допустимого ряда, т. е. являются универсальной моделью в отличие от однопредельных и, соответственно, более дорогими.

Пример допустимых рядов для многопредельных датчиков:

- 0-2.5 кПа, 0-4 кПа, 0-6 кПа, 0-10 кПа
- 0-10 кПа, 0-16 кПа, 0-25 кПа, 0-40 кПа
- 0-60 кПа, 0-100 кПа, 0-160 кПа, 0-250 кПа
- 0-0.16 МПа, 0-0.25 МПа, 0-0.4 МПа, 0-0.6 МПа, 0-1.0 МПа, 0-1.6 МПа
- 0-1.6 МПа, 0-2.5 МПа, 0-4.0 МПа, 0-6 МПа, 0-10 МПа, 0-16 МПа

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ОБОБЩЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА



Вариант «А» (интеллектуальный):

- защитная мембрана, открытая (3)
- вторичный преобразователь (7) + микроконтроллер
- местный экран (8) (например, жидкокристаллический)

Вариант «Б»:

- защитная мембрана, закрытая (3)
- вторичный преобразователь (7) + микроконтроллер
- без экрана

Вариант «В»:

- без защитной мембраны
- вторичный преобразователь (7)

Для измерения давления датчик помещают в измеряемую среду. Измеряемая среда (1) воздействует на чувствительный элемент датчика (4): силой давления (напор) как в примере выше или силой вытягивания (тяга).

В зависимости от конструкции датчика, чувствительный элемент может быть изолирован от измеряемой среды защитной мембраной (3) - для защиты чувствительного элемента от высоких температур или агрессивности (кислотности) измеряемой среды. Защитную мембрану выполняют из высокопрочных материалов (обычно нержавеющая сталь).

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

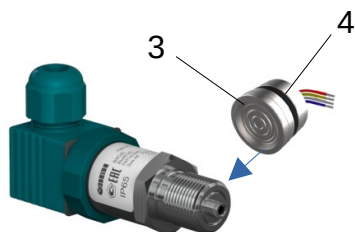
## ОБОБЩЕННАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

Пространство между мембраной и чувствительным элементом заполнено несжимаемой жидкостью (например, силиконовым маслом). Мембрана может быть как вмонтирована в корпус (штуцер) датчика (закрытая мембрана), так и находиться снаружи (открытая мембрана). Когда мембрана вмонтирована в корпус датчика, взаимодействие с измеряемой средой осуществляется через специальный проходной канал (2).

Под воздействием внешней силы (напор или тяга), чувствительный элемент вырабатывает слабый электрический сигнал (единицы милливольт, мВ). Этот сигнал сразу же усиливается специальной схемой (5) (например, усиливается с милливольт до вольт). Чувствительный элемент и схема усиления - вместе образуют первичный преобразователь (6) датчика.

Далее, электрический сигнал с первичного преобразователя может быть нормирован (унифицирован) с помощью вторичного преобразователя (7) (например, приведение к унифицированному аналоговому сигналу 4-20 мА или цифровому MODBUS RTU). Вторичный преобразователь может входить в конструкцию датчика или отсутствовать (например, подключается извне).

В интеллектуальных датчиках давления вторичный преобразователь имеет встроенный микроконтроллер, который преобразует (масштабирует) входной аналоговый сигнал в числовое значение физической величины (Па, бар, атм и пр.) и выводит результат на экран (8).



ОВЕН ПД100-ДИ  
общепромышленный датчик давления,  
защитная мембрана из нержавеющей  
стали встроена в штуцер



ОВЕН ПД100И-ДВ-(мод.141)  
общепромышленный датчик давления, с  
торцевой открытой защитной  
мембраной штуцера для вязких и/или  
загрязненных сред



ОВЕН ПД100-1x5-EXD  
датчик давления в полевом корпусе,  
взрывонепроницаемая оболочка,  
защитная мембрана встроена в штуцер



ЭМИС-БАР  
интеллектуальный датчик  
дифференциального давления

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Тензорезистивный

Основа метода - **тензорезистивный эффект**, когда при деформации специального вещества (тензорезист) изменяется его удельное сопротивление.

Датчики, работающие на данном методе измерения, называются еще — **тензопреобразователи** (например, тензорезистивный датчик веса, давления и т. п.).

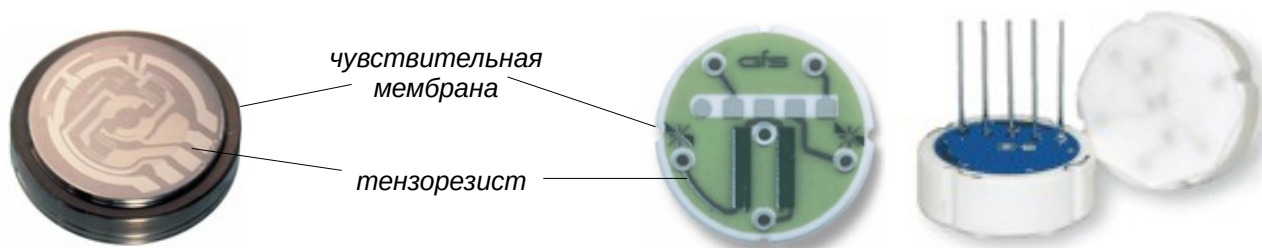
Типичный тензорезистивный чувствительный элемент состоит из упругой чувствительной мембраны (не путать с защитной мембраной), на одну из сторон которой приклеен (или припаян) слой тензорезиста.

Измеряемое давление воздействует на чувствительную мембрану, изгибая (деформируя) ее в том или ином направлении. Вместе с мембраной изгибается и слой тензорезиста, изменяя при этом свое удельное сопротивление.

**Чувствительная мембрана** - тонкая пластина из металла (сталь) или керамики. Сторона, к которой припаивается тензопреобразователь, хорошо отполирована и имеет высокую степень чистоты.

**Тензорезист** - подложка из сапфира, на которой методом гетероэпитаксиального наращивания сформирована измерительная схема из кремниевых тензорезисторов (**тензомост Уитстона**). Кроме тензомоста, на подложке сформирована схема температурной компенсации. Подобная структура называется - **структура КНС** (кремний на сапфире).

От тензорезиста отходят выводы, которые далее подключаются к специальной электрической схеме. Эта схема формирует электрический сигнал (напряжение, милливольты), зависящий от сопротивления тензорезиста. Так как, тензорезист всего лишь изменяет свое сопротивление (т.е. это **пассивный элемент**, не генерирующий электрический ток или напряжение), то для формирования электрического контрольно-измерительного сигнала, пропорционального приложенной силе (давление или тяга), используется внешний **опорный источник питания**. Обычно, производители датчиков после этой схемы устанавливают еще схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).



тонкопленочный тензорезист  
на стальной мембране

толстопленочный тензорезист  
на керамической мембране



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Тензорезистивный (продолжение)

Достоинства:

- + Сравнительная простота изготовления.
- + Невысокая стоимость.
- + Широкий диапазон рабочих температур.

Недостатки:

- Неоднородность конструкции и фактор «усталости» металлической мембраны.
- Низкая чувствительность (в пределах 1%).
- Значительная зона нечувствительности (гистерезис), переходной процесс.
- Влияние вибрации (неоднородность конструкции).
- Влияние температуры (неоднородные температурные коэффициенты элементов).
- Влияние статического давления (неоднородные коэффициенты упругости элементов).
- Наличие нелинейности характеристики (требуется калибровка, характеристика).
- Требуется электрическая схема для усиления и формирования сигнала.
- Требуется внешний источник опорного питания.

Применение:

- Аналоговые однопредельные датчики избыточного (ДИ) и абсолютного давления (ДА).
- Многопредельные тензорезистивные датчики давления сейчас практически не производятся.

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Пьезорезистивный

Основа метода — тот же тензорезистивный эффект, что и у тензорезистивных датчиков.

Но, в отличие от тензорезистивного чувствительного элемента, пьезорезистивный представляет собой монокристалл — кремниевая чувствительная мембрана, на одной из сторон которой методом диффузии непосредственно сформирован (не наклеен и не припаян!!!) резистивный слой (в данном случае — **пьезорезист**).

Пьезорезист, также как и терморезист, содержит схемы измерения и термокомпенсации.

От пьезорезиста отходят выводы, которые далее подключаются к специальной электрической схеме. Эта схема, как и для тензорезистивных датчиков, формирует электрический сигнал, используя внешний опорный источник питания. Обычно, после этой схемы устанавливают еще схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).

Поскольку жесткость кремниевой мембраны значительно ниже, чем металлической или керамической, то, соответственно, чувствительность датчика будет ниже, чем у тензорезистивных.

Достоинства:

- + Однородность конструкции (монокристалл), отсутствие фактора «усталости» мембраны.
- + Малая зона нечувствительности (гистерезис).
- + Стойкость к вибрации.

Недостатки:

- Низкая чувствительность (2-5%, из-за жесткости кремниевой мембраны).
- Сильное влияние температуры (температура передается быстрее из-за монокристалла).
- Наличие нелинейности характеристики (из-за примесей в структуре кремния).
- Требуется электрическая схема для усиления и формирования сигнала.
- Требуется внешний источник опорного питания.

Применение:

- Аналоговые однопредельные датчики избыточного (ДИ) и абсолютного давления (ДА).

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Пьезоэлектрический

Конструктивно, в общем, пьезоэлектрический чувствительный элемент похож на тензо- или пьезорезистивный — также используется упругий элемент (например, металлическая или керамическая мембрана), на который нанесен слой чувствительного кристалла (в данном случае это пьезокристалл — кварц, турмалин, сегнетова соль или керамический материал).

В основе данного метода измерения лежит прямой **пьезоэлектрический эффект**, при котором пьезокристалл генерирует небольшой электрический сигнал, пропорциональный действующей на него силе (давлению или тяге).

От чувствительного элемента отходят выводы, которые далее подключаются к специальной электрической схеме. Эта схема, в отличие от тензо- или пьезорезистивных методов, не формирует, а наоборот усиливает электрический сигнал, поступивший от чувствительного элемента (т. е. это **активный элемент** — генератор электрического тока или напряжения). Для усиления исходного электрического сигнала требуется внешний опорный источник питания. Обычно, производители датчиков после этой схемы устанавливают еще схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).

#### Достоинства:

- + Быстрый отклик.
- + Безынерционность (применение для быстропротекающих процессов).
- + Высокая чувствительность (0.1 МПа для диапазона 0.021-100 МПа).
- + Малая зона нечувствительности (гистерезис, практически отсутствует).
- + Высокая надежность характеристик.
- + Стойкость к вибрациям и ударным нагрузкам.
- + Высокая надежность (для жестких условий, агрессивных сред).
- + Не требуется электрическая схема для формирования сигнала (только для усиления).

#### Недостатки:

- Ограниченная рабочая температура (до 150°C, дальше потеря свойств пьезокристалла).
- Требуется электрическая схема усиления (сигнал с пьезокристалла очень мал).
- Требуется внешний источник опорного питания.

#### Применение:

- Аналоговые датчики для измерения быстроменяющихся акустических и импульсных давлений, а также для работы в жестких условиях эксплуатации (например, измерения давления агрессивных сред, кроме высоких температур).

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Емкостной

Чувствительный элемент представляет собой конденсатор (**емкостная ячейка**).

Конденсатор образован диэлектрической оболочкой и электродами, помещенными в один прочный металлический корпус. Электроды выполняют функцию обкладок конденсатора и, в тоже время, функцию упругой чувствительной мембраны и функцию выводов.

Приложенная внешняя сила (давление или тяга) воздействует на обкладки конденсатора, деформируя их изменяет его емкость.

Выводы далее подключаются к специальной электрической схеме. Эта схема измеряет емкость конденсатора, выполняет термокомпенсацию и формирует электрический сигнал, пропорциональный приложенной силе (давление или тяга). Так как, конденсатор представляет собой **пассивный элемент**, не генерирующий электрический ток или напряжение, то для формирования электрического контрольно-измерительного сигнала используется внешний **опорный источник питания**. Обычно, производители датчиков после этой схемы устанавливают еще схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).

Достоинства:

- + Сравнительно простая конструкция чувствительного элемента.
- + Высокая чувствительность ( $\Delta C/C = 15\ldots 20\%$ ).

Недостатки:

- Температурная чувствительность.
- Проблема с паразитной емкостью.
- Влияние вибрации.
- Ограниченная способность к избыточному давлению.
- Нелинейная зависимость емкости от приложенного давления (или разряжения).
- Требуется электрическая схема для термокомпенсации и формирования сигнала.
- Требуется внешний источник опорного питания.

Применение:

- Аналоговые датчики для измерения низких давлений и вакуума.

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Индуктивный

Основан на регистрации вихревых токов (токов Фуко), когда наведенное магнитное поле катушки индуктивности изменяется при линейном перемещении сердечника, размещенного в центре катушки (в ее магнитном поле).

Чувствительный элемент состоит из катушки индуктивности, металлического сердечника и упругой чувствительной мембраны (обычно из металла). Мембрана механически связана с металлическим сердечником. На катушку подается электрический ток.

Приложенная внешняя сила (давление или тяга) деформирует чувствительную мембрану, которая, в свою очередь, перемещает связанный с ней сердечник катушки. Таким образом, линейное перемещение сердечника изменяет наведенный ток в катушке.

**Катушка индуктивности** подключена к специальной электрической схеме, которая измеряет наведенный ток в катушке. Измеренное значение преобразуется в выходной сигнал, пропорциональный приложенной силе (давлению или разряжению). Так как, катушка представляет собой **пассивный элемент**, не генерирующий электрический ток или напряжение, то для формирования электрического контрольно-измерительного сигнала (а также для питания катушки) используется внешний **опорный источник питания**. Обычно, производители датчиков после схемы формирования сигнала устанавливают еще и схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).

