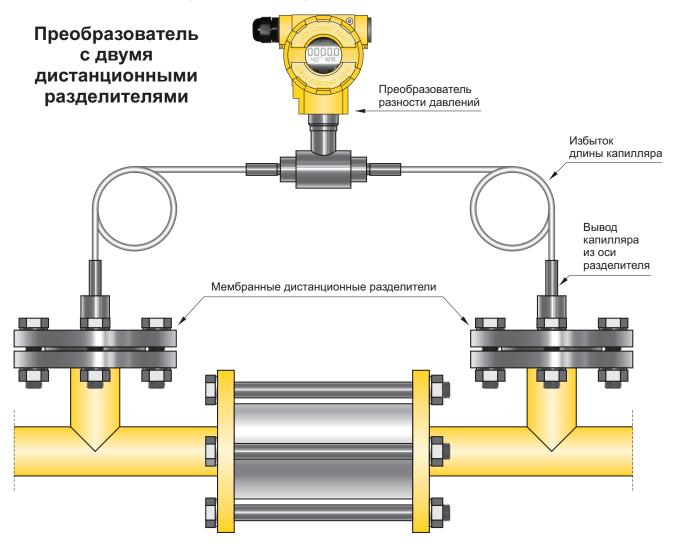


# Интеллектуальный преобразователь нактор разности давлений APR-2200 с дистанционными разделителями

- ✓ 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 НАКТ
- ✓ Основная приведенная погрешность ±0,1%, цифровая компенсация дополнительных погрешностей
- ✓ Взрывобезопасное исполнение 0ExialICT4/T5/T6 X, 1ExdIICT5/T6 X
- ✓ Комплект приемника давления конструктивно собран методом сварки, что гарантирует долговременную герметичность блока в целом



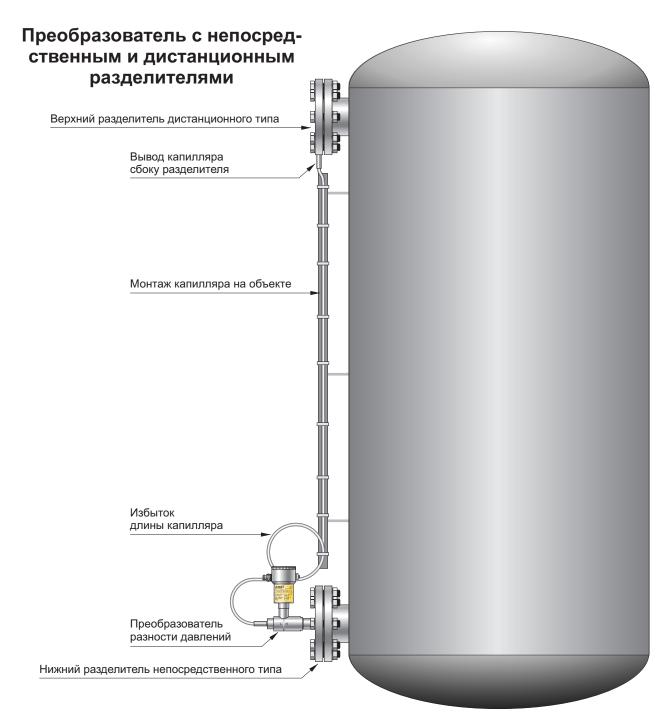
Пример измерения перепада давления на фильтре

