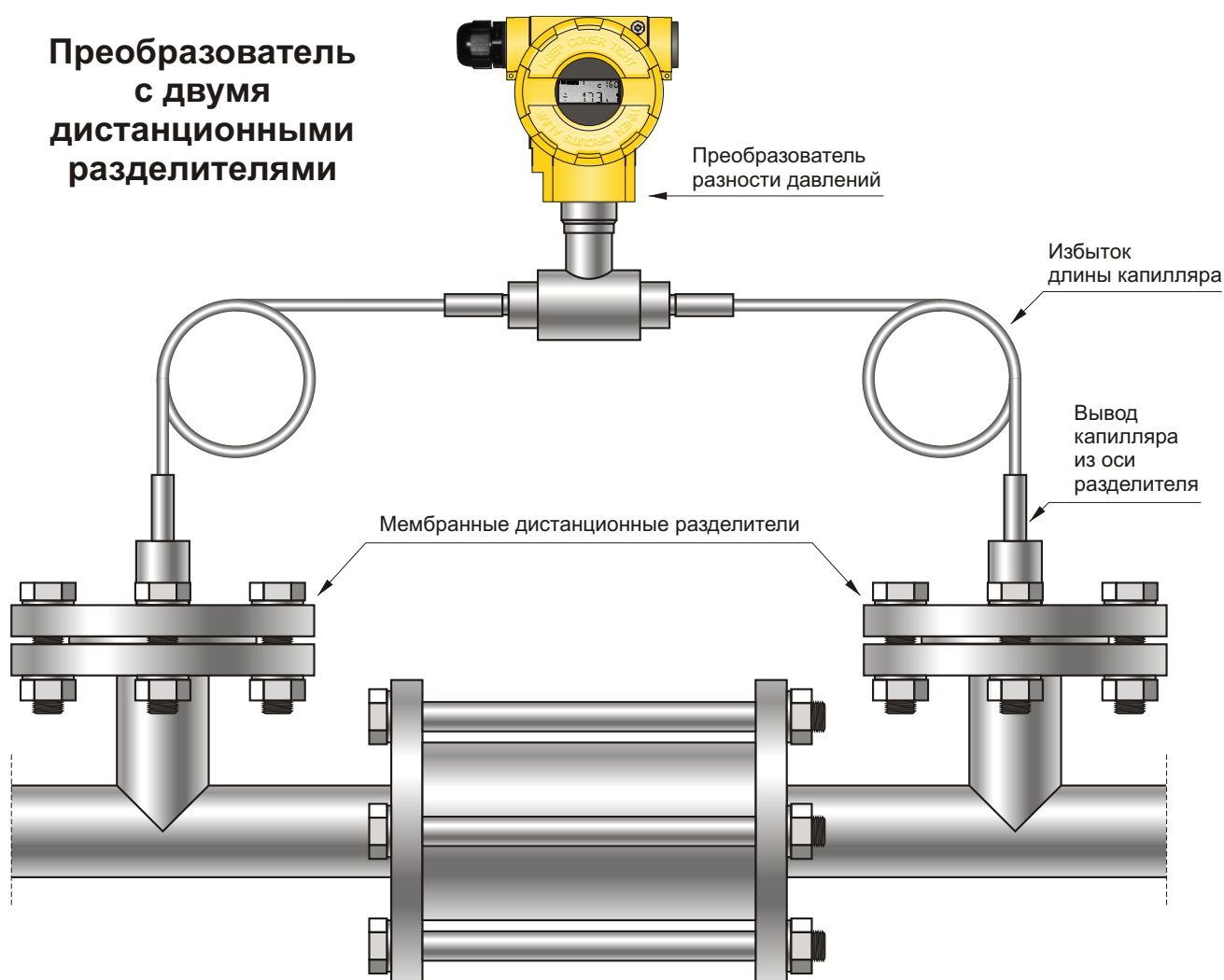




# Интеллектуальный преобразователь разности давлений APR-2200 с дистанционными разделителями

- ✓ Многообразное применение, в том числе измерения гидростатическим методом: уровня в закрытых резервуарах (под давлением), плотности и границы фаз
- ✓ Возможность конфигурации начала и конца диапазона измерений (также путём заданного давления)
- ✓ Выходной сигнал 4...20 мА, 0...20 мА, 0...5 мА + протокол HART
- ✓ Основная приведенная погрешность  $\pm 0,1\%$ , цифровая компенсация дополнительных погрешностей
- ✓ Искробезопасное исполнение 0Exi, IIC T4 X
- ✓ Комплект приемника давления конструктивно собран методом сварки, что гарантирует долговременную герметичность блока в целом