Достоинства:

- + Высокая чувствительность.
- + Возможность измерения дифференциального давления (перепад давления).
- + Незначительное влияние температуры на точность измерения.

Недостатки:

- Влияние магнитных полей.
- Чувствительность к вибрациям и ударным нагрузкам.
- Требуется электрическая схема для формирования сигнала.
- Требуется внешний источник опорного питания.

Применение:

- Аналоговые одно- и многопределные датчики для измерения мгновенных значений разности (перепада) и пульсации давления.

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Резонансный

В основе метода лежит изменение резонансной частоты колеблющегося упругого элемента при его деформации приложенной силой (давлением или тягой).

Чувствительный элемент представляет собой монокристаллическую кремниевую мембрану специальной конструкции, на которой методом эпитаксиального наращивания сформированы **два кварцевых резонатора И-образной формы**. Мембрана закреплена на стеклянной подложке.

Резонаторы находятся в поле постоянного магнита и подключены к специальной электрической схеме. Эта схема управляет резонансом (**задающий генератор**): измеряет частоту резонанса и, при необходимости, подает управляющие импульсы на резонаторы (включает/выключает переменное напряжение для поддержания резонанса — колебательной картины).

За счет пьезоэлектрического эффекта, которым обладает кремний, напряжение на одной паре контактов резонатора преобразуется в его деформацию, а затем обратно в напряжение на другой паре контактов. Таким образом, в цепи резонатора генерируются синусоидальное переменное напряжение на собственной частоте резонатора, поскольку он обладает очень высокой добротностью (отношение энергии, запасенной в колебательной системе, к энергии, теряемой системой за один период колебания — т. е. как долго будет затухать резонанс после отключения подачи управляющих импульсов).

При приложении к чувствительному элементу (к стеклянной подложке) внешней силы (давление или тяга) чувствительная кремниевая мембрана деформируется (изгибается), в результате чего собственные частоты резонаторов изменяются пропорционально приложенной силе (т. е. изменяется колебательная картина). Чувствительный элемент спроектирован таким образом, что при внешнем воздействии первый резонатор растягивается, а второй — сжимается. Соответственно, частота первого резонатора уменьшается, а второго увеличивается. Разность этих частот, прямо пропорциональная разности давлений, измеряется (как было сказано выше) схемой электрического генератора и передается в схему формирования электрического контрольно-измерительного сигнала, который далее передается на выход датчика.

Для работы электрических схем задающего генератора и формирования выходного сигнала требуется **внешний опорный источник питания**.

Обычно, производители датчиков после схемы формирования сигнала устанавливают еще и схему вторичного преобразователя, на выходе которого будет унифицированный сигнал — например, 4-20 мА (токовая петля).

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

### Резонансный (продолжение)

Достоинства:

- + Высокая точность.
- + Малая зона нечувствительности ( $< 0.001\%$  от измеряемой величины).
- + Устойчивость к вибрациям (собственные частоты резонаторов находятся за пределами спектра частот промышленных шумов).
- + Незначительное влияние температуры на точность измерения.
- + Монокристаллическая кремниевая мембрана не подвержена «усталости».

Недостатки:

- Индивидуальная характеристика.
- Значительное время отклика.
- Не могут быть использованы на больших давлениях.
- Требуется электрическая схема задающего генератора и формирования сигнала.
- Требуется внешний источник опорного питания.

Применение:

- Аналоговые одно- и многопредельные датчики измерения давления или перепада давления в диапазоне от 0.1 кПа до 50 МПа.

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

### *Pressure Relay*

Это переключатель, который приводит в действие (коммутирует) электрический контакт при достижении на его входе определенного заданного давления (**уставка, порог срабатывания**) — т. е. управляющим сигналом здесь является величина давления.

Переключатель может быть сконструирован таким образом, чтобы коммутировать один или сразу несколько контактов как при повышении давления, так и при его понижении (падении).

Класс устройств:

- **регулирующая автоматика**

Структура реле давления

- датчик давления
- реле (например, электромагнитное)
- задатчик уставки (поворотная рукоятка с нанесенной шкалой, сенсорный ЖК-экран)
- устройство управления (компаратор, микроконтроллер)

Устройство управления опрашивает датчик давления ( $P$ ), сравнивает его с уставкой ( $P_{уст}$ ) и управляет реле:

- если  $P < P_{уст}$ , то контакт реле разомкнут
- если  $P > P_{уст}$ , то контакт реле замкнут

К контакту реле подключается исполнительное устройство — нагрузка (например, электродвигатель, насос и т.п.).

Применение

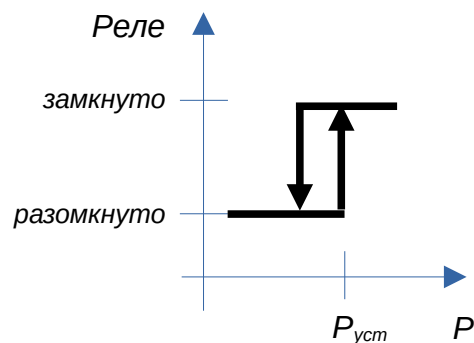
- контроль состояния (обрыв) приводных ремней вентиляторов
- контроль холостого хода насосов
- контроль засорения фильтров
- контроль перепада давления в системах водоснабжения
- управление подпиткой тепловых пунктов
- прочее



ОВЕН РД30  
механическое реле давления с  
поворотным задатчиком



ОВЕН РД55-ДД  
механическое реле перепада  
давления с поворотным задатчиком





# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МАНОМЕТР

### *Pressure Gauge*

Прибор для измерения давления или газа.

Действие манометра основано на уравнивании измеряемого давления силой упругой деформации трубчатой пружины или более чувствительной двухпластинчатой мембраны, один конец которой запаян в держатель, а другой через тягу связан с механизмом, преобразующим перемещение упругого чувствительного элемента (пружины или мембраны) в круговое движение показывающей стрелки.

Функции манометра:

- преобразование и измерение приложенной силы (давление или тяга)
- индикация измерения

Разновидности манометров:

- барометры (измеряют атмосферное давление)
- манометры (измеряют избыточное давление)
- вакуумметры (измеряют разрежение)
- мановакуумметры (измеряют как избыточное, так и вакуумметрическое давление)
- напорометры (измеряют малые избыточные давления до 40 кПа)
- тягомеры (измеряют разрежение с пределом до -40 кПа)
- тягонапорометры (мановакуумметры с малыми пределами измерения  $\pm 40$  кПа)

Манометры по конструкции:

- жидкостные
- грузопоршневые
- деформационные (с трубчатой пружиной или мембраной)

Манометры по назначению:

- общетехнические
- электроконтактные (регулируемые концевые контактные группы: мин / макс)
- специальные
- самопишущие
- железнодорожные
- виброустойчивые (заполнены глицерином)
- судовые
- эталонные (аналоговые)

Ряд классов точности:

- 0.15, 0.25, 0.4, 0.6, 1.0, 1.5, 2.5, 4.0 (чем меньше число, тем точнее прибор)

Манометры применяются во всех случаях, когда необходимо по месту знать (визуально наблюдать) давление, а также контролировать и регулировать его (для электроконтактных).

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МАНОМЕТР

Часто корпуса манометров окрашивают в цвет, ассоциируемый с измеряемой средой:

- голубой (кислород)
- желтый (аммиак)
- белый (ацетилен)
- темно-зеленый (водород)
- серо-зеленый (хлор)
- красный (горючие газы)
- черный (негорючие газы)



*РОСМА ТМ-521Р*

*виброустойчивый с заполнением глицерином или силиконом;  
коррозионностойкий из нержавеющей стали;  
для измерения давления агрессивных жидких и газообразных, не  
вязких и не кристаллизующихся сред с температурой до 200 °С*



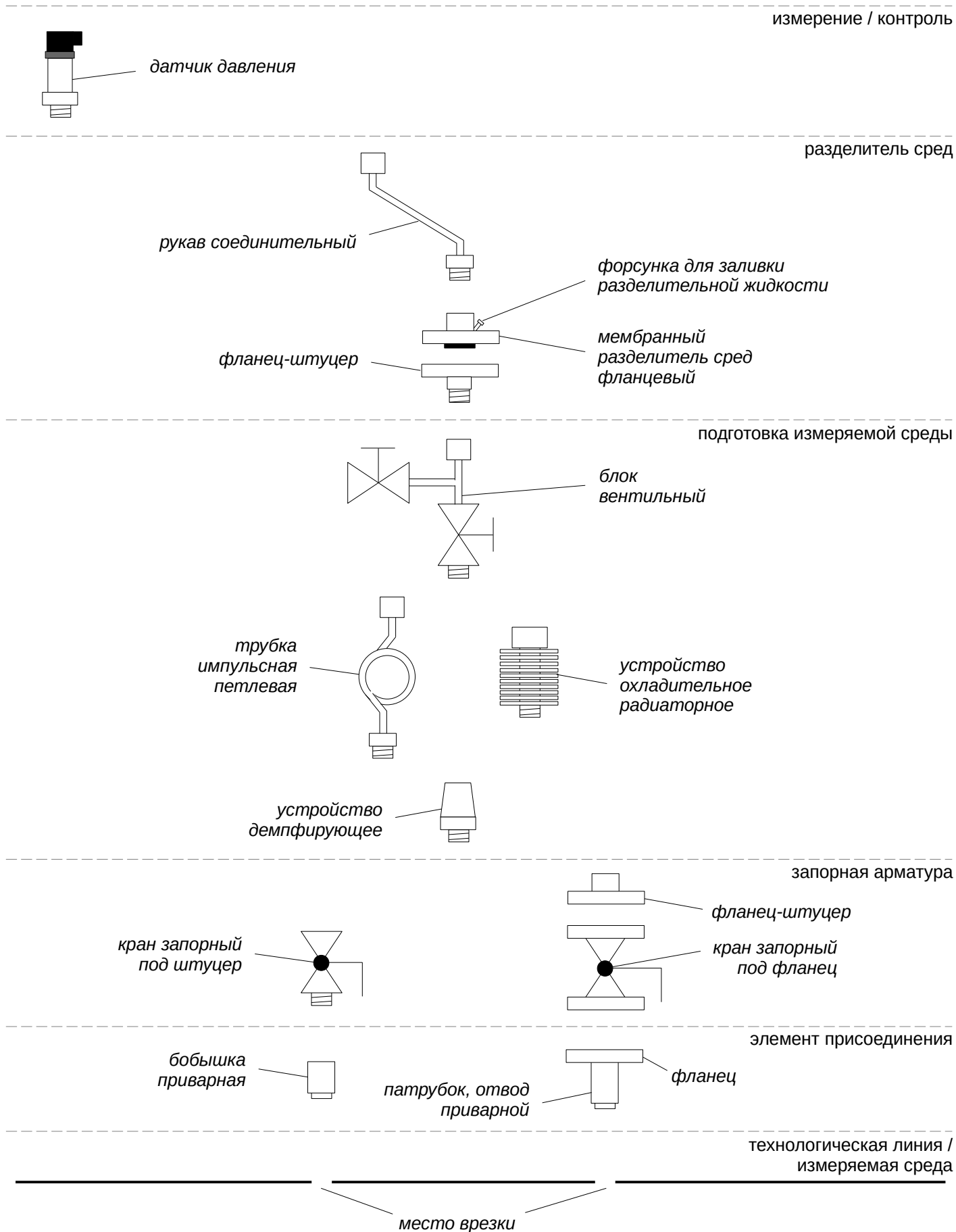
*РОСМА ТМ-510.05 IP54*

*с повышенной пылевлагозащищенностью (IP54);  
с электроконтактной группой и пороговыми указателями*

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Основные элементы



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Типовые схемы

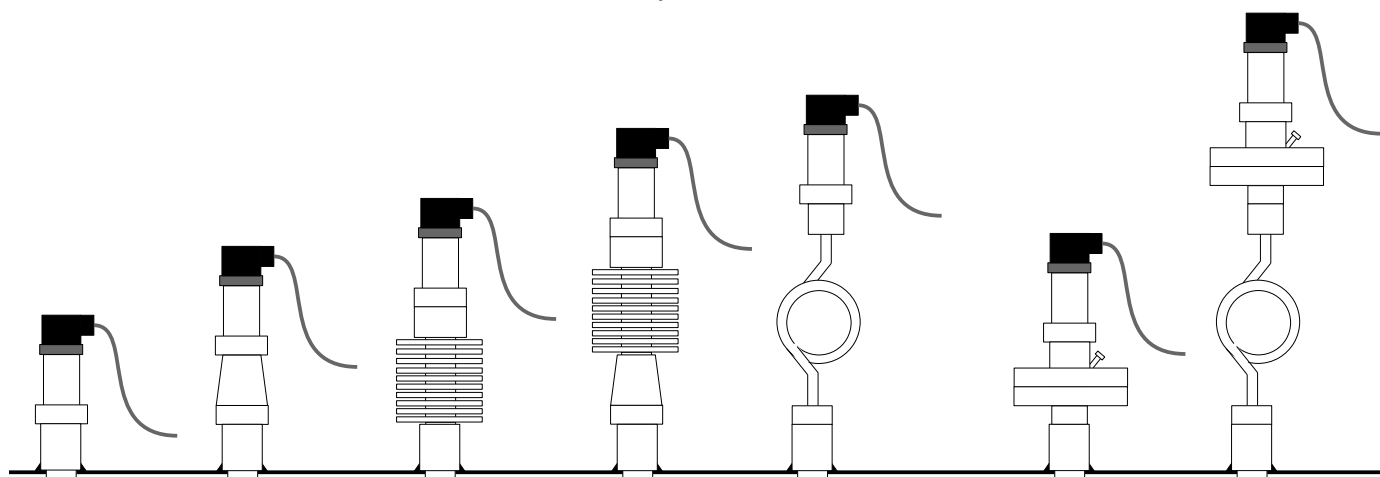
Место врезки — **точка отбора пробы** (в данном случае — давления).

