УДК 546.19.543.253

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

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Выполнен технический проект универсального многоканального электрохимического анализатора для экологического мониторинга. Анализатор способен реализовать одновременно ряд электрохимических аналитических методов. Предложена оригинальная схема универсальной измерительной системы.

The universal multichannel electrochemical analyzer for ecological monitoring was designed. The original scheme of universal measuring system was developed. The analyzer provides number of electrochemical techniques for electroanalytical experiments simultaneously.

Организация экоаналитического мониторинга, проводимая с целью сохранения жизни и здоровья человека, животных и растений, в настоящее время становится одним из приоритетных направлений развития науки, техники и технологии в РФ. Данное приоритетное направление охватывает область разработки инструментальных средств и методов автоматизированного экспрессного контроля объектов окружающей среды (вод, почв, воздуха и т.д.) на соответствие действующим нормам и стандартам по определенным показателям: концентрации токсичных металлов, органических токсинов, примесей.

Как правило, при исследовании объектов окружающей среды требуется оценка показателей качества одновременно по ряду параметров. При этом в экологическом мониторинге приоритетное место занимают электрохимические аналитические методы (потенциометрический, вольтамперометрический, кулонометрический, кондуктометрический), широко использующиеся в экологии, санитарии и на производстве. Такое положение объясняется некоторыми преимуществами этих методов по сравнению с конкурентными: высокой чувствительностью, селективностью, универсальностью, простотой обработки результатов анализа, экологической безопасностью используемых реагентов. Одновременно к этим методам предъявляются возрастающие требования: экспрессности, достоверности анализа, уровня автоматизации. В связи с этим возникают новые задачи в области контроля объектов окружающей среды и новые методы их решения, расширяется спектр контролируемых веществ, появляются новые типы электрохимических датчиков [2].

Цель проекта – разработка нового универсального автоматизированного многоканального электрохимического анализатора показателей качества объектов окружающей среды для экологического мониторинга, соответствующего современным требованиям, реализующего одновремено ряд электрохимических аналитических методов и способного заменить одновременно ряд специализированных электрохимических приборов.

Согласно поставленной задаче проводилась разработка и оптимизация комплекса взаимно совместимых инструментальных, программных и аналитических методов, в совокупности обеспечивающих решение задачи оперативного автоматизированного электрохимического определения показателей качества объектов окружающей среды [3]. На базе сформулированных требований

разработан технический проект универсального электрохимического анализатора.

Предлагаемая архитектура универсального анализатора включает в себя четыре независимых измерительных системы (ИС), объединенных конструктивно с общим модулем управления. Отличительной особенностью предлагаемого анализатора является предложенная концепция организации универсальной адаптивной измерительной системы, способной реализовать любой из вышеперечисленных методов электрохимического определения.

Каждая из ИС имеет в своем составе измерительный преобразователь тока, канал измерения потенциала, программно-управляемый источник тока/напряжения, устройство управления и синхронизации. Измерительная система имеет три входа.

1. Низкоимпедансный канал измерительного преобразователя тока с программно-управляемым диапазоном измерения. К измерительному преобразователю тока подключается индикаторный электрод в вольтамперометрии, кулонометрии, электрод сравнения в потенциометрии; он же является входом измерения тока в кондуктометрии.

2. Высокоимпедансный канал измерения потенциала служит для подключения индикаторного электрода при потенциометрии, ph-метрии, электрода сравнения в кулонометрии и вольтамперометрии.

3. Может быть подключен к выходу программно-управляемого источника тока/напряжения для реализации режимов с контролем тока или потенциала; служит для подключения противоэлектрода в вольтамперометрических, кулонометрических и кондуктометрическом режимах.

При оценке требуемого диапазона преобразования тока индикаторного электрода необходимо учесть, что при использовании кулонометрических методов этот ток может составлять сотни миллиампер; с другой стороны, для вольтамперометрических методов определения формулируется требование чувствительности порядка 10^{-10} А и ниже. Кроме того, с необходимой точностью должна быть обеспечена селекция составляющих индикаторного сигнала в импульсных режимах, так как точностные характеристики и ограничения процесса первичного преобразования существенно влияют на результат определения в целом.

Для решения проблемы нами был предложен оригинальный способ регистрации тока индикаторного электрода и устройство для его осуществления, являющиеся результатом реализованных ранее решений. Предложенный способ заключается в вычитании из индикаторного тока сигнала, сформированного посредством прецизионного программно-управляемого источника тока, с дальнейшей обработкой разностного сигнала. Этот способ обеспечивает одновременно преобразование в широком диапазоне токов, минимизацию ошибки измерения и необходимую точность регистрации как для больших, так и для малых значений индикаторного тока.

Четыре измерительные системы объединяются конструктивно в универсальный многоканальный анализатор с общей управляющей микроЭВМ. Управление системами организовано по принципу циклического программного обращения встроенной микроЭВМ к каждой из ИС. МикроЭВМ обеспечивает возможность раздельного и (или) совместного управления каждой из ИС с внешней управляющей ПЭВМ через интерфейс USB 2.0.

Программный комплекс управляющей ПЭВМ работает в среде Windows, содержит оболочку, позволяющую отображать полученные с прибