УДК: 546.19.543.253

З.А. ТЕМЕРДАШЕВ, С.А. ЛИТВИНОВ, Г.Л. ЖУКЕВИЧ
Кубанский государственный университет, г.Краснодар

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Разработан универсальный электрохимический анализатор для целей экологического мониторинга, предназначенный для оперативного автоматизированного определения и контроля показателей качества и безопасности объектов окружающей среды при измерении и контроле концентраций токсичных металлов, органических токсинов, примесей. Анализатор способен реализовать одновременно ряд электрохимических аналитических методов. Предложена новая схема универсальной измерительной системы, разработаны и внедрены оригинальные алгоритмы инструментальной обработки сигналов электрохимических датчиков. Областями применения электрохимического анализатора являются государственный и производственный экологический контроль и сертификация продукции.

The universal electrochemical analyzer for ecological monitoring was designed. Analyzer is purposed at effective automated determination and control of quality and safety indices of environment objects of actual normative standards like concentrations of toxic metals, organic toxins, admixtures. The analyzer provides number of electrochemical techniques for electroanalytical experiments simultaneously. The new scheme of universal measuring system was developed, original algorithms of tool processing of signals of electrochemical sensors were offered and applied. Fields of application of electrochemical analyzer are State and industrial ecological control bodies and production certification.

В экологическом мониторинге для контроля объектов окружающей среды (воды, почвы, воздуха и т.д.) на соответствие действующим нормам и стандартам по ряду показателей приоритетное место занимают электрохимические аналитические методы (потенциометрический, вольтамперометрический, кондуктометрический), популярность которых привела к значительному росту номенклатуры соответствующего аналитического оборудования. Как правило, современные электрохимические приборы и системы подразумевают набор методических, инструментальных и программных средств, обеспечивающих полную или частичную автоматизацию процесса анализа и предполагающих микропроцессорное или программное управление [1-3]. При этом инструментальное обеспечение электрохимических методов анализа представляет собой, в основном, либо специализированные приборы, реализующие определенный метод электрохимического определения, либо объединение специализированных приборов в измерительные системы по функциональному признаку.

В Кубанском государственном университете разработан универсальный электрохимический анализатор показателей качества объектов окружающей среды для целей экологического мониторинга, реализующий одновременно ряд электрохимических аналитических методов и способный заменить одновременно ряд специализированных электрохимических приборов.

Анализатор предназначен для количественного и качественного анализа состава растворов и применяется в соответствии с

методиками выполнения измерений при анализе содержания ионов различных элементов, pH и электропроводности. В основе измерений лежат ионометрический, вольтамперометрический и кондуктометрический электрохимические аналитические методы. Анализатор может использоваться для определения ряда показателей: катионного и анионного состава (содержание кальция, магния, аммония, хлоридов, сульфатов, нитратов), содержания загрязняющих металлов (цинка, меди, свинца, кадмия) для природных объектов, суммарного содержания поверхностно-активных веществ (ПАВ) и pH для вод. Управление анализатором осуществляется от ПЭВМ путем загрузки в микроЭВМ анализатора исполняемых микропрограммных модулей, соответствующих реализуемому в данной измерительной системе алгоритму. Обработка результатов анализа, формирование отчета и ведение баз данных методик анализа и результатов определений осуществляется управляющей ПЭВМ в среде Windows.

Отличительной особенностью анализатора является предложенная концепция организации универсальной измерительной системы, способной реализовать любой из перечисленных выше методов электрохимического определения.*

Для осуществления измерительного преобразования тока в анализаторе реализован программно-инструментальный метод, заключающийся в том, что при преобразовании индикаторного тока в напряжение регистрируемый сигнал, пропорциональный индикаторному току, имеет максимальную величину, достаточную для обеспечения точности дальнейшего цифроаналогового преобразования, но не превосходящую заданного уровня, выбираемого встроенной микроЭВМ из условий избежания перегрузок регистрирующей схемы и потерь информации. Отличительной особенностью устройства и метода является формирование тока посредством одного токоизмерительного резистора для всего диапазона измеряемых токов.

Для регистрации составляющих информативного сигнала в импульсных методах вольтамперометрии реализован способ, заключающийся в динамическом нормировании импульсных компонентов регистрируемого сигнала на заданный диапазон. Такое нормирование осуществляет ЭВМ путем управления коэффициентом передачи управляемого усилителя импульсного компонента, что обеспечивает возможность регистрации с требуемой точностью значений импульсных компонентов тока, амплитуда которых может изменяться в широких пределах.

Определенные трудности представляет выбор принципа аналогово-цифрового преобразования для универсального анализатора. Для потенциометрических измерений наибольшей популярностью пользуются аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) двухтактного интегрирования, обладающие высокой разрядностью и точностью преобразования, но имеющие низкое быстродействие. Распространенные в вольтамперометрии АЦП последовательного приближения, в свою очередь, характеризуются разрядностью, недостаточной для потенциометрических исследований. Для достижения необходимой точности и быстродействия измерения тока и (или) потенциала в анализаторе реализованы способ и устройство, обеспечивающие двухтактное масштабное преобразование сигнала с использованием АЦП последовательного приближения. Способ заключается в первом измерении сигнала, последующем формировании посредством прецизионного программно-управляемого от микроЭВМ источника напряжения сигнала, соответствующего двоичному эквиваленту целой части отношения измеренного напряжения к кванту первичного преобразования с дальнейшей обработкой разностного сигнала, формируемого аналоговым сумматором.

Работоспособность выбранных технических решений и их соответствие заданным в техническом задании характеристикам подтверждены результатами испытаний опытного образца универсального анализатора.

* См. нашу статью в «Записках Горного института (СПб, 2004. Т.158. С.236-238).