Запорная арматура, элементы подготовки и разделения сред — **измерительный тракт**, или **узел измерения**, или линия измерения.

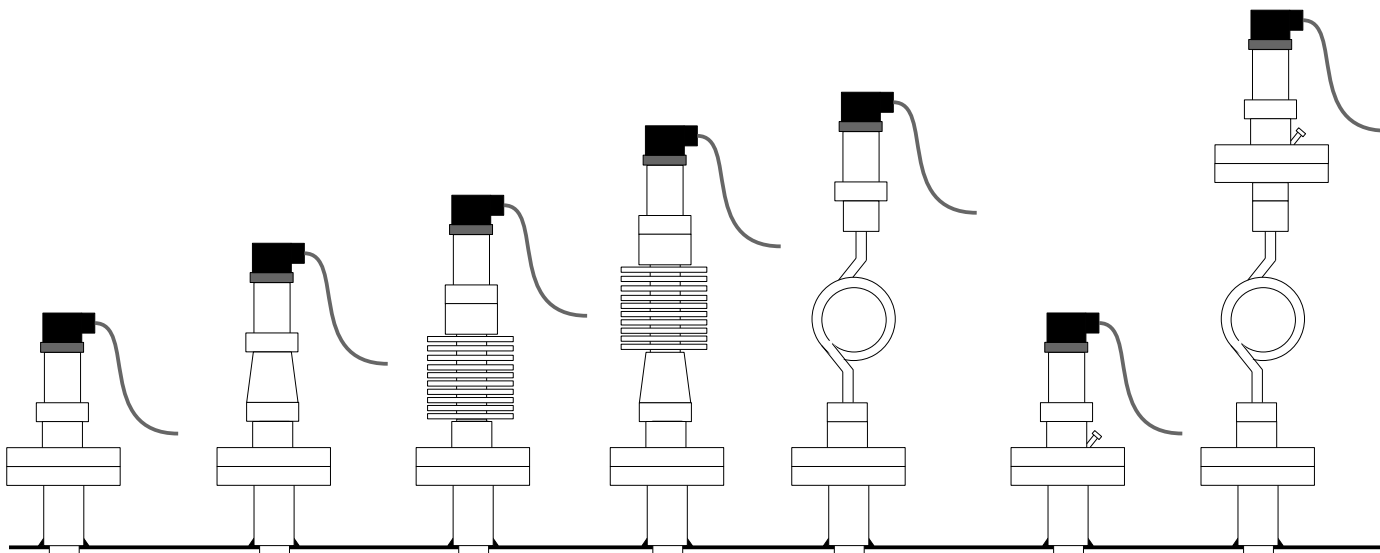
Тип и количество элементов, а также место их непосредственного монтажа — определяется разработчиком технологического проекта исходя из конкретных условий эксплуатации и требований правил (ПТЭЭП, ПУЭ, ГОСТ) и представляется как **схема комплектации измерительного тракта**.

Далее будут приведены примеры типовых схем комплектации узла измерения: вертикальное расположение компонентов взято для примера (рекомендации по выбору правильного расположения компонентов в зависимости от типа измеряемой среды приводятся в описании элементов присоединения).

Вариант «А»



(подключение к технологической линии через штуцер)



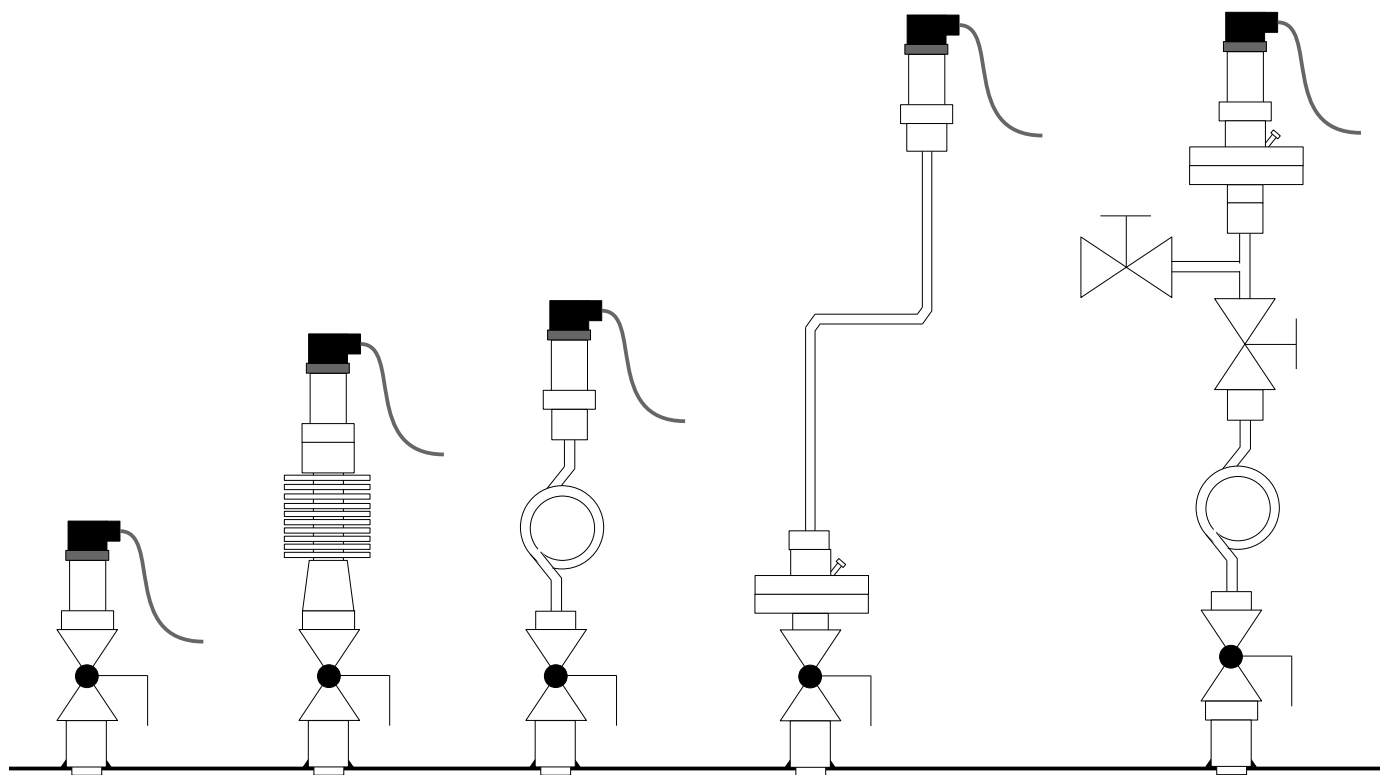
(подключение к технологической линии через фланец)

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

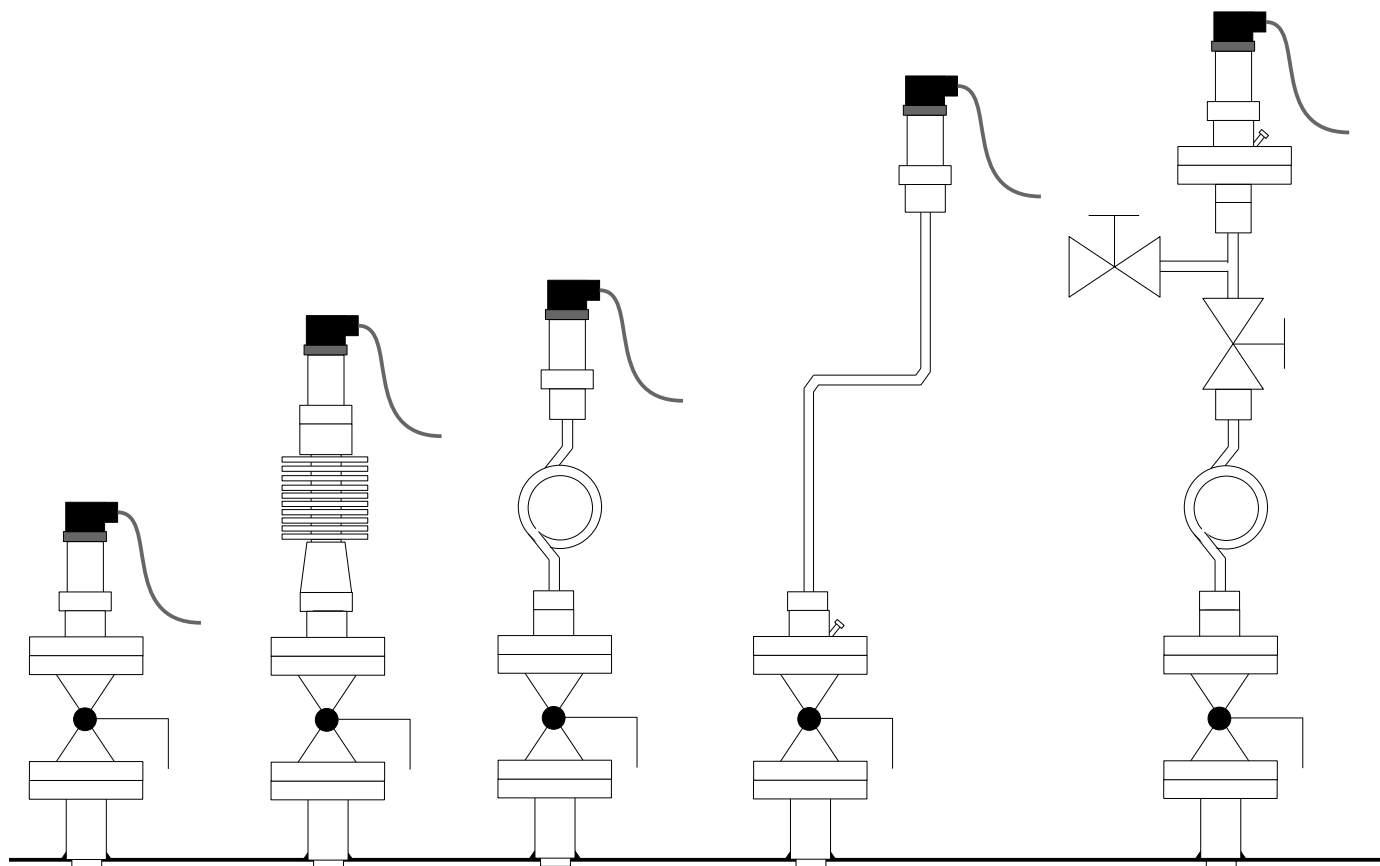
## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

Типовые схемы (продолжение)

*Вариант «Б»*



(подключение к технологической линии через штуцер)



(подключение к технологической линии через фланец)

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Типовые схемы (продолжение)

Вариант «А»:

- технологический процесс
  - низкая категория ответственности
  - прерывность (продолжительные остановки допускаются)
- измеряемая среда
  - незначительное давление и/или температура
  - неагрессивная (например, не кислота)

Вариант «Б»:

- технологический процесс
  - высокая категория ответственности
  - сложность
  - непрерывность (остановки не допускаются)
- измеряемая среда
  - высокое давление и/или высокая температура
  - агрессивная (например, кислота)

В зависимости от характеристик измеряемой среды и сложности технологического процесса допускается исключать некоторые элементы из комплектации узла измерения.

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Элемент присоединения

Применяется для удобства обслуживания измерительного тракта в ответственных и непрерывных технологических процессах (например, для сред с высоким давлением, большой температурой, повышенной кислотностью).

Элемент присоединения обеспечивает разъемное соединение между измерительным трактом и технологическим процессом.

Данный элемент является закладной конструкцией, т. е. вставляется (врезается) в заранее подготовленное отверстие в стенке корпуса контролируемого объекта или трубопровода и далее приваривается. Таким образом, образуется точка отбора пробы.

В зависимости от параметров измеряемой среды закладным элементом может быть:

- бобышка с внутренней или внешней (метрической) резьбой
- отводной патрубок с приварным фланцем

Элементы присоединения из нержавеющей стали используют для монтажа на технологические линии с агрессивными жидкими и газообразными средами (невязкими и некристаллизующимися с температурой до 200°C).

Монтаж бобышек и отводных патрубков на место врезки выполняется с применением сварки. Высота бобышек и патрубков определяется нормативами по сварным соединениям и толщиной теплоизоляционного слоя, используемого в точке отбора пробы.

После монтажа бобышки достаточно вернуть в нее нужный элемент узла измерения, для отводного патрубка с фланцем — прикрутить к нему элемент узла измерения с ответным фланцем.

Допускается исключать элемент присоединения: при невысоких давлениях, небольших температурах и несущественных требованиях технологического процесса — в этом случае последующие элементы измерительного тракта (например, отводы или импульсные линии) привариваются непосредственно к точке отбора пробы (врезке).



*бобышка приварная  
с внутренней резьбой  
под штуцер*



*фланец-патрубок*

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Запорная арматура

Применяется для отключения измерительного тракта от технологического процесса при выполнении сервисных работ:

- монтаж или демонтаж элементов тракта (ремонт, замена)
- продувка байпасных и импульсных линий
- подключение стороннего задатчика давления для калибровки датчика

В качестве запорной арматуры обычно применяется - **запорный кран**. Кран обеспечивает полное закрытие (отсечение) или полное открытие, функции регулирования (установка промежуточных положений) отсутствуют или очень грубые.

