

УДК 621:53.08

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПРИБОРА КОНТРОЛЯ  
ПАРАМЕТРОВ ЖИДКИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НА БАЗЕ  
ТРАНСФОРМАТОРНОГО ДАТЧИКА

Р. И. ВОРОБЕЙ, О. К. ГУСЕВ, А. К. ТЯВЛОВСКИЙ,  
К. Л. ТЯВЛОВСКИЙ, А. И. СВИСТУН, А. Э. ШУМСКИЙ  
«БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Минск, Беларусь

В производственных процессах, использующих жидкие технологические среды необходимы методы определения их параметров в режиме реального времени, когда измерительные преобразователи находятся в различных участках трубопроводов на значительном удалении от систем сбора и обработки информации. В разные моменты времени по одним и тем же узлам системы, состоящей из сети трубопроводов и накопительных емкостей, перекачиваются растворы различных типов с заранее неопределёнными параметрами типа раствора, концентрации, температуры. Поэтому проведение операций контроля параметров жидких сред с требуемой погрешностью измерений невозможно без использования интеллектуальных измерительных преобразователей, самостоятельно принимающих решения о режиме и диапазоне измерений, способе компенсации погрешности от совокупности внешних факторов, характерных для выбранного режима измерения. Одной из задач при проектировании таких измерительных преобразователей является проектирование чувствительных элементов, обеспечивающих контроль нескольких параметров при использовании одного измерительного информационного канала [1].

В настоящее время существует ряд методов [1, 2], позволяющих измерять отдельные параметры жидких сред в условиях определённости состояния технологической системы и самого измерительного прибора. Их применение в сложных пространственно-распределённых технологических системах возможно при условии использования дополнительных измерительных преобразователей, что приводит к усложнению конструкции измерительной системы, ограничивает возможности диагностики состояния технологической системы в режиме реального времени и уменьшает надёжность определения диагностируемого состояния.

Применение электродных [2] чувствительных элементов приводит, с одной стороны, к необходимости снижения влияния поляризационной составляющей проводимости раствора, с другой – к возможности определения типа раствора по виду и параметрам начального участка потенциодинамической характеристики [3]. При этом методическая погрешность измерений концентрации растворов электролитов устраняется введением в процедуру измерений операции идентификации типа раствора.

Применение трансформаторных датчиков (рис. 1) позволяет исключить влияние поляризационных эффектов на погрешность измерения проводимости раствора, однако, исключает и возможность определения типа раствора по анализу потенциодинамической характеристики.

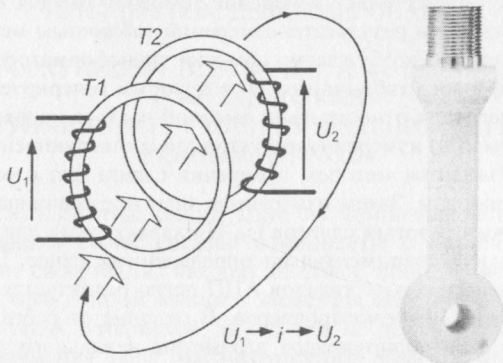


Рис. 1. Трансформаторный датчик измерения проводимости раствора

Трансформаторный датчик [4] образован двумя трансформаторами T1 и T2, связанными общей для обоих трансформаторов обмоткой, образованной одним витком раствора. Ток через раствор  $i$  пропорционален проводимости раствора. Эквивалентная схема трансформаторного датчика представлена на рис. 2. Трансформаторы T1 и T2 представлены классическими эквивалентными T-образными схемами (A и B). Элементы эквивалентной схемы, соответствующие раствору, расположены между точками S1 и S2. Индуктивность  $L_1$  моделирует конечную подвижность ионов, а ее часть  $L_{1V}$  – значение подвижности ионов, зависящей от концентрации раствора  $n$ , представленной на модели элементом  $g_s$ .

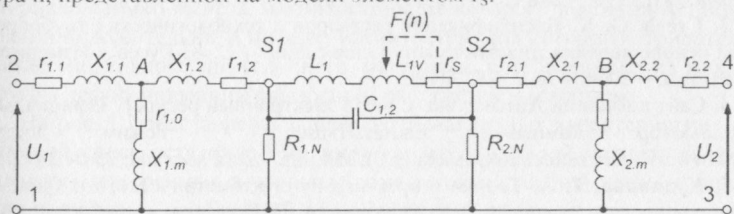


Рис. 2. Эквивалентная схема измерительной ячейки

Наличие в эквивалентной схеме измерительной ячейки на базе трансформаторного датчика инерционных элементов, параметры которых зависят от типа ионов [5], позволяет информационный сигнал от одного и того же датчика использовать для определения типа и для измерения концентрации раствора [1].

Измерительный преобразователь для адаптационного управления режимами работы и анализа многопараметрического измерительного сигнала выполнен на микроконтроллере AVR. Учитывая зависимость параметров эквивалентной схемы от температуры раствора, управляющий контроллер дополнительно осуществляет измерение температуры для внесения необходимых коррекций в результаты измерений табличным методом. Для генерации напряжения возбуждения обмотки трансформатора Т1 используется метод цифрового табличного синтеза формы генерируемого напряжения (DDS). Благодаря относительно высокой частоте напряжения возбуждения (единицы кГц) измерение индуктивной составляющей проводимости раствора производится методом измерения сдвига фаз с усреднением по нескольким периодам. Затем измеренное значение сравнивается с табличными значениями фазовых сдвигов  $U_1$ ,  $U_2$ , характерных для различных типов растворов и экспериментально определенных ранее. Необходимость использования нескольких каналов АЦП легко реализуется для большинства современных микроконтроллеров. В отличие от работы анализатора типа раствора, контролирующего параметры начального участка потенциодинамической характеристики, в предложенном методе не требуется переключение режимов работы DDS-генератора, запоминание "уровня воды" потенциодинамической характеристики, формирование задержек в алгоритме измерения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гусев, О. К.** Методология и средства измерений параметров объектов с неопределенными состояниями / О. К. Гусев [и др.]; под общ. ред. О. К. Гусева. – Минск : БНТУ, 2010. – 582 с.
2. **Брусиловский, Л. П.** Приборы технологического контроля в молочной промышленности: справочник / Л. П. Брусиловский, А. Я. Вайнберг. – М. : Агропромиздат, 1990. – 288 с.
3. **Гусев, О. К.** Идентификация растворов в технологических трубопроводах на основе явления динамической поляризации / О. К. Гусев // Измерительная техника. – 2004. – № 7. – С. 60–62.
4. Сайт компании Автоматика-Север [Электронный ресурс] / Официальный дистрибьютор компании EndressHauser – Режим доступа: <http://www.avt.com.ru/techdokrus/analiz/CLS50.pdf>. – Дата доступа: 23.04.2012.
5. **Худякова, Т. А.** Теория и практика кондуктометрического и хронокондуктометрического анализа / Т. А. Худякова, А. П. Крешков; под общ. ред. А. П. Крешкова. – М. : Химия, 1976. – 304 с.

E-mail: [nilpt@bntu.by](mailto:nilpt@bntu.by)  
[nilpt@tut.by](mailto:nilpt@tut.by)  
[tkl\\_psf@list.ru](mailto:tkl_psf@list.ru)