# 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.





# 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.

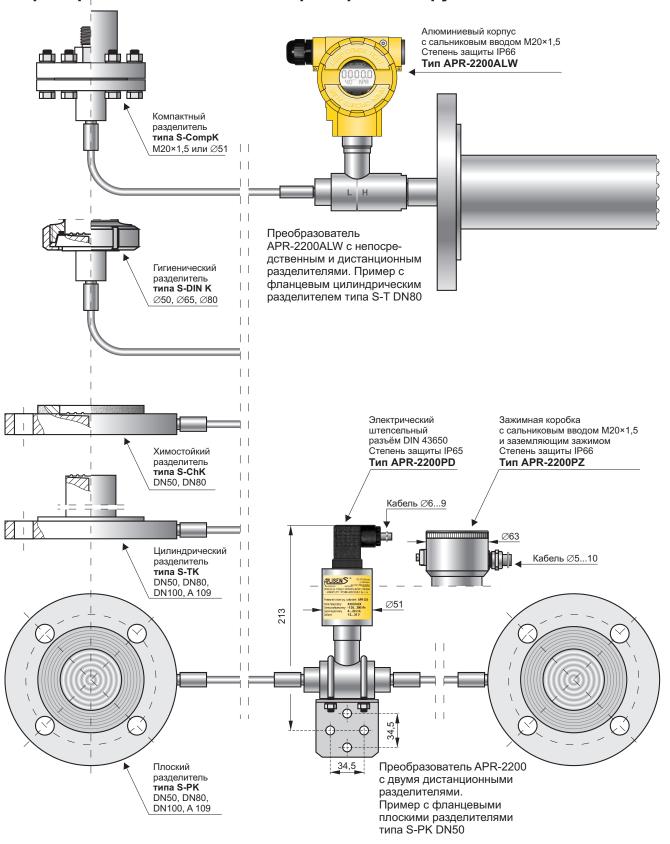
На основании опытов и исследований, фирма «Аплисенс» поставляет пользователям подобранные по механическим свойствам мембраны, гарантирующие компенсацию погрешностей при изменении температуры окружающей среды.

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.

<sup>\*</sup> 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 монолитная 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 МРа. Электронный системный блок расположен в цилиндрическом корпусе преобразователя со степенью защиты IP65 или IP66.

#### 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 ÷ 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 HART/USB и программного обеспечения "RAPORT-2" 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

H					
	Основной	Мин. устанавл.	Расстояние между	Максимальная устанавл. ширина измерительного	Допускаемое
	диапазон	ширина измерит.	разделителями по	диапазона учитывая действительное расстояние	статическое
		диапазона	вертикали	между разделителями по вертикали (м)	давление
	(-16 ÷ 16) кПа	0,1 м Н₂О	≤ 1,7 M	[1 + (расст. между разделителями по верт. × 0,94)] м H <sub>2</sub> O	4 МПа
	(-50 ÷ 50) кПа	0,5 м H <sub>2</sub> O	≤ 6 м	[5 + (расст. между разделителями по верт. × 1,04)] м Н <sub>2</sub> О	4 МПа
	(-160 ÷ 200) кПа	1,5 м H <sub>2</sub> O	≤ 15 M	[20 + (расст. между разделителями по верт. × 1,04)] м Н <sub>2</sub> О	4 МПа
	(-160 ÷ 1600) кПа	100 кПа	≤ 15 M	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 ≤±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 II. 17 и II. 18.

Электрические параметры – согласно параметрам преобразователя разности давлений APR-2000

#### Условия работы

Диапазон температур окружающей среды -40...85°C Диапазон температур измеряемой среды

- согласно параметрам соответствующего разделителя (дистанционное разделение)

# Специальное исполнение:

Ех – искробезопасное исполнение

Exd — взрывозащищенный корпус (только APR-2200ALW)

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

Q... – дополнительная тренировка прибора для увеличения надежности; подробности в РЭ Нестандартный основной диапазон преобразователя

Способ заказа

# APR-2200PD. APR-2200PZ APR-2200ALW, APR-2200ALE / Тип преобразователя (описание стр. II. 3, II. 7) Специальное исполнение: Ex, Exd, 10 МПа, 16 МПа, Q... Основной диапазон Соединённый с (+) камерой преобразователя непосредственный или дистанционный разделитель - код согласно соответствующей карте разделителей (Раздел III – мембранные разделители) Соединённый с (-) камерой преобразователя дистанционный разделитель - код согласно соответствующей карте разделителей (Раздел III)