По типу запорного механизма:

- шаровый, сферический
- игольчатый
- пробковый
- мембранный (диафрагменный)

По способу управления:

- ручной
- автоматический (двухпозиционный клапан)

Ручной кран управляется оператором с помощью вентиля или рычажных ручек.

Автоматический кран оснащен специальным приводным механизмом (электромагнитный, электропневматический), который управляется командами (на открытие или закрытие), передаваемыми по электрической сигнальной линии. Команды выдает специальное управляющее устройство (например, ПЛК).



*ручной запорный шаровый кран  
(«бабочка» и рычажный, под штуцер)*



*автоматический двухпозиционный клапан  
(нормально-открытый, электромагнитный,  
под штуцер)*



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Устройство демпфирующее

Применяется для сред с повышенной пульсацией, при гидравлических ударах.

Позволяет снизить уровень пульсаций измеряемой среды, улучшить качество измерения и обеспечить защиту чувствительных элементов измерительного тракта (разделительной и защитной мембраны, чувствительного элемента датчика).

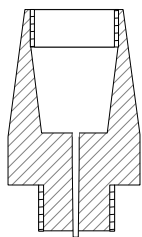
Демпфер является пассивным элементом, т. е. весь функционал обеспечивается специальным конструктивным исполнением.

Традиционная конструкция демпфера представляет собой вставку с малым проходным отверстием в центре (проходной канал, **сужающее устройство**). Длина проходного канала практически не влияет на показатели сглаживания пульсаций. Определяющим является диаметр отверстия, выбираемый в зависимости от вязкости измеряемой среды, от требуемой величины усреднения и значений амплитуд пульсаций.

Также, наиболее широкое распространение получила конструкция демпфера, рабочая часть которого представляет собой набор пустот (камер), соединенные друг с другом проходными каналами с отверстием малого диаметра. Места расположения проходных каналов у камер отличаются. Измеряемая среда пульсирующего давления поступает в одну камеру и из-за смещения проходных каналов вынуждена изменять свое направление движения. Таким образом, измеряемая среда проходит серпантинный путь, на котором и из-за которого происходит гашение пульсаций.

Основной недостаток демпфера:

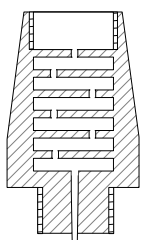
- засоряемость проходного канала



демпфер  
(традиционное сужающее устройство)



демпфер  
с регулируемым проходным каналом



демпфер  
(многокамерное сужающее устройство)

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Устройство охлаждающее радиаторное

Отвод-охладитель

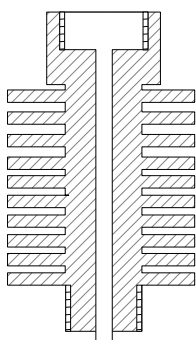
Применяется для сред с высокой температурой.

Позволяет снизить температуру измеряемой среды, улучшить качество измерения и обеспечить защиту чувствительных элементов измерительного тракта (разделительной и защитной мембраны, чувствительного элемента датчика).

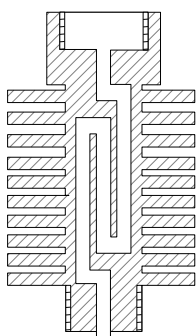
Отвод тепла в радиаторном охладителе осуществляется посредством теплообмена с окружающей средой. Отвод тепла осуществляется через внешние стороны пластин радиатора.

Конструкция радиаторного охладителя предусматривает пропускание измеряемой среды через внутренний прямой сквозной проходной канал. Более эффективной считается конструкция с петлевой формой проходного канала.

Существуют варианты совмещенного исполнения радиатора и демпфирующего устройства.



радиатор  
с прямым проходным каналом



радиатор  
с петлевым проходным каналом



отводы-охладители  
радиаторного типа  
(под штуцер)



отвод-охладитель  
радиаторного типа  
с установленным  
датчиком давления  
(под штуцер)

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Трубка импульсная петлевая

Трубка Перкинса, Сифонная трубка

Применяется для сред с высокой температурой, с повышенной пульсацией, при гидравлических ударах.

Позволяет (в первую очередь) снизить температуру и уровень пульсаций измеряемой среды, а также улучшить качество измерения и обеспечить защиту чувствительных элементов измерительного тракта (разделительной и защитной мембраны, чувствительного элемента датчика).

Трубка способствует резкому понижению температуры измеряемой среды (рекомендуется применять, когда температура среды  $>90^{\circ}\text{C}$ ), а также гашению гидроударов за счет компенсирующей петли (демпфирует пульсации).

Является самым экономичным вариантом для защиты и подключения приборов измерения давления на всех типах трубопроводов.

Конструктивные исполнения:

- прямое
- угловое



*трубка импульсная петлевая  
(прямая)*



*трубка импульсная петлевая  
(угловая)*

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Блок вентильный

Клапанный блок, Манифольд для датчика давления

Применяется для отключения измерительного тракта от технологического процесса при выполнении сервисных работ:

- монтаж или демонтаж элементов тракта (ремонт, замена)
- продувка байпасных и импульсных линий
- подключение стороннего задатчика давления для калибровки датчика

Вентильный блок является ручной запорной арматурой и представляет собой несколько запорных клапанов (вентилей) и соединительных патрубков, конструктивно объединенных в одном корпусе (как правило, цельный металлический блок).

По конструктивному исполнению:

- одновентильный (с двумя и тремя выходными патрубками)
- двухвентильный
- трехвентильный
- пятивентильный

По типу запорного механизма:

- шаровый, сферический
- игольчатый
- пробковый
- мембранный (диафрагменный)

По способу управления:

- ручной

Обычно, вентильный блок ставится непосредственно перед датчиком давления.

Некоторые продавцы могут предложить к приобретению готовую сборку, состоящую из клапанного блока и датчика давления.



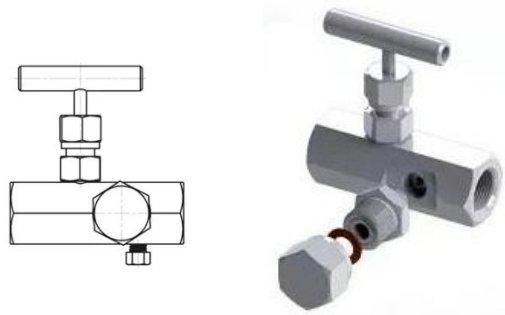
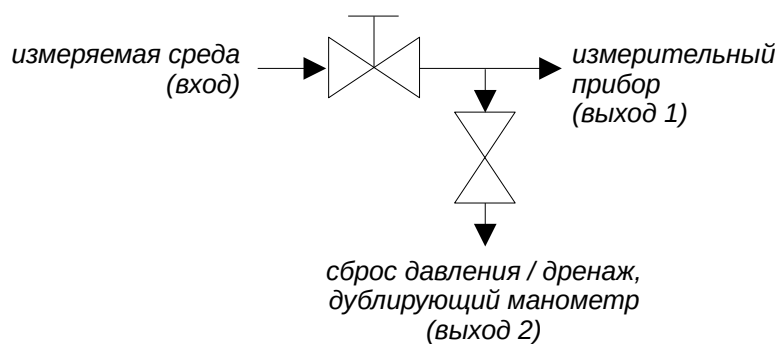
*датчик дифференциального давления с клапанным блоком  
(готовая сборка)*

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

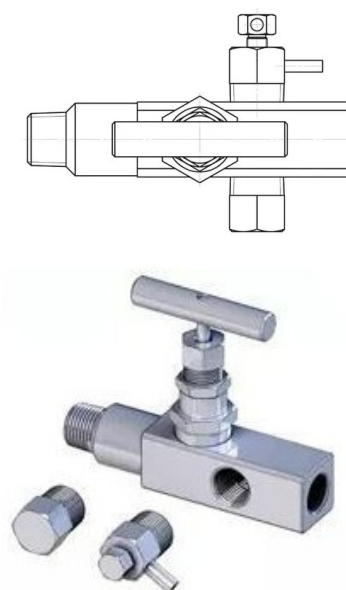
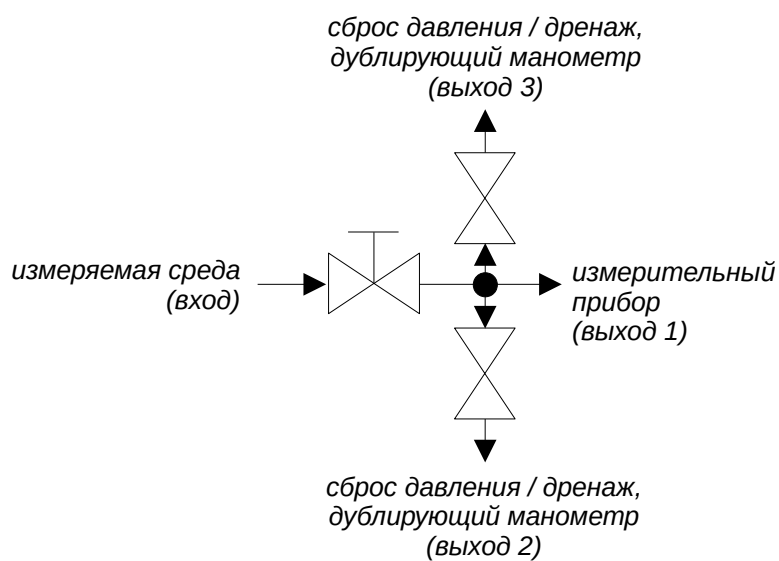
## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Блок вентиляный (продолжение)

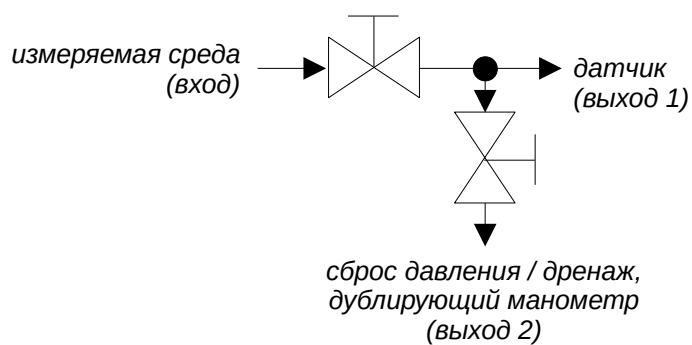
одновентильный клапанный блок с двумя выходами



одновентильный клапанный блок с тремя выходами



двухвентильный клапанный блок

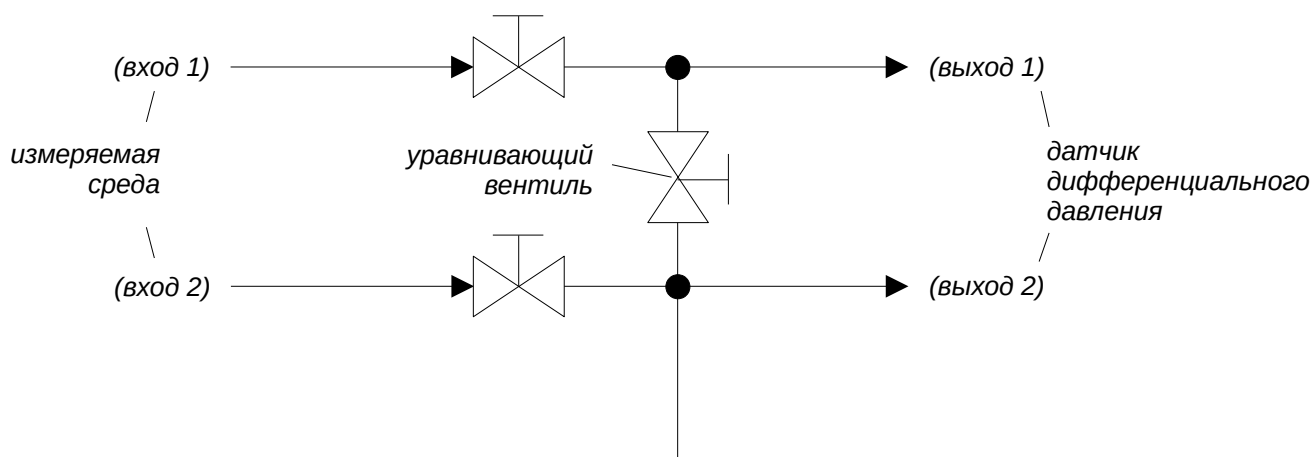


# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Блок вентильный (продолжение)

*трехвентильный клапанный блок  
(для датчиков измерения дифференциального давления)*

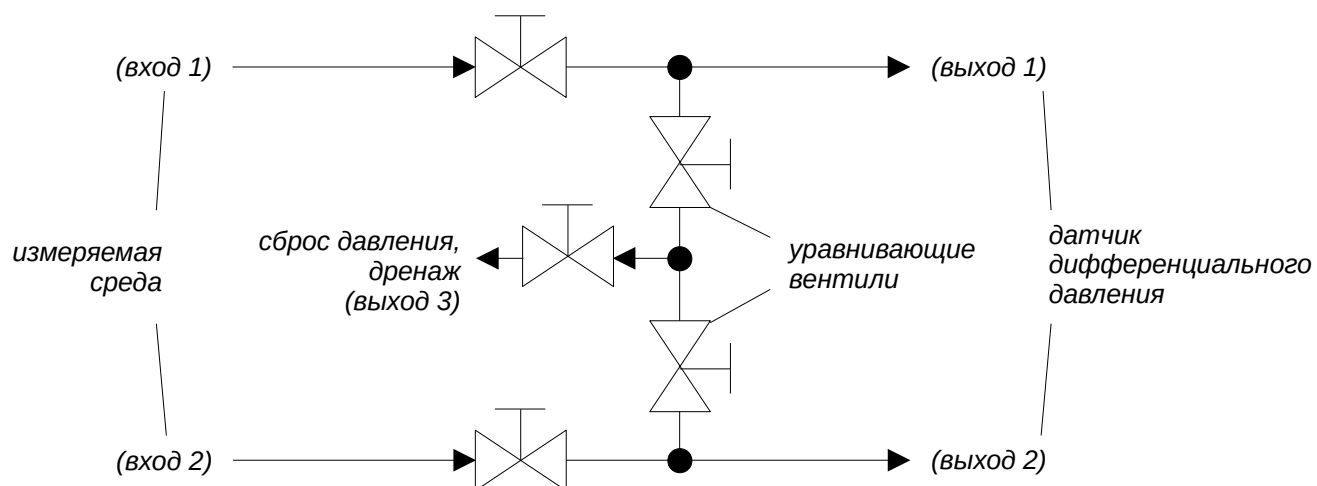


# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Блок вентильный (продолжение)