## Преобразователь с двумя дистанционными разделителями



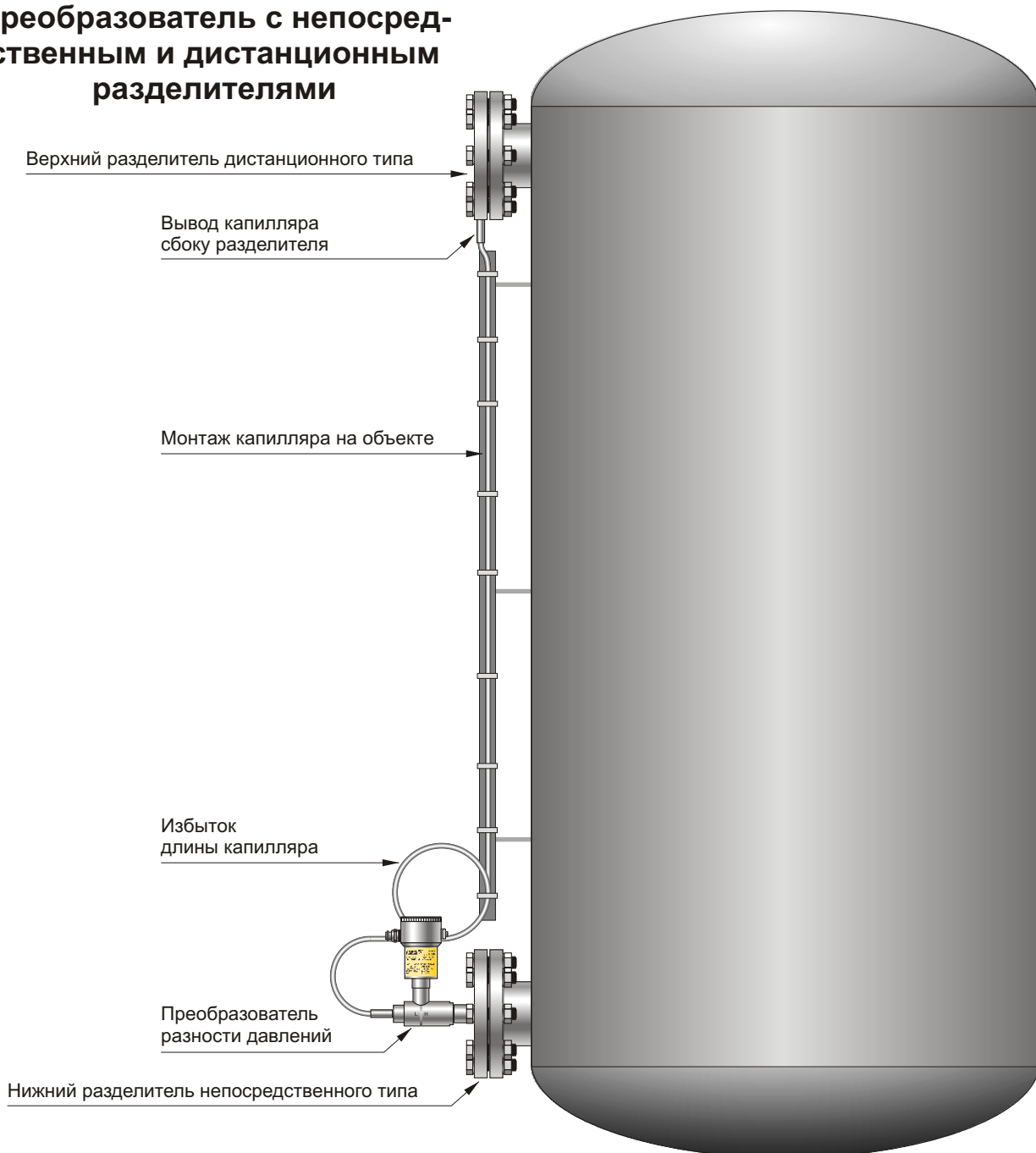
## Пример измерения перепада давления на фильтре

### Рекомендации

Применять преобразователь с двумя дистанционными разделителями рекомендуется для измерения разности давлений там, где гидростатическое давление манометрической жидкости в капиллярах, значительно меньше, чем измерительный диапазон преобразователя. Наилучший метрологический результат получится при применении достаточно

коротких, одинаковых по длине капилляров, с одинаковыми разделителями. В такой конфигурации дополнительные температурные погрешности, связанные с дистанционным разделением, в равной степени воздействуют на обе измерительные камеры преобразователя разности давлений и, таким образом, взаимно компенсируются.