# 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 комму-

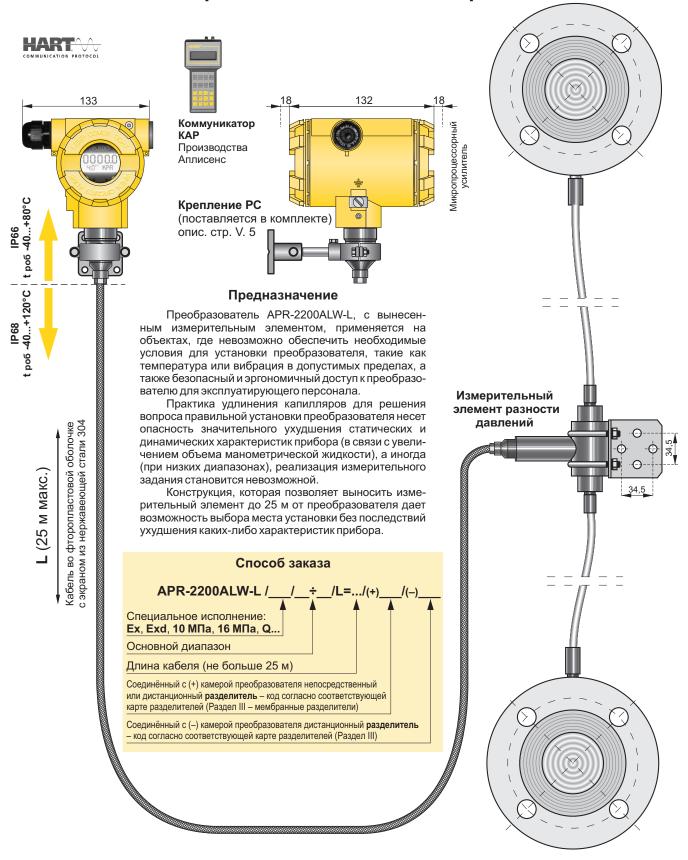
Пример: Преобразователь разности давлений АРR-2200 / изготовление стандартное / корпус типа PD / основной диапазон -130 ÷ 200 кПа / со стороны (+) непосредственный фланцевый цилиндрический разделитель DN80 PN40. длина цилиндра 100 мм / со стороны (-) дистанционный фланцевый плоский разделитель DN80 PN40, капилляр 8 м

APR-2200 / PD / -130 ÷ 200 кПа / (+) S-T – DN80; T = 100 мм / (-) S-PK – DN80; K = 8 м



# Преобразователь APR-2200ALW-L

с выносным измерительным элементом для сокращения длины капилляров





# Преобразователь APR-2200. Примеры применений

Для упрощения математических действий введём коэффициент плотности среды измерения Хр.

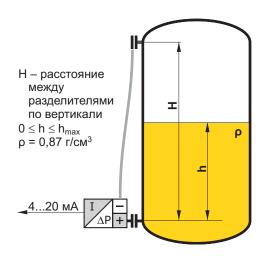
$$X\rho = \frac{\rho_{\text{среды изм.}}\left[\text{г/cm}^3\right]}{\rho_{\text{воды 4°C}}\left[\text{г/cm}^3\right]}$$

Поскольку плотность воды при температуре  $4^{\circ}$ С составляет 1 г/см<sup>3</sup>, то **коэффициент плотности Хр численно равен плотности среды измерения, выраженной в г/см<sup>3</sup>**. Чтобы определить гидростатическое давление столба жидкости в [мм  $H_2O$ ], достаточно умножить высоту столба h [мм] на коэффициент плотности этой жидкости  $X_P$ . В связи с тем, что легко определить гидростатическое давление в [мм  $H_2O$ ] и имеется возможность конфигурировать преобразователь в этих единицах, в дальнейшем, при описании методов проведения измерений, пользуемся единицами измерения [мм  $H_2O$ ] и коэффициентом плотности  $X_P$ .

# 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 г/см<sup>3</sup> в диапазоне от 0 до  $h_{max}$ .



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

- 4. В меню конфигурации выбрать "выходные параметры".
- 5. В меню выходные параметры:
  - а) изменить единицы измерения на мм H<sub>2</sub>O при 4°C,
  - b) выбрать и установить (поочерёдно) с помощью функции «запись величины» начало ( $X\rho \times h_{min}$  [мм]) и конец измерительного диапазона ( $X\rho \times h_{max}$  [мм]), соответственно: 0 и (0,87  $h_{max}$  [мм]),
  - с) 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.