*пятивентильный клапанный блок  
(для датчиков измерения дифференциального давления)*



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред

Разделитель, Разделительное устройство

Применяется для разделения контакта измеряемого прибора и измеряемой среды:

- измеряемая среда загрязнена, имеет высокую вязкость, кристаллизуетость  
(проходной канал датчика будет быстро забиваться / засоряться)
- измеряемая среда агрессивная, вызывает коррозию  
(металлические элементы датчика могут быть повреждены)
- измеряемая среда имеет высокую температуру  
(датчик может выйти из строя из-за нестандартных условий его эксплуатации)
- конструкция технологической линии не позволяет установить стандартный датчик  
(мало места для установки датчика)
- повышенные требования к технологическому процессу  
(гигиеническая чистота в пищевой промышленности, чистота химических реакций)

Основная функция разделителя:

- не допустить прямого контакта измеряемой среды с элементами датчика

Поэтому, под конкретный тип и характеристики измеряемой среды подбирается именно разделительная мембрана (определенного материала и конструктива). При этом, измерительное устройство (датчик давления или манометр), устанавливаемое после разделителя, может быть общепромышленного исполнения (без специальных требований, только с необходимым пределом измерения давления).

Диапазоны работы мембранных разделителей:

- -0.1 ... 160 МПа
- -90 ... 400°C

Современные разделители по своему функционалу предназначены для работы с любыми агрессивными средами, имеющими место в современных технологических процессах.

По конструктивному исполнению:

- разборная или неразборная (сварная)
- с закрытой или открытой разделительной мембраной

Способ подключения к технологическому процессу и измерительному тракту:

- штуцер-штуцер
- штуцер-фланец

Мембранный разделитель представляет собой почти плоскую деталь круглой формы.

Основные элементы конструкции:

- корпус
- разделительная мембрана
- основание (отсутствует у разделителей с открытой мембраной)

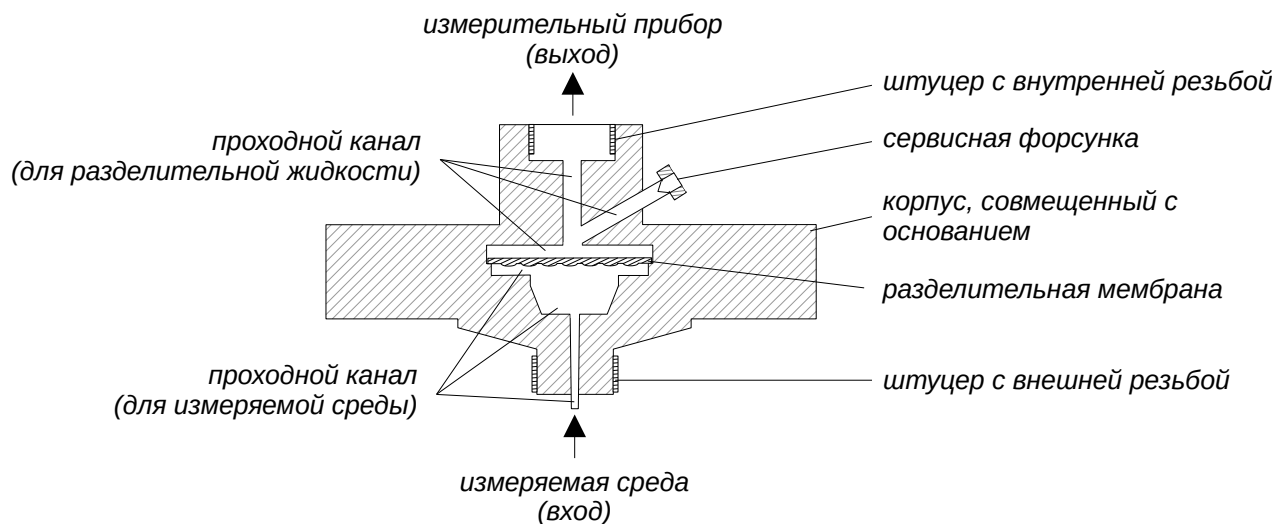


# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред (продолжение)

*неразборная конструкция  
закрытая мембрана, подключение «штуцер-штуцер»*

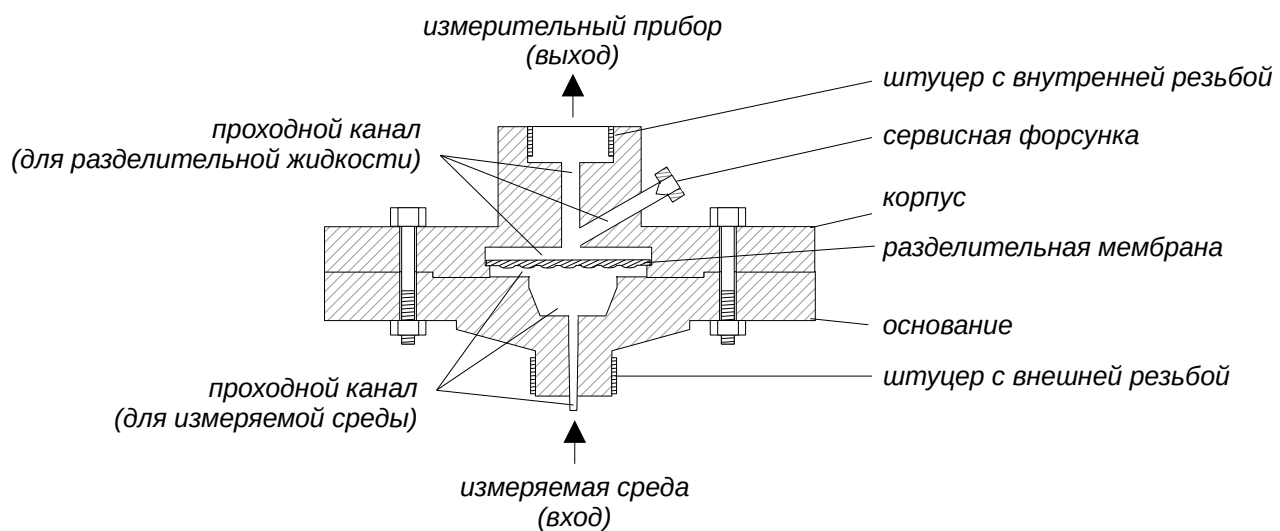


# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред (продолжение)

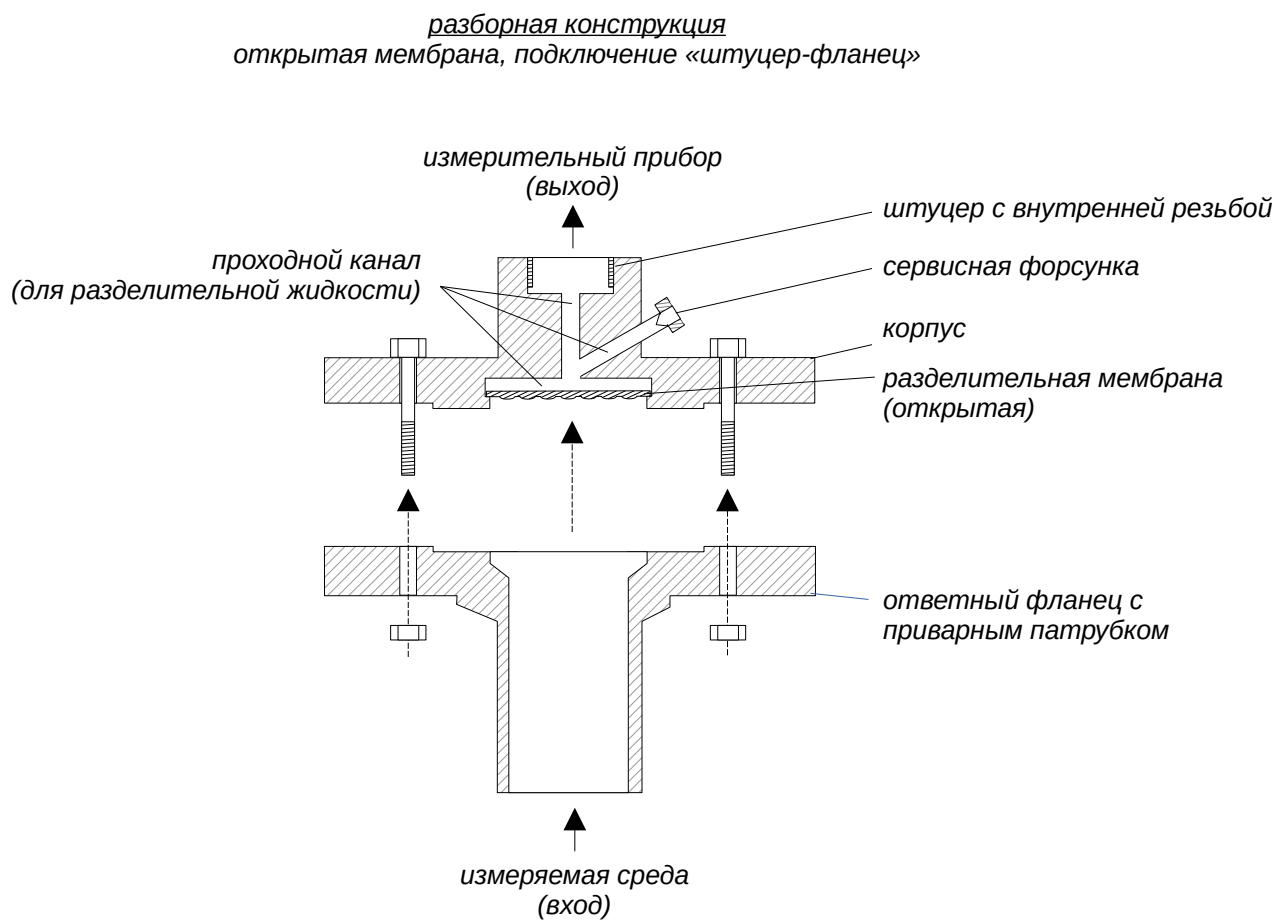
*разборная конструкция  
закрытая мембрана, подключение «штуцер-штуцер»*



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред (продолжение)



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред (продолжение)

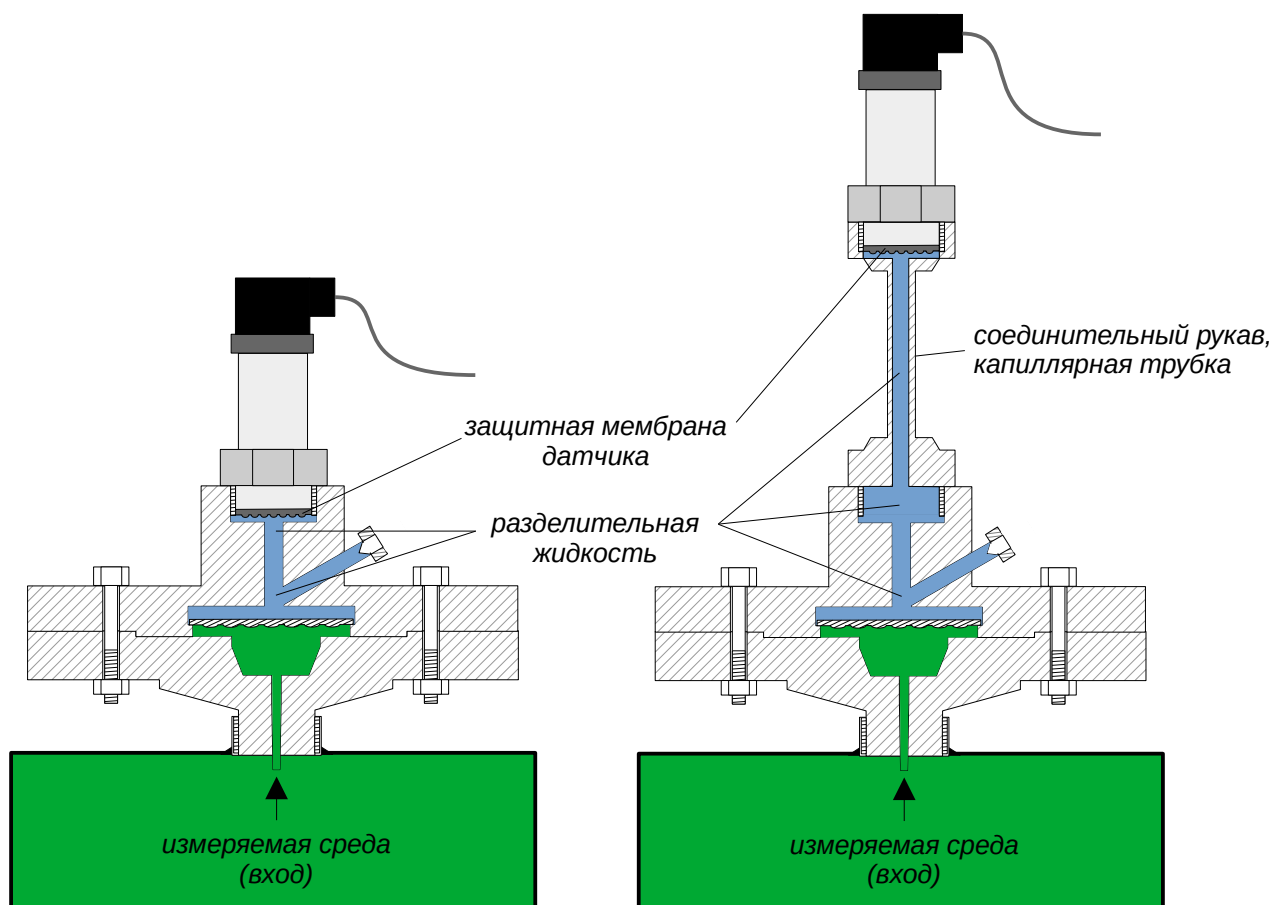
Мембрана плотно и герметично упакована в корпус разделителя. Ее материал подбирается в зависимости от характеристик контактируемой измеряемой среды.