## Преобразователь с непосредственным и дистанционным разделителями



### Пример измерения уровня в накопительном резервуаре

#### Рекомендации

Применять преобразователь с непосредственным разделителем (соединённым с плюсовой измерительной камерой) и дистанционным (соединённым с минусовой камерой) рекомендуется для гидростатических измерений уровня, плотности, границы фазы и разности давлений (при дифференцированной высоте точек отбора импульсов\*).

В такой конфигурации преобразователя, при изменениях температуры окружающей среды, одновременно происходят два противоположные явления. 1) Изменяется объём, значит и плотность манометрической жидкости в капилляре, вызывая, таким образом, изменение гидростатического давления, связанного с расстоянием между разделителями по вертикали. 2) Этому явлению противодействует упругая реакция разделительной мембраны

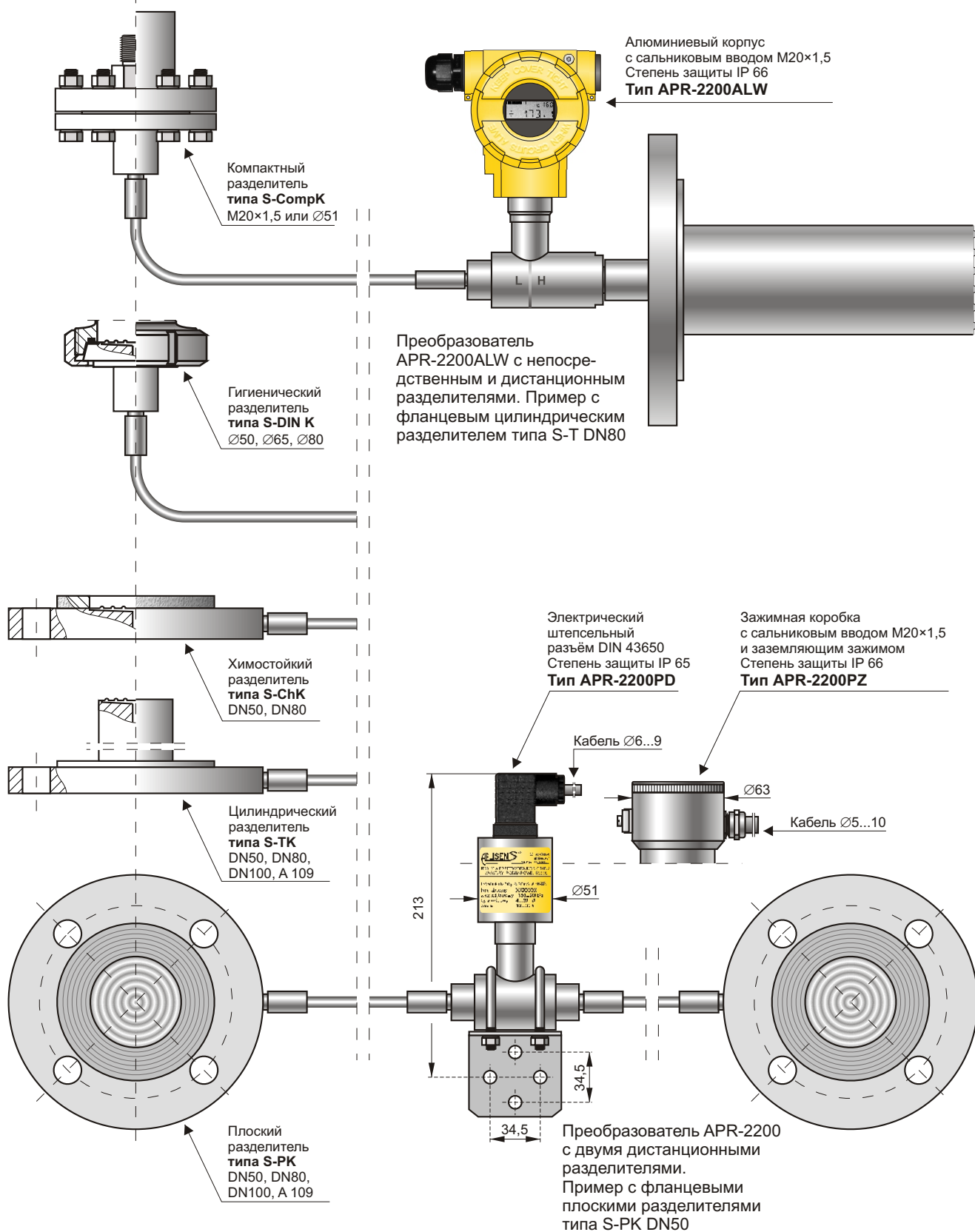
верхнего разделителя: происходит прогиб мембраны, в результате изменения объёма манометрической жидкости.

