

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ

Создание новых поколений техники и дальнейшее совершенствование технической гидротранспортных процессов предъявляют высокие требования не только к качеству средств контроля, но и обуславливают рост точностных характеристик, увеличение быстродействия при возрастающем диапазоне регулирования и контроля параметров автоматизированных гидротранспортных процессов.

Измерение электрических величин электрическими методами в настоящее время охватывает все области науки и техники. Для измерения уровня жидкости применяются электрические резистивные преобразователи, представленные удлиненными электродами, погружаемыми в жидкость. Измерение активной составляющей жидкости, расположенной в межэлектродном пространстве, выполняется либо на постоянном токе, либо (с целью исключения явления поляризации) на переменном токе настолько низкой частоты, что реактивной проводимостью можно пренебречь.

Рассмотрим измерительную ячейку, состоящую из двух соосно расположенных цилиндрических электродов, длиной l , заполненную жидкостью. Электрическое сопротивление ячейки при заданной концентрации раствора, геометрических размерах ячейки определяется из выражения [1].

$$R = \frac{\ln\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}{2\pi\gamma l},$$

где R_1 - внутренний радиус внешнего цилиндрического электрода;

R_2 - внешний радиус внутреннего цилиндрического электрода;

γ - удельная электропроводность раствора;

l - уровень жидкости в ячейке.

Эта зависимость положена в основу принципа измерения уровня жидких сред электрического резистивного преобразователя.

Анализ предыдущих исследований. Известные резистивные электрические преобразователи уровня жидких сред содержат рабочие электроды для контакта с жидкостью (рис. 1)

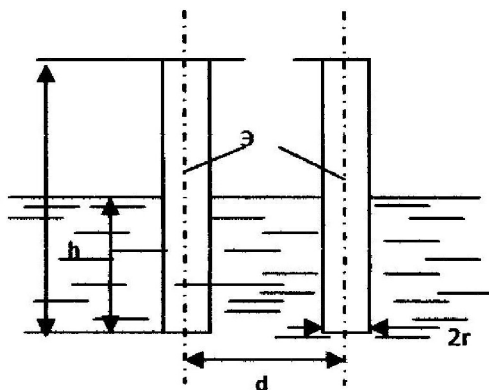


Рисунок 1 - Частично погруженные в жидкость электроды уровнемера

Если пренебречь сопротивлением электродов и краевым эффектом, то можно считать проводимость g преобразователя уровня прямо пропорциональной величине измеряемого уровня h [2]:

Основным недостатком известных электрических резистивных преобразователей является низкая чувствительность, зависимость результата измерения от изменения температуры и концентрации измеряемой жидкости, краевых эффектов в межэлектродном пространстве. Это обусловлено отсутствием компенсации иных электродов и расположением электродов.

Цель работы. Обеспечить протекания рабочих и компенсационных токов в одном объемном межэлектродном пространстве жидкости, с целью независимости показаний измерения уровня от изменения концентрации, температуры и повышения точности. Цель достигается тем, что в одном объемном измеряемом пространстве жидкости располагаются, максимально расположенные рабочие и компенсационные электроды.

Согласно метода электрического измерения уровня жидкости, одновременно измеряют рабочий ток, пропорциональный уровню и проводимости жидкости, и компенсационный ток, пропорциональный проводимости жидкости. Сопоставляя эти токи, определяют уровень измеряемой жидкости.

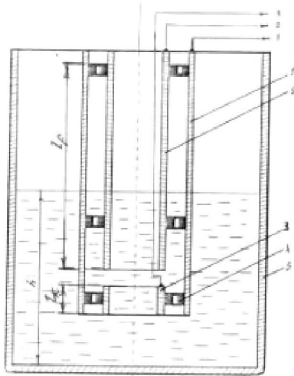


Рисунок 2 – Электрический преобразователь уровня жидкости

Материалы и результаты исследований. Резистивный электрический коаксиальный преобразователь уровня жидкости (рис. 2) состоит из внешнего 1, внутреннего 2 и компенсационного 3 цилиндрических электродов большой проводимостью, взаимное их расположение фиксируется проходными изоляторами 4. Преобразователь размещается в резервуаре 5 с исследуемой жидкостью. Сигналы с электродов поступают в измерительную схему. Компенсационный электрод постоянно находится в измеряемой жидкости и предназначен для коррекции выходного сигнала преобразователя уровня при изменении удельной электрической проводимости γ жидкости.

При заполнении жидкостью резервуара 5 до верхнего уровня l_p и напряжении на электродах U , ток i_p через рабочие электроды (рис. 2) равен [2]:

$$i_p = g_{жс} U, \quad (1)$$

где $g_{жс}$ - активная проводимость жидкости, расположенная в межэлектродном пространстве рабочих электродов;

$$g_{жс} = \frac{2\pi\gamma l_p}{\ln(R_1/R_2)}, \quad (2)$$

где R_1 - внутренний радиус цилиндрического электрода 1;

R_2 - внешний радиус цилиндрических электродов 2 и 3;

Подставляя (2) в (1), получим:

$$i_p = U \frac{2\pi\gamma l_p}{\ln R_1/R_2} = k\gamma l_p = k\gamma l \quad (3)$$

Из (3) следует, что рабочий ток пропорционален высоте уровня жидкости и ее проводимости.

Электрический ток через компенсационные электроды

$$i_k = U \frac{2\pi\gamma l_k}{\ln(R_1/R_2)} = k_1\gamma \quad (4)$$

пропорционален удельной проводимости жидкости. Путем отношения этих двух токов определяем уровень жидкости

$$\frac{i_p}{i_k} = \frac{k\gamma l}{k_1\gamma} = k\gamma l_p = l \quad (5)$$

где k, k_1 - постоянные коэффициенты, определяемые параметрами рабочего и компенсационного электродов.

При $l = \text{van}$, уравнением (5) определяется текущий уровень жидкости.

Выводы. На основании приведенных уравнений может быть найдена примерная величина максимальной проводимости жидкости, расположенной в межэлектродном пространстве преобразователя уровня. Величина удельного сопротивления многих жидкостей составляет $\rho_{жс} = 100 - 1000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ и больше. Так при длине рабочих электродов 1 м и $\rho_{жс} = 100 - 1000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ сопротивление жидкости составляет 0.1–10 Ом. В связи с тем, что измерение малых сопротивлений (доли Ом) сопряжено с известными трудностями, рассмотренный способ может быть рекомендован для жидкостей с удельным сопротивлением $\rho_{жс} \geq 200 - 500 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ при длине рабочих электродов не больше 1–3 м.

Полученные зависимости могут быть использованы при расчете и выборе элементов уровнемеров, основанных на измерении активной проводимости жидкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнитский Б.В., Смирнитская М.Б. Основы теории электротехники: Учебное пособие.- Алчевск: ДГМН, 2003. - 342 с.
2. Смирнитский Б.В., Смирнитская М.Б. Электродинаміка: Навчальний посібник.- Кременчук: КДПУ, 2006. - 187 с.
3. Смирнитский Б.В., Смирнитская М.Б., Мосьпан Д.В. Электрический преобразователь уровня проводящих жидких сред.// Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – Вип.. 1/2008 (48). Ч.1 – С. 42-45