Корпус разделителя имеет встроенный штуцер с внутренней или внешней резьбой (называемый также — **выходной штуцер**), к которому подключается часть измерительного тракта: соединительный рукав — измерительное устройство или непосредственно измерительное устройство. Так как эта часть измерительного тракта находится после разделителя сред, то, соответственно, она является изолированной от прямого контакта с измеряемой средой (**изолированный тракт**).

Внутри корпуса имеется проходной канал, идущий от выходного штуцера к мембране.

После подключения изолированного тракта к выходному штуцеру, все свободное пространство проходного канала разделителя и изолированного тракта необходимо заполнить специальной несжимаемой жидкостью (**разделительная жидкость** - например, силиконовое масло).

Разделительная жидкость заливается через специальную форсунку, вмонтированную в корпус разделителя. Через эту же форсунку можно выполнять сервисную очистку (продувку) проходного канала и всего изолированного тракта, предварительно демонтировав измерительное устройство.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Мембранный разделитель сред (продолжение)

Конструкция разделителя без основания — **разделитель с открытой мембраной**.

Разделитель с открытой мембраной, обычно, подключается к измеряемой среде (**неизолированный тракт**) через ответный фланец.

Конструкция разделителя с основанием — **разделитель с закрытой мембраной**.

Основание представляет собой ответный фланец с проходным каналом, к которому может быть приварен отводной патрубок или штуцер для подключения разделителя к неизолированному тракту.

Основание может быть как съемное (разборная конструкция), так и несъемное (неразборная конструкция, основание приварено к корпусу). В случае разборной конструкции, если снять основание и не использовать его, то можно получить разделитель с открытой мембраной, но при этом необходимо проверять возможность его подключения к неизолированному тракту.

### **Принцип действия:**

- 1) Измеряемая среда поступает через неизолированный тракт на вход разделителя и оказывает воздействие (давление или тяга) на разделительную мембрану.
- 2) Разделительная мембрана входное воздействие передает разделяемой жидкости изолированного тракта.
- 3) Разделяемая жидкость полученное воздействие передает защитной мембране измерительного устройства.

Некоторые продавцы контрольно-измерительных приборов, предлагают готовые сборки:

- корпус и основание собраны (материалы и конструктив согласовываются)
- измерительный прибор подключен (тип прибора согласовывается)
- разделительная жидкость залита (на специальном стенде)
- измерительный прибор откалиброван, выставлен его ноль

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ТРАКТ

### Рукав соединительный

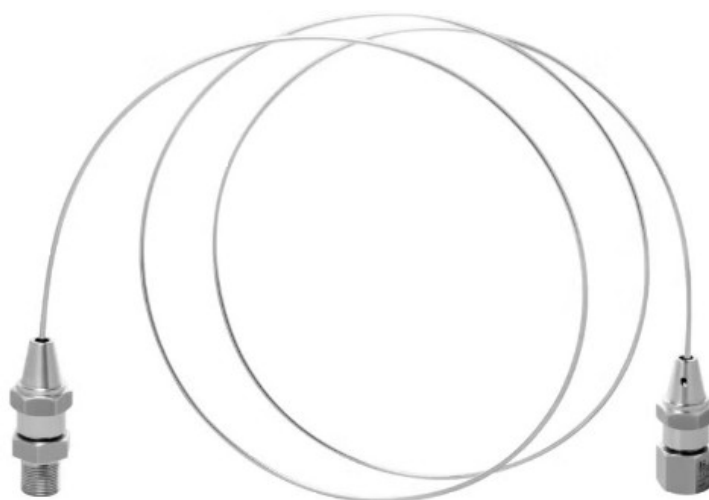
Является вспомогательным гибким соединительным элементом.

Применяется для подключения измерительного прибора (датчик давления или манометр) к выходу мембранного разделителя сред, если измерительный прибор и разделитель находятся на удалении друг от друга.

Представляет собой гибкую полую трубку (обычно, из металла — нержавеющая сталь, латунь и т.п.). Так как, соединительный рукав подключается к выходу мембранного разделителя сред, то он является изолированным измерительным трактом, который, соответственно, должен быть заполнен специальной разделительной жидкостью для передачи воздействия от мембраны разделителя сред к измерительному прибору.

Способ подключения:

- штуцер-штуцер



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Общие правила

Несоблюдение правил монтажа и установки приборов измерения давления может привести к существенным погрешностям измерений.

Требования к месту размещения точки отбора:

- прямолинейный участок
- максимальное удаление от:
  - изгибов (колен)
  - сужающих и расширяющих устройств
  - исполнительных механизмов (регулирующих клапанов, насосов)

Если датчик не может быть установлен непосредственно на технологической линии, то используется специальная **байпасная линия** (обводная или обходная линия), представляющая собой трубный отвод от технологической линии. Байпасная линия является частью измерительного тракта. Байпасные линии должны быть как можно короче, с закругленными изгибами, с крутыми уклонами (не менее  $6^\circ$ ).

Следует помнить:

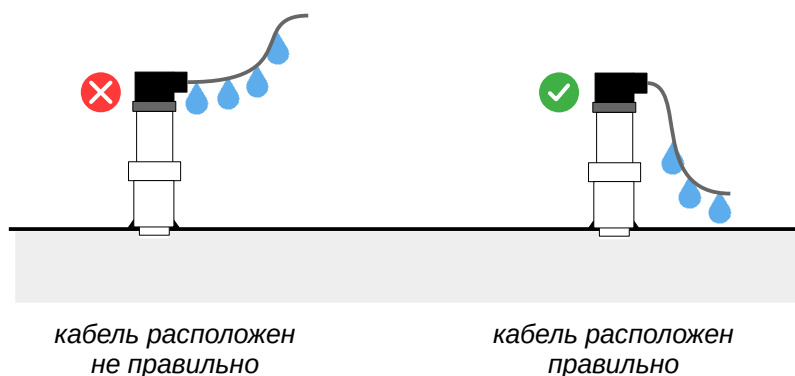
- короткий измерительный тракт ( $L$ ) - меньше время транспортных запаздываний ( $t_T$ )  
(изменение давления быстрее воспринимается датчиком, минимальные задержки)
- длинный измерительный тракт ( $L$ ) - выше время транспортных запаздываний ( $t_T$ )  
(изменение давления медленнее воспринимается датчиком, есть задержки)

Длина измерительного тракта, как правило, должна составлять: от 0.05 до 2 метров.

В зависимости от технологических особенностей датчик давления может быть установлен над технологической линией, под ней или сбоку.

Рекомендуется использовать экранированный кабель для контрольно-измерительных линий датчика, если они располагаются в непосредственной близости от кабельных линий электроустановок мощностью более 0.5 кВт.

Питающие и контрольно-измерительные (сигнальные) линии следует прокладывать так, чтобы конденсат, образующийся на поверхности их внешней изоляции, не попадал на кабельный ввод датчика.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Для измерения давления жидких сред

Расположение точки отбора пробы (врезка):

- для давления  $< 0.25$  МПа (низкое)
  - снизу ( $90^\circ$ , датчик монтируется электрическим разъемом вниз)
- для давления  $\geq 0.25$  МПа
  - сбоку (желательно под наклоном вниз до  $45^\circ$ )
  - сверху (требуется установка сосуда для сбора газа - газосборник)

Пузырьки газовых включений, находящиеся в жидкой среде, могут попадать в измерительный тракт и тем самым влиять на качество измерения. При расположении точки отбора снизу и сборку под наклоном вниз — пузырьки газа самотеком попадают обратно в технологический процесс.

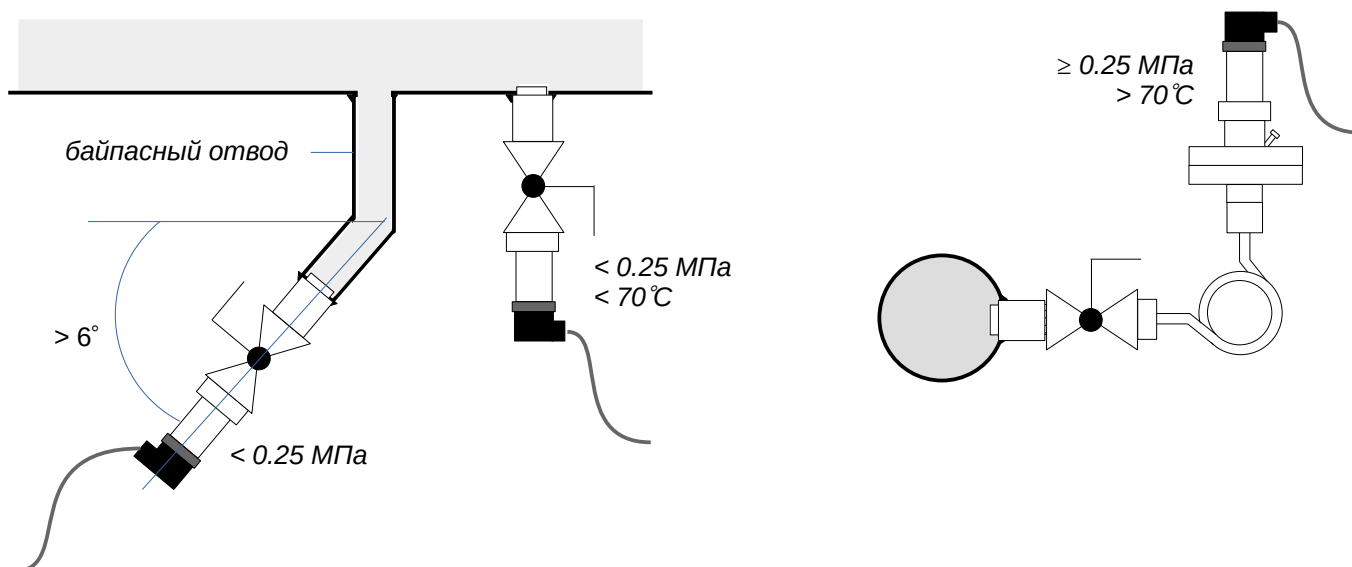
Допускается располагать датчик снизу не под углом  $90^\circ$ , тогда должна быть использована байпасная линия из отводных трубопроводов с односторонним уклоном  $>6^\circ$ .

Если измеряемая жидкая среда имеет различного рода включения, которые могут привести к загрязнению точки отбора, то, если возможно, стоит рассмотреть иные способы расположения датчика.

При верхнем расположении точки отбора пузырьки газа из измерительного тракта самотеком не удаляются, поэтому в данном случае в наивысшей точке отводной байпасной линии устанавливают специальные газосборники со сбросным клапаном.

Для низких давлений на нулевое значение датчика существенное влияние оказывает угол его установки — электрическим разъемом под  $90^\circ$  вниз.

Для снижения температуры рекомендуется использовать специальные элементы: байпасный отвод, импульсная трубка, охлаждающий радиатор, разделительная мембрана.