На основании опытов и исследований, фирма «Аплисенс» поставляет пользователям подобранные по механическим свойствам мембраны, гарантирующие компенсацию погрешностей при изменении температуры окружающей среды.

Наилучшие метрологические результаты получают комплекты, оснащённые фланцевыми разделителями DN 80, DN 100, A 109, S-Comp либо разделителями S-Mazut, S-DIN или S-Clamp, с диаметром не менее 75 мм, при длине капилляра (1...1,3)м × (расстояние разделителей по вертикали). Рекомендуется применение одинаковых разделителей на нижнем и верхнем отборе давления.

\* Разница в высоте отбора импульсов давления, при которой гидростатическое давление манометрической жидкости сравнимо или больше, чем измерительный диапазон преобразователя.

## Преобразователь APR-2200. Примеры конструктивных исполнений



Внимание: Соответствующее конструктивное исполнение полного комплекта преобразователя, разделителей, капилляров и соответствующий выбор манометрической жидкости зависит от многих факторов, таких как: физические, химические свойства и диапазон температур среды измерения, расстояния разделителей по вертикали, измерительного диапазона и статического давления, диапазона температур окружающей среды, а также технических условий монтажа разделителей к объекту. Консультанты фирмы «Аплисенс» помогут Вам подобрать оптимальный комплект.

### Предназначение, конструкция

Преобразователь APR-2200 предназначен для измерения разности давлений газа, пара и жидкости там, где необходимо применение мембранных сепараторов, а точки отбора импульсов давления могут быть отдалены друг от друга на несколько метров. Типичным применением являются: гидростатические измерения уровня в закрытых резервуарах, плотности и границы фаз, а также измерение перепада давления на фильтрах, разности давлений между средами на пастеризаторах и т.п. Предлагаемые типы разделителей дают возможность произвести измерения большинства свойств сред измерения. Измерительным элементом является пьезорезистивная кремниевая монокристаллическая структура, отделённая от сред измерения разделительными и компенсационной мембранами, а также самой системой дистанционного разделения. Специальная конструкция измерительного модуля обеспечивает устойчивость к ударным воздействиям измеряемым давлением и перегрузке до 4 МПа. Электронный системный блок расположен в цилиндрическом корпусе преобразователя со степенью защиты IP 65 или IP 66.

### Конфигурация

По желанию потребитель имеет возможность изменения и конфигурирования следующих параметров:

- ◆ единицы измерения давления,
- ◆ начало и конец устанавливаемого диапазона измерений,
- ◆ постоянной времени,
- ◆ вид характеристики: линейная, корневая, обратная линейная (выходной сигнал  $20 \div 4$  mA).

### Коммуникация

Конфигурация и калибровка преобразователя производится с помощью коммуникационного устройства КАР, некоторых коммуникационных устройств (HART), блоком управления (только конфигурация), встроенного в корпус преобразователя типа -AL-, а также персонального компьютера (PC) с использованием преобразователя RS 232-Hart и программного обеспечения „RAPORT-01” производства «Аплисенс».

Обмен данными с преобразователем APR-2200 добавочно даёт возможность: идентификации преобразователя, контроля измеряемой величины разности давлений, выходного тока и % ширины диапазона в данный момент времени.

