

ОБ ИЗМЕРЕНИИ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В РЕЗЕРВУАРЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ С МЕМБРАННЫМИ РАЗДЕЛИТЕЛЯМИ

Ю.Я. Казинер (Siemens A&D P/S)

Вопрос: можно ли измерять уровень жидкости в резервуаре посредством преобразователя перепада давления с мембранными разделителями?

Ответ: можно, однако такая схема измерения имеет одну характерную и очень важную особенность.

Особенностью измерения мы называем знакопеременные значения измеряемого перепада давления. При измерении уровня гидростатическим методом с мембранными разделителями имеют место три варианта (рисунок):

- преобразователь перепада давления находится над верхней точкой отбора (вид монтажа G).
- преобразователь перепада давления находится между точками отбора (вид монтажа J).
- преобразователь перепада давления находится ниже нижней точки отбора (вид монтажа H).

Независимо от места расположения преобразователя текущий перепад давления определяется соотношением:

$$\Delta p = \rho_{ж} g H - \rho_{к} g H_v \quad (1)$$

Перепад давления, соответствующий нижнему уровню, определяется соотношением:

$$\Delta p_{мин} = \rho_{ж} g H_u - \rho_{к} g H_v \quad (2)$$

Перепад давления, соответствующий верхнему уровню, определяется соотношением:

$$\Delta p_{макс} = \rho_{ж} g H_o - \rho_{к} g H_v \quad (3)$$

где $\rho_{ж}$ — плотность измеряемой жидкости, кг/м³, $\rho_{к}$ — плотность жидкости в капиллярах мембранного разделителя, кг/м³, g — ускорение свободного падения ($g = 9,81$ м/с²), H_u — нижний измеряемый уровень, м, H_o — верхний измеряемый уровень, м; H — текущий измеряемый уровень, м; H_v — расстояние между точками отбора, м.

Рассмотрим ситуацию, когда измеряемый (текущий) перепад давления равен нулю:

$$\rho_{ж} H = \rho_{к} H_v \quad (4)$$

Отсюда следует:

$$H = \frac{\rho_{к}}{\rho_{ж}} H_v \quad (5)$$

Ситуация с переменной знака перепада давления возникает, когда плотность измеряемой жидкости

превышает плотность жидкости в капиллярах мембранного разделителя. Таким образом, измеряемый перепад давления при повышении уровня меняет знак с минуса на плюс. Кроме того, как следует из уравнения (5), при возрастании плотности измеряемой жидкости уровень, соответствующий нулевому измеренному перепаду давления, падает.

Пример расчета

Исходные данные: $H_v = 5$ м, $\rho_{ж} = 1300$ кг/м³, $\rho_{к} = 914$ кг/м³, размер фланцев DN 100.

Определим перепад давления при минимальном измеряемом уровне ($H_u = 0,05$ м) по формуле (2):

$$\Delta p_{мин} = 1300 \times 9,81 \times 0,05 - 914 \times 9,81 \times 5 = -0,442 \text{ (бар)}$$

Определим теперь по формуле (5) уровень, при котором перепад давления переходит через нуль:

$$H = (914/1300) \times 5 = 3,515 \text{ м}$$

Определим перепад давления при максимальном измеряемом уровне ($H_o = 4,95$ м) по формуле (3):

$$\Delta p_{макс} = 1300 \times 9,81 \times 4,95 - 914 \times 9,81 \times 5 = 0,183 \text{ (бар)}$$

Таким образом, при измерении уровня 0,05...3,515 м перепад давления возрастает от -0,442 бар до нуля.

При дальнейшем возрастании уровня до 4,95 м перепад давления возрастает до 0,183 бар.

Таким образом, для измерения уровня гидростатическим методом с двумя мембранными разделителями нужен преобразователь перепада давления, который способен измерять знакопеременные значения.

Для преобразователя перепада давления Sitrans P серии DS III нижний предел измерения равен — 100% от максимального верхнего предела измерения.

Рассматриваемая схема измерения уровня (с двумя мембранными разделителями) может быть заменена такими схемами:

- измерение уровня с помощью двух преобразователей избыточного давления с мембранными разделителями;
- соединение преобразователя с нижним фланцем;
- отбор верхнего давления без мембранного разделителя.