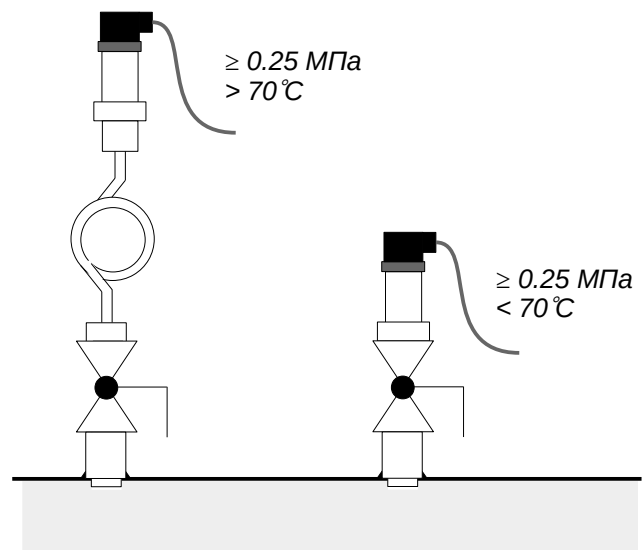
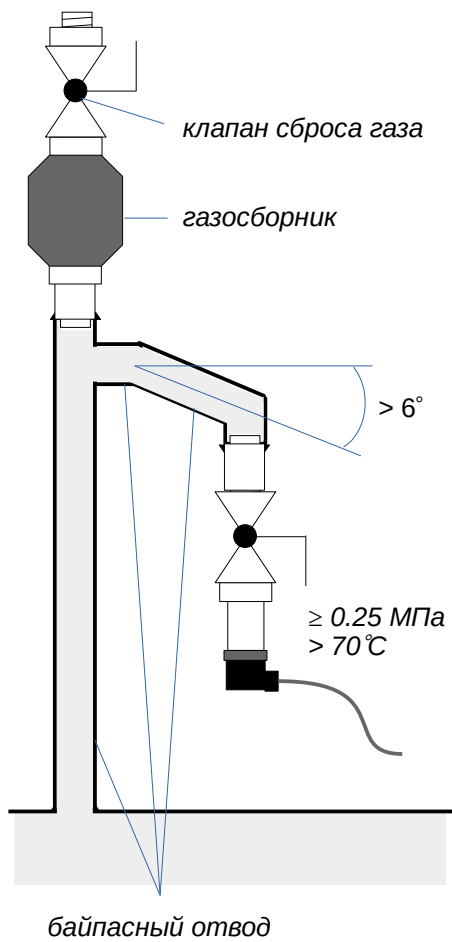




# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

Для измерения давления жидких сред (продолжение)



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Для измерения давления газа или пара

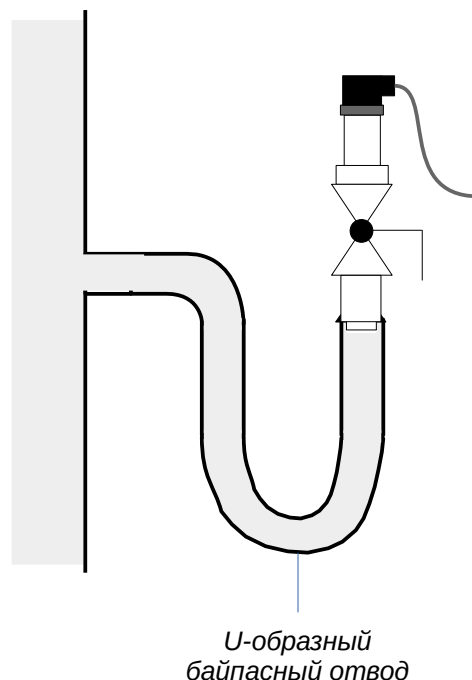
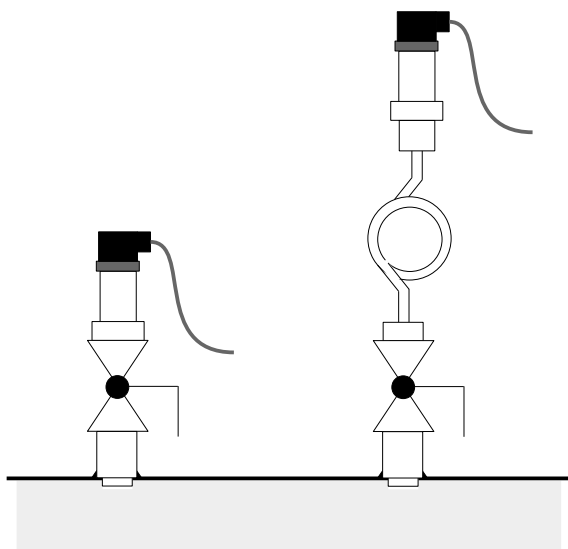
Расположение точки отбора пробы (врезка):

- сверху (90°)
- сбоку
- снизу (требуется установка сосуда для сбора конденсата - конденсатосборник)

Допускается располагать датчик сверху не под углом 90°, тогда должна быть использована байпасная линия из отводных трубопроводов с односторонним уклоном  $>6^\circ$ .

Если установить датчик в верхней части не представляется возможным, то возможен монтаж снизу. При монтаже снизу, в самой нижней точке, следует устанавливать специальный сосуд для сбора конденсата.

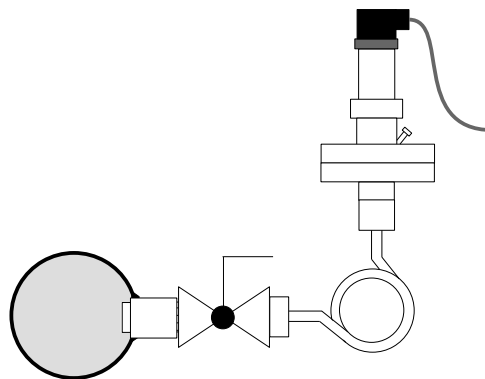
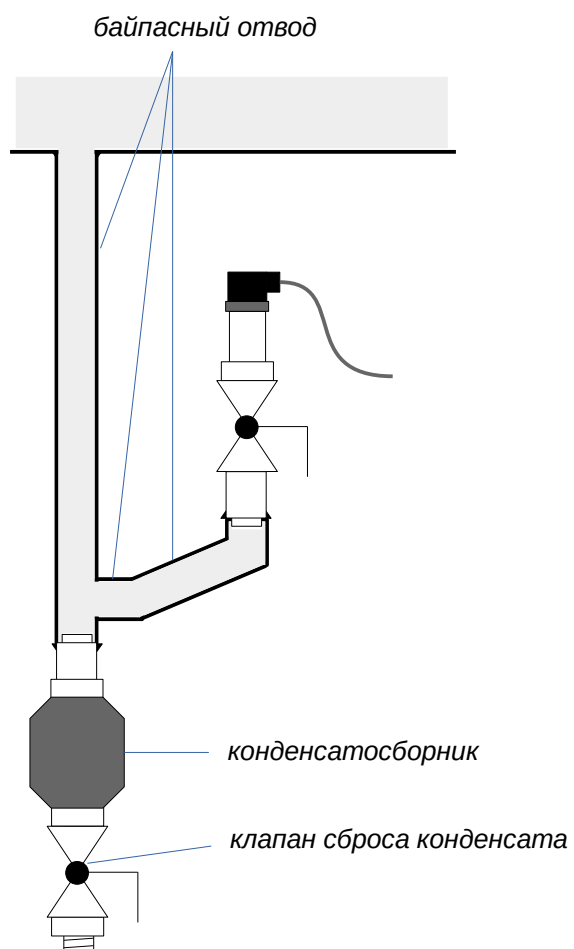
Для снижения температуры измеряемой среды рекомендуется использовать специальные элементы: байпасный отвод, импульсная трубка, охлаждающий радиатор, разделительная мембрана. Если измерительная газообразная среда имеет температуру  $>125^\circ\text{C}$ , то рекомендуется специальные охлаждающие элементы предварительно заполнять водой, создавая таким образом защитный гидрозатвор.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

Для измерения давления газа или пара (продолжение)



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Схема электрического подключения

Почти все датчики давления имеют встроенный вторичный (нормирующий) преобразователь — это электрическая схема, которая позволяет из первичного сигнала (чувствительного элемента) получить унифицированный (стандартный) и помехозащищенный сигнал, который можно передавать на довольно большие расстояния: аналоговый (**токовая петля** 4-20 мА или 0-20 мА), аналогово-цифровой (токовая петля 4-20 мА с добавлением цифровой составляющей протокола HART) или цифровой (MODBUS, PROFIBUS, ...).

Токовая петля представляет собой замкнутый контур, состоящий из источника тока и нагрузки. Источник тока формирует (генерирует) и поддерживает необходимое значение тока в контуре, нагрузка — считывает значение тока, оцифровывает и масштабирует (преобразует мА в °С). Узел с источником тока является активным, т. е. для своей работы требует источник напряжения (питания).

В данном случае, активным узлом с источником тока является вторичный преобразователь датчика давления, а нагрузкой — приемник сигнала (модуль аналогового ввода системы управления).

Обычно, активный узел с источником тока в токовой петле питается от отдельного стабилизированного блока питания (12...36 В DC), который способен обеспечить работоспособность как самого активного устройства (**цепь питания**), так и максимальную нагрузочную способность токовой петли (**цепь сигнала**). В этом случае требуется от трех до четырех проводов (два — для питания устройства, два — для токовой петли).

Однако, возможно питание активного узла непосредственно от токовой петли — **фантомное питание**. В этом случае источник напряжения размещается на стороне нагрузки. Такая схема позволяет упростить и минимизировать конструкцию активного узла, а также уменьшить количество используемых проводов.

В зависимости от конструкции вторичного преобразователя, возможны следующие схемы электрического подключения датчика давления:

- 2-проводная
- 3-проводная
- 4-проводная

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Схема электрического подключения (продолжение)

#### Схема «А» (2-проводная)

Цепи питания и сигнала — объединены.

Первичный преобразователь (РЕ):

- чувствительный элемент

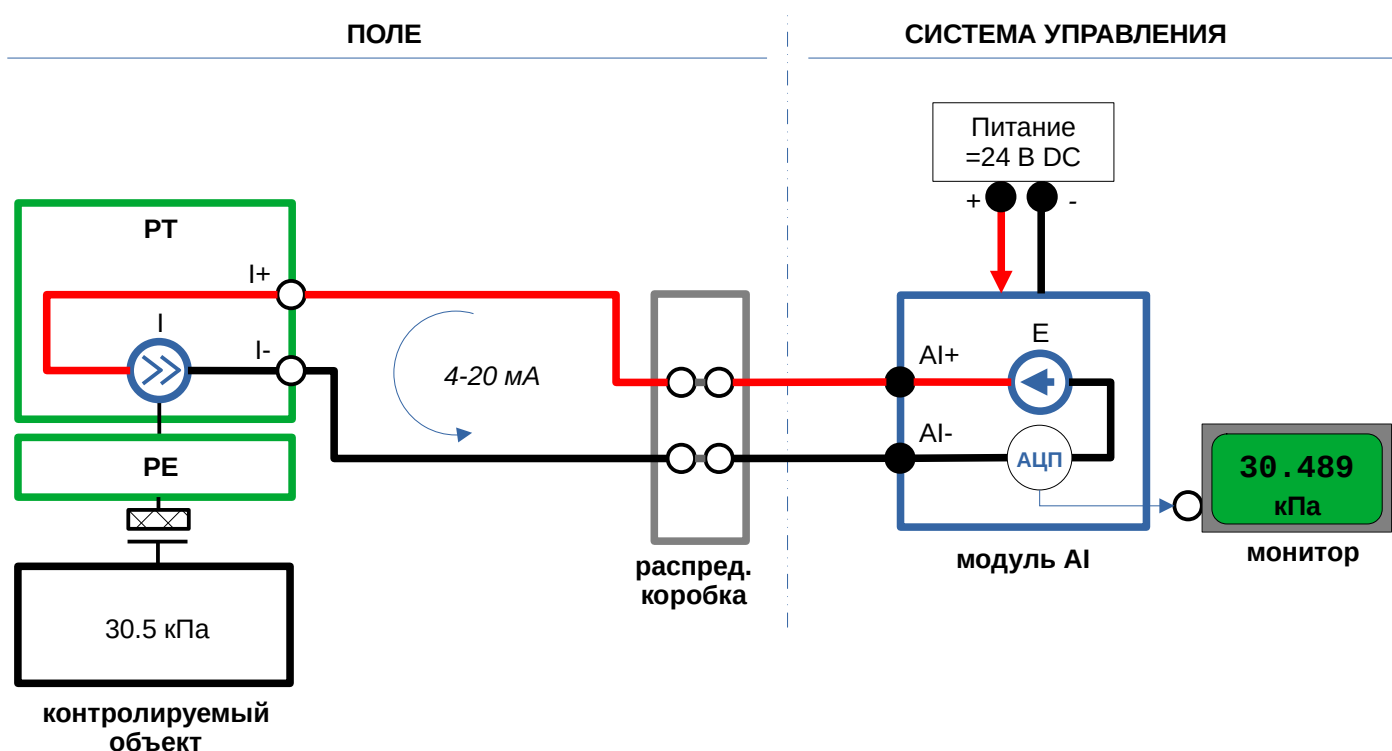
Вторичный преобразователь (РТ):

- встроенный в датчик
- источник тока (I) токовой петли, генератор сигнала
- питание от токовой петли

Модуль аналогового ввода (AI) системы управления:

- источник напряжения (E) для токовой петли
- приемник сигнала: аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Внимание! Датчик и модуль ввода - должны поддерживать данную схему подключения.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Схема электрического подключения (продолжение)

#### Схема «Б» (2-проводная)

Цепи питания и сигнала — объединены.