### Диапазоны измерений

Основной диапазон	Мин. устанавл. ширина измерит. диапазона	Расстояние между разделителями по вертикали	Максимальная устанавл. ширина измерительного диапазона учитывая действительное расстояние между разделителями по вертикали (м)	Допускаемое статическое давление
$(-16 \div 16)$ кПа	0,1 м H <sub>2</sub> O	$\leq 1,7$ м	$[1 + (\text{расст. между разделителями по верт.} \times 0,94)]$ м H <sub>2</sub> O	4 МПа
$(-50 \div 50)$ кПа	0,5 м H <sub>2</sub> O	$\leq 6$ м	$[5 + (\text{расст. между разделителями по верт.} \times 1,04)]$ м H <sub>2</sub> O	4 МПа
$(-160 \div 200)$ кПа	1,5 м H <sub>2</sub> O	$\leq 15$ м	$[20 + (\text{расст. между разделителями по верт.} \times 1,04)]$ м H <sub>2</sub> O	4 МПа
$(-160 \div 1600)$ кПа	100 кПа	$\leq 15$ м	1600 кПа	4 МПа

**ВНИМАНИЕ:** Представленное в таблице максимальное расстояние между разделителями по вертикали касается измерения уровня, гарантируя возможность обнуления преобразователя при пустом резервуаре. Для измерения плотности или границы фаз (рафинадная, сахарная, химическая промышленности и нефтеперерабатывающие заводы) расстояние между разделителями по вертикали может быть больше.

### Метрологические параметры

**Предел допускаемой приведенной погрешности**  $\leq \pm 0,1\%$  (основного диапазона измерений)

Остальные параметры – в соответствии с характеристиками преобразователя разности давлений APR-2000.

Погрешности из-за влияния систем разделения – согласно соответствующей схеме измерения давления в разделе III (Мембранные разделители), по отношению к дистанционному разделению.

**ВНИМАНИЕ:** Дополнительную абсолютную погрешность (уход) „нуля” от воздействия температуры окружающей среды, при равной температуре обоих капилляров, возможно скомпенсировать путём конфигурации преобразователя, разделителей и капилляров, в соответствии с рекомендациями, описанными на страницах 32 и 33.

**Электрические параметры** – согласно параметрам преобразователя разности давлений APR-2000

### Условия работы

**Диапазон температур окружающей среды**  $-40 \dots 85^\circ\text{C}$

**Диапазон температур измеряемой среды**

– согласно параметрам соответствующего разделителя (дистанционное разделение)

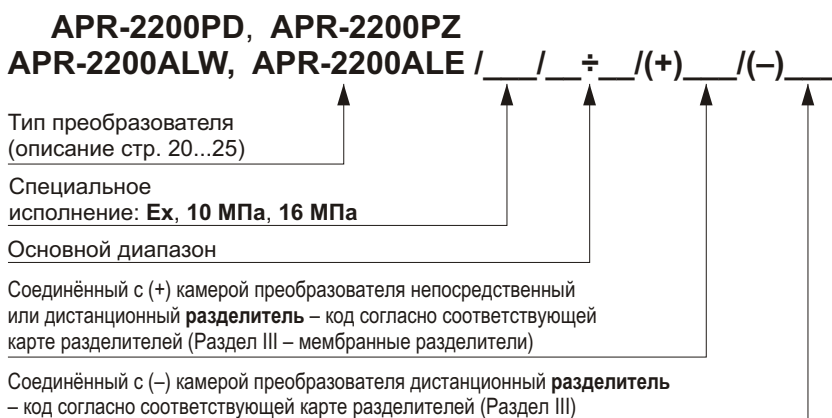
### Специальное исполнение:

**Ex** – искробезопасное исполнение

**10 МПа, 16 МПа** – допустимое статическое давление  
10 МПа или 16 МПа

**Нестандартный основной диапазон преобразователя**

### Способ заказа



### Схемы электрических присоединений

– согласно схемам преобразователя разности давлений APR-2000

### Электрический монтаж

Электрическое подключение преобразователя рекомендуется производить с помощью экранированного кабеля. Полезно предусмотреть при установке место для подключения коммуникатора.