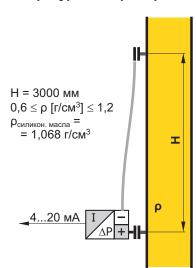
В случае заполненного резервуара для конфигурации преобразователя следует рассчитать гидростатическое давление манометрической жидкости ( $H \times X_{\mathsf{р}_{\mathsf{Силикон.\, масла}}}$ ) в капиллярах. Для этого следует знать расстановку разделителей по вертикали (H), а также плотность масла в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

Начало [мм  $H_2O$ ] = -H [мм] ×  $X\rho_{\text{силикон. масла}}$  Конец [мм  $H_2O$ ] =

 $=h_{max}$  [мм]  $\times$  Хр<sub>измеряемой жидкости</sub> -H [мм]  $\times$  Хр<sub>силикон. масла</sub>

 $ho_{\text{силикон. масла}}$  типа DC-550 составляет 1,068 г/см $^3$   $ho_{\text{силикон. масла}}$  типа AK-20 составляет 0,945 г/см $^3$ 

# Конфигурация преобразователя АРК-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  $\rho_{min}=0.6$  г/см $^3$  до  $\rho_{max}=1.2$  г/см $^3$  при расстановке разделителей по вертикали на расстояние H=3000 мм. Система разделителей наполнена маслом типа DC-550 с плотностью  $\rho_{\text{силикон. масла}}=1,068$  г/см $^3$ .

1. Рассчитать значение начала измерительного диапазона, используя зависимость:

$$H_{\text{[мм]}} \times (X\rho_{\text{min}} - X\rho_{\text{силикон. масла}}) = 3000 \times (0,6-1,068) = -1404 [мм  $H_2O$ ]$$

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 КАР, 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,
  - b) ввести значение начала (–1404) и конца (396) измерительного диапазона, с помощью функции «запись величины».

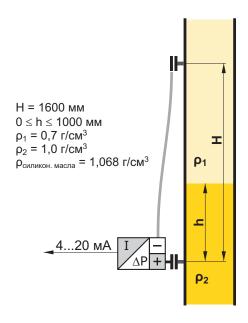
Конфигурированный таким образом преобразователь готов к реализации представленной задачи по измерению. Внимание: Если есть возможность заполнить объект жидкостью, которая своей плотностью отвечает началу измерительного диапазона, то начало измерительного диапазона преобразователя можно установить путём 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 г/см³ и жидкостью с плотностью  $\rho_2$  = 1,0 г/см³, при расстановке разделителей по вертикали H = 1600 мм. В системе разделителей применено масло типа DC-550 с плотностью ( $\rho_{\text{силикон. масла}}$ ) 1,068 г/см³.



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

Начало = 
$$H \times (X\rho_1 - X\rho_{\text{силикон. масла}}) =$$
  
= 1600 мм × (0,7 – 1,068) = –588,8 мм H<sub>2</sub>O

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

Конец = Hачало + 
$$(X\rho_2 - X\rho_1)$$
 × h =  $-588,8$  мм  $H_2O$  +  $+(1,0-0,7)$  ×  $1000$  мм =  $-288,8$  мм  $H_2O$ 

#### 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 ( $\rho_{min}$ ;  $\rho_{max}$ ).

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

$$H\text{ [мм]} \leq \frac{\text{нижняя граница основного диапазона [мм } H_2O]}{X\rho_{\text{мин}} - X\rho_{\text{силикон. масла}}}$$

H [мм] 
$$\leq \frac{$$
 верхняя граница основного диапазона [мм  $H_2O$ ]  $X \rho_{\text{макс}} - X \rho_{\text{силикон. масла}}$ 

#### 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 AK-20 с плотностью 0,945 г/см<sup>3</sup>.

Нижняя граница основного диапазона преобразователя составляет  $-10\ \text{к}\Pi a = -1020\ \text{мм}\ \text{H}_2\text{O}$ 

$$H \text{ [MM]} \le \frac{-1020}{0.6 - 0.945} \quad \Rightarrow \quad H \text{ [MM]} \le \frac{-1020}{-0.345} \quad \Rightarrow \quad H \text{ [MM]} \le 2957$$

Верхняя граница диапазона преобразователя составляет  $+10~\text{к}\Pi a = 1020~\text{мм H}_2\text{O}$ 

$$H \text{ [MM]} \le \frac{1020}{1,2-0,945} \quad \Rightarrow \quad H \text{ [MM]} \le \frac{1020}{0,255} \quad \Rightarrow \quad H \text{ [MM]} \le 4000$$

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