Первичный преобразователь (РЕ):

- чувствительный элемент

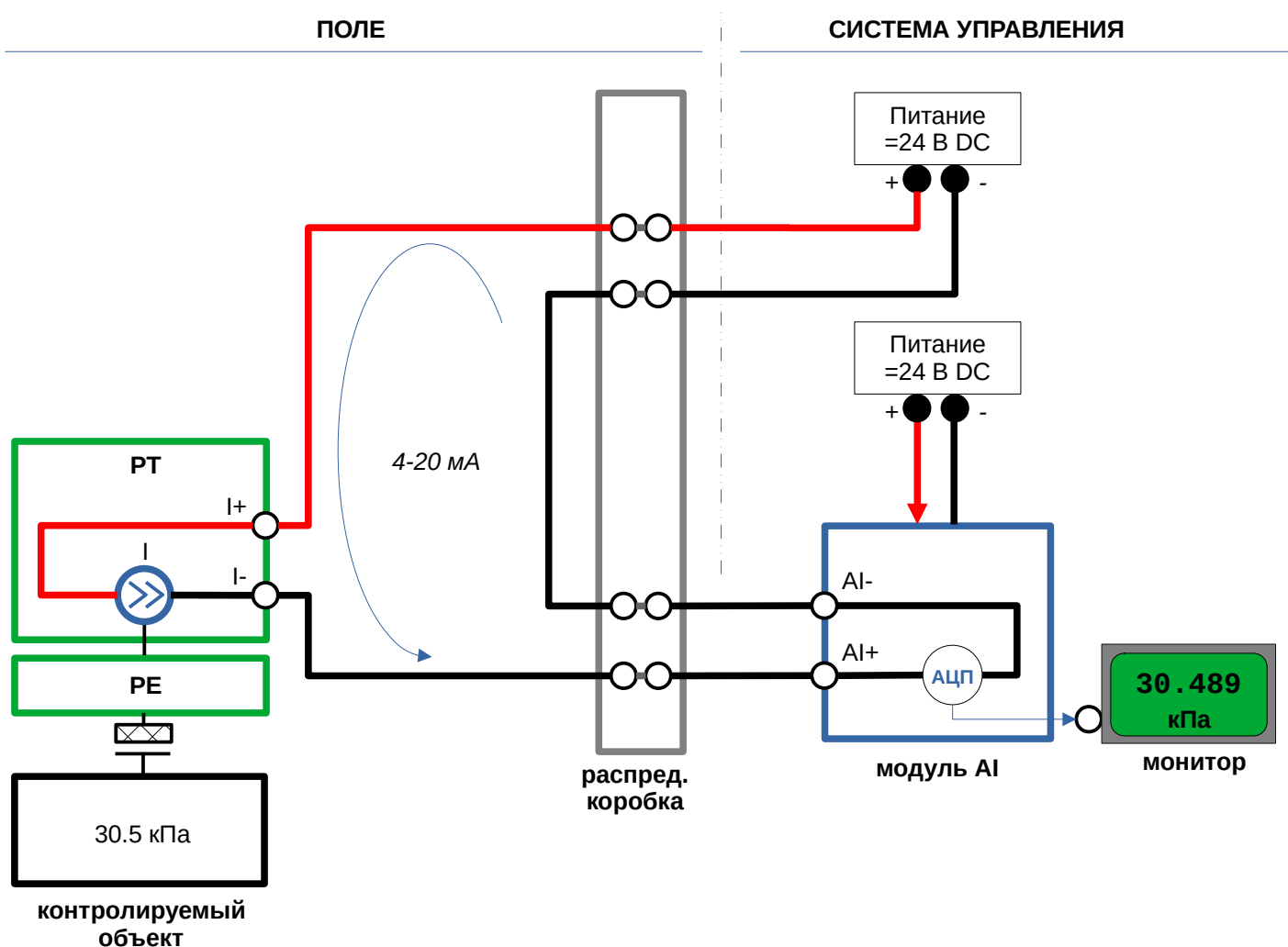
Вторичный преобразователь (РТ):

- встроенный в датчик
- источник тока (I) токовой петли, генератор сигнала
- питание от токовой петли (внешний источник является генератором напряжения E)

Модуль аналогового ввода (AI) системы управления:

- приемник сигнала: аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Внимание! Датчик и модуль ввода - должны поддерживать данную схему подключения.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Схема электрического подключения (продолжение)

#### Схема «В» (3-проводная)

Цепи питания и сигнала — разделены, но имеют один общий провод.

Первичный преобразователь (РЕ):

- чувствительный элемент

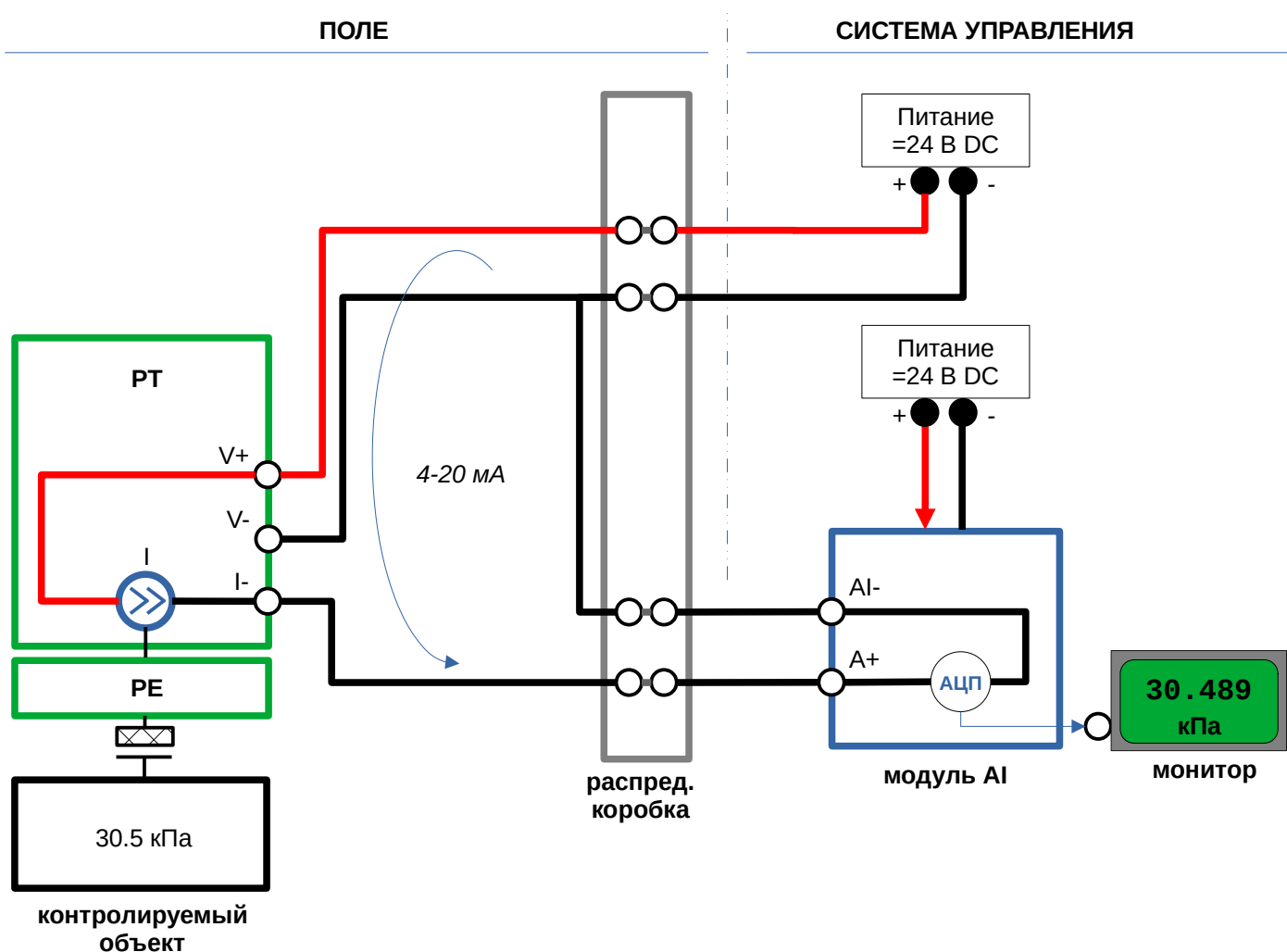
Вторичный преобразователь (РТ):

- встроенный в датчик
- источник тока (I) токовой петли, генератор сигнала
- питание от токовой петли (внешний источник является генератором напряжения E)

Модуль аналогового ввода (AI) системы управления:

- приемник сигнала: аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Внимание! Датчик и модуль ввода - должны поддерживать данную схему подключения.



# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## МОНТАЖ

### Схема электрического подключения (продолжение)

#### Схема «Г» (4-проводная)

Цепи питания и сигнала — полностью разделены.

Первичный преобразователь (РЕ):

- чувствительный элемент

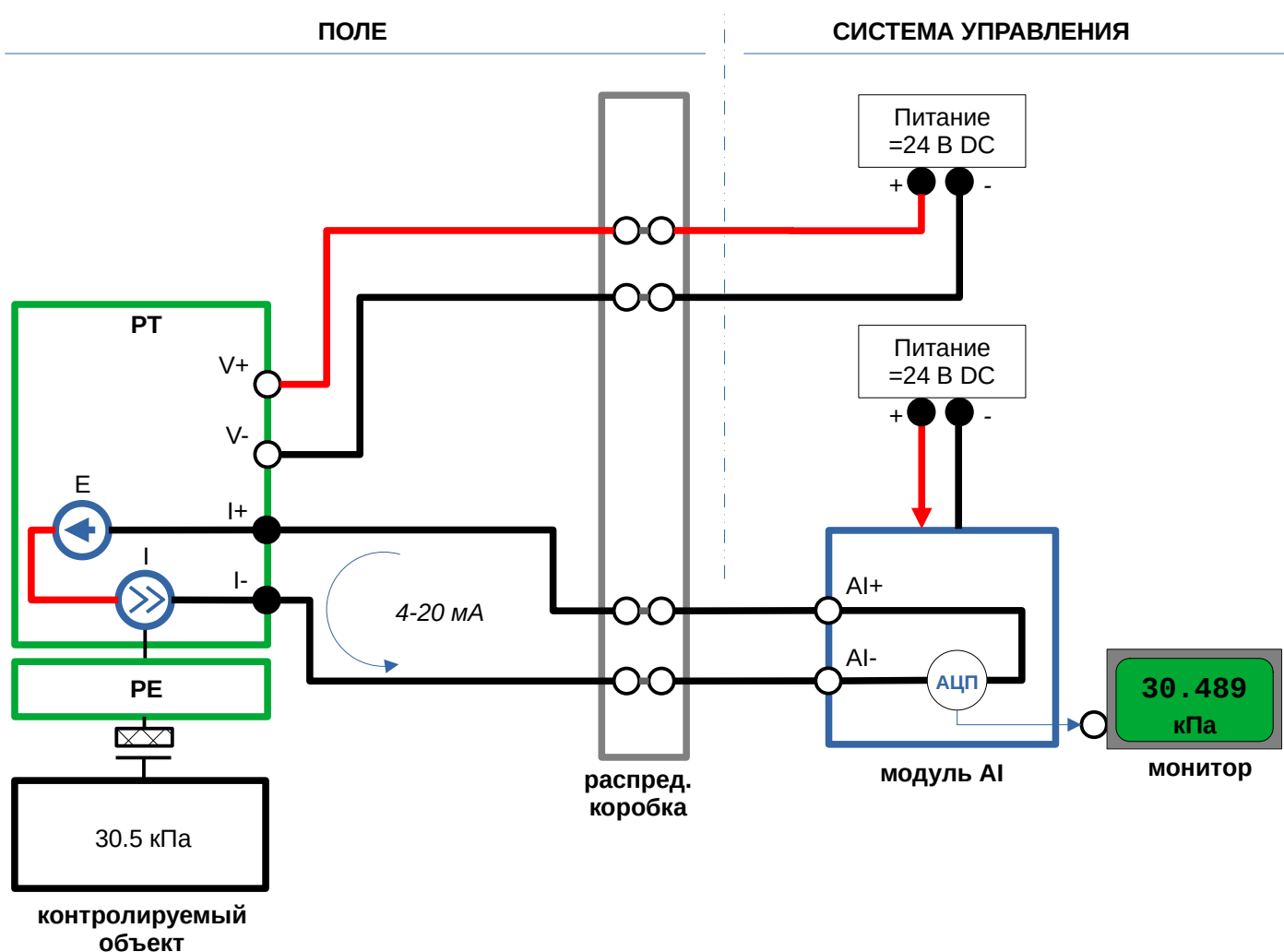
Вторичный преобразователь (РТ):

- внешний
- источник тока (I) для токовой петли, генератор сигнала
- источник напряжения (E) для токовой петли
- питание от внешнего источника

Модуль аналогового ввода (AI) системы управления:

- приемник сигнала: аналогово-цифровой преобразователь (АЦП)

Внимание! Датчик и модуль ввода - должны поддерживать данную схему подключения.





# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## ЗАДАТЧИК

### *Манометрический переносной пресс-задатчик*

Класс:

- метрологическое оборудование

Назначение:

- поверка различных приборов измерения давления  
(манометры, датчики и т. п.)
- опрессовка и проверка герметичности различных технических систем и изделий  
(краны, задвижки, клапаны и т. п.)
- мобильный источник задания давления для лабораторных и производственных нужд  
(задатчик давления)

Виды:

- гидравлический  
(рабочая жидкость для передачи давления: спирт, масло, вода)
- пневматический  
(рабочая жидкость для передачи давления: воздух)

Пресс-задатчик не требует подключения наружных коммуникаций: давление создается и контролируется полностью собственными средствами пресса.

Базовая конструкция:

- подставка (станина, металл)
- пресс-патрон (нержавеющая сталь)
- штурвал (или 3-х рычажная ручка)
- образцовый манометр



ПУМ-6М  
пресс переносной пневматический



2113М  
пресс переносной гидравлический

# ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

## КАЛИБРАТОР

### *Переносной (портативный) цифровой калибратор давления*

Класс:

- метрологическое оборудование

Назначение:

- калибровка и проверка приборов измерения давления непосредственно на объекте (манометры, датчики и т. п.)
- проверка реле давления для определения точки переключения
- питание датчиков и реле давления непосредственно на объекте (ручной источник питания от встроенного аккумулятора)
- моделирование работы датчиков (виртуальный датчик, генератор контрольно-измерительных сигналов датчиков: 4-20 мА и т.п.)
- измерение сигналов датчиков давления, регистрация данных (ручной модуль ввода, регистратор)
- задание небольшого давления от встроенного насоса (может отсутствовать) (ручной источник давления)



CRH7000  
калибратор давления промышленный  
со встроенным насосом



CRH6210  
калибратор давления промышленный  
без насоса