**Пример:** Преобразователь разности давлений APR-2200 / изготовление стандартное / корпус типа PD / основной диапазон  $-130 \div 200$  кПа / со стороны (+) непосредственный фланцевый цилиндрический разделитель DN80 PN40, длина цилиндра 100 мм / со стороны (–) дистанционный фланцевый плоский разделитель DN80 PN40, капилляр 8 мм

**APR-2200 / PD /  $-130 \div 200$  кПа / (+) S-T – DN80; T = 100 мм / (–) S-ПК – DN80; K = 8 мм**

## Преобразователь APR-2200. Примеры применений

Для упрощения математических действий введём коэффициент плотности среды измерения  $X\rho$ .

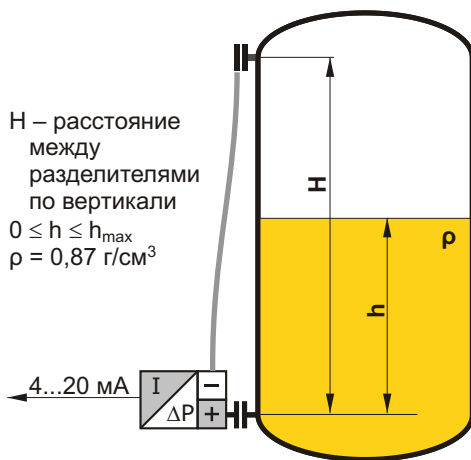
$$X\rho = \frac{\rho_{\text{среды изм.}} [\text{г/см}^3]}{\rho_{\text{воды 4}^\circ\text{C}} [\text{г/см}^3]}$$

Поскольку плотность воды при температуре 4°C составляет 1 г/см<sup>3</sup>, то коэффициент плотности  $X\rho$  численно равен плотности среды измерения, выраженной в г/см<sup>3</sup>. Чтобы определить гидростатическое давление столба жидкости в [мм H<sub>2</sub>O], достаточно умножить высоту столба  $h$  [мм] на коэффициент плотности этой жидкости  $X\rho$ . В связи с тем, что легко определить гидростатическое давление в [мм H<sub>2</sub>O] и имеется возможность конфигурировать преобразователь в этих единицах, в дальнейшем, при описании методов проведения измерений, пользуемся единицами измерения [мм H<sub>2</sub>O] и коэффициентом плотности  $X\rho$ .

### Конфигурация преобразователя APR-2200 для измерения уровня жидкости в резервуаре

#### Определение задачи по измерению:

При изменении выходного сигнала от 4 до 20 мА, преобразовать изменение уровня жидкости с плотностью  $\rho = 0,87 \text{ г/см}^3$  в диапазоне от 0 до  $h_{\text{max}}$ .



1. Установить преобразователь в рабочем положении на пустом резервуаре.
2. Подключить преобразователь, обеспечив возможность коммуникации HART.
3. Подключить коммуникационное устройство KAP-02, идентифицировать преобразователь и выбрать функцию „конфигурация“.

4. В меню конфигурации выбрать „выходные параметры“.
5. В меню выходных параметров:
  - a) изменить единицы измерения на мм H<sub>2</sub>O при 4°C,
  - b) выбрать и установить (поочерёдно) с помощью функции «запись величины» начало ( $X\rho \times h_{\text{min}}$  [мм]) и конечный измерительного диапазона ( $X\rho \times h_{\text{max}}$  [мм]), соответственно: 0 и ( $0,87 h_{\text{max}}$  [мм]),
  - c) для компенсации гидростатического давления манометрической жидкости в капиллярах, следует подтвердить (ввод) начало измерительного диапазона с помощью функции «заданное давление»; Преобразователь, находящийся под воздействием только давления манометрической жидкости (пустой резервуар), сместит начало и конец измерительного диапазона, компенсируя величину давления манометрической жидкости (силиконовое масло).

Конфигурированный таким образом преобразователь, готов к реализации представленной задачи по измерению.

В случае заполненного резервуара для конфигурации преобразователя следует рассчитать гидростатическое давление манометрической жидкости ( $H \times X\rho_{\text{силикон. масла}}$ ) в капиллярах. Для этого следует знать расстановку разделителей по вертикали ( $H$ ), а также плотность масла в капиллярах ( $X\rho$ ). Значения начала и конца диапазона следует ввести с помощью функции «запись величины», записывая их с учетом рассчитанного гидростатического давления:

$$\text{Начало [мм H}_2\text{O]} = -H [\text{мм}] \times X\rho_{\text{силикон. масла}}$$

$$\text{Конец [мм H}_2\text{O]} =$$

$$= h_{\text{max}} [\text{мм}] \times X\rho_{\text{измеряемой жидкости}} - H [\text{мм}] \times X\rho_{\text{силикон. масла}}$$

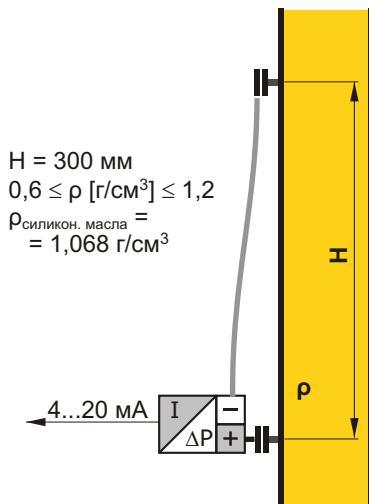
$$\rho_{\text{силикон. масла типа DC-550}} \text{ составляет } 1,068 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{\text{силикон. масла типа AK-20}} \text{ составляет } 0,945 \text{ г/см}^3$$

### Конфигурация преобразователя APR-2200 для измерения плотности жидкости

#### Определение задачи по измерению:

При изменении выходного сигнала от 4 до 20 мА преобразовать изменение плотности жидкости в диапазоне от  $\rho_{\text{min}} = 0,6 \text{ г/см}^3$  до  $\rho_{\text{max}} = 1,2 \text{ г/см}^3$  при расстановке разделителей по вертикали на расстояние  $H = 3000 \text{ мм}$ . Система разделителей наполнена маслом типа DC-550 с плотностью  $\rho_{\text{силикон. масла}} = 1,068 \text{ г/см}^3$ .



1. Рассчитать значение начала измерительного диапазона, используя зависимость:  
 $H_{[\text{мм}]} \times (X\rho_{\text{min}} - X\rho_{\text{силикон. масла}}) = 3000 \times (0,6 - 1,068) = -1404 [\text{мм H}_2\text{O}]$
2. Рассчитать значение конца измерительного диапазона, используя зависимость:  
 $H_{[\text{мм}]} \times (X\rho_{\text{max}} - X\rho_{\text{силикон. масла}}) = 3000 \times (1,2 - 1,068) = 396 [\text{мм H}_2\text{O}]$
3. Обнулить преобразователь при положении разделителей на одном уровне.
4. Установить преобразователь в рабочее положение.
5. Подключить преобразователь, обеспечивая возможность коммуникации HART.

6. Подключить коммуникационное устройство KAP-02, идентифицировать преобразователь и выбрать функцию „конфигурация“.
7. В меню конфигурации выбрать „выходные параметры“.
8. В меню выходные параметры:
  - а) изменить единицы измерения на мм H<sub>2</sub>O при 4°C,
  - б) ввести значение начала (-1404) и конца (396) измерительного диапазона, с помощью функции «запись величины».

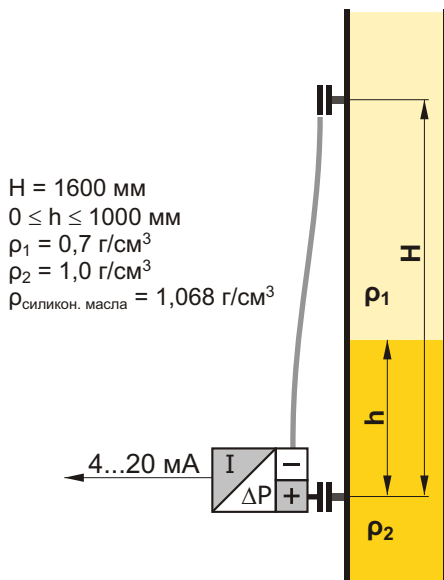
Конфигурированный таким образом преобразователь готов к реализации представленной задачи по измерению. Внимание: Если есть возможность заполнить объект жидкостью, которая своей плотностью отвечает началу измерительного диапазона, то начало измерительного диапазона преобразователя можно установить путём функции «заданное давление».

### Измерение границы фаз

Измерение уровня границы фаз жидкостей с различной плотностью выполняется способом измерения средней плотности среды измерения между разделителями.

#### Пример:

Рассчитать значения начала и конца измерительного диапазона преобразователя APR-2200, сконфигурированного для измерения уровня границы фаз жидкостей в диапазоне (h) от 0 до 1000 мм между жидкостью с плотностью  $\rho_1 = 0,7 \text{ г/см}^3$  и жидкостью с плотностью  $\rho_2 = 1,0 \text{ г/см}^3$ , при расстановке разделителей по вертикали  $H = 1600 \text{ мм}$ . В системе разделителей применено масло типа DC-550 с плотностью ( $\rho_{\text{силикон. масла}}$ )  $1,068 \text{ г/см}^3$ .



Определение величины начала измерительного диапазона состоит в расчете разности давлений, устанавливающейся на преобразователе при наполнении резервуара исключительно легкой жидкостью:

$$\begin{aligned} \text{Начало} &= H \times (X_{\rho_1} - X_{\rho_{\text{силикон. масла}}}) = \\ &= 1600 \text{ мм} \times (0,7 - 1,068) = -588,8 \text{ мм H}_2\text{O} \end{aligned}$$

Определение значения конца измерительного диапазона состоит в суммировании прироста давления, вызванного появлением метрового столба более тяжелой жидкости:

$$\begin{aligned} \text{Конец} &= \text{Начало} + (X_{\rho_2} - X_{\rho_1}) \times h = -588,8 \text{ мм H}_2\text{O} + \\ &+ (1,0 - 0,7) \times 1000 \text{ мм} = -288,8 \text{ мм H}_2\text{O} \end{aligned}$$

### Дополнительные сведения

Коррекцию установок преобразователя можно производить относительно лабораторных результатов измерения плотности образцов измеряемой жидкости. Наиболее часто такая необходимость возникает тогда, когда измерение производится на отрезке трубопровода, в котором скорость течения измеряемой жидкости приближается к нескольким метрам в секунду.

Увеличение расстояния при расстановке разделителей по вертикали влечет за собой увеличение ширины диапазона и часто улучшает точность измерения.

При проектировании перепада высот расстановки разделителей необходимо обеспечить такое условие, чтобы величина разности давлений, которая установится на преобразователе, находилась в границах основного диапазона.

Максимальное расстояние при расстановке разделителей по вертикали (H) зависит от основного диапазона измерений преобразователя, а также предельных значений плотности измеряемой жидкости ( $\rho_{\text{min}}$ ;  $\rho_{\text{max}}$ ).

В случае, если  $\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{силикон. масла}} < \rho_{\text{max}}$ , то перепад высот расстановки разделителей должен обеспечивать следующие условия:

$$H [\text{мм}] \leq \frac{\text{нижняя граница основного диапазона} [\text{мм H}_2\text{O}]}{X_{\rho_{\text{мин}}} - X_{\rho_{\text{силикон. масла}}}}$$

$$H [\text{мм}] \leq \frac{\text{верхняя граница основного диапазона} [\text{мм H}_2\text{O}]}{X_{\rho_{\text{макс}}} - X_{\rho_{\text{силикон. масла}}}}$$

#### Пример:

Определить максимальное расстояние при расстановке разделителей по вертикали для преобразователя APR-2200 / -10...10 кПа при измерении плотности жидкости в диапазоне от 0,6 до 1,2 г/см<sup>3</sup>. В системе сепарации применено силиконовое масло АК-20 с плотностью 0,945 г/см<sup>3</sup>.

Нижняя граница основного диапазона преобразователя составляет -10 кПа = -1020 мм H<sub>2</sub>O

$$H [\text{мм}] \leq \frac{-1020}{0,6 - 0,945} \Rightarrow H [\text{мм}] \leq \frac{-1020}{-0,345} \Rightarrow$$

$$H [\text{мм}] \leq 2957$$

Верхняя граница диапазона преобразователя составляет +10 кПа = 1020 мм H<sub>2</sub>O

$$H [\text{мм}] \leq \frac{1020}{1,2 - 0,945} \Rightarrow H [\text{мм}] \leq \frac{1020}{0,255} \Rightarrow$$

$$H [\text{мм}] \leq 4000$$

В приведенном примере оба условия удовлетворяют величине расстановки разделителей не более, чем 2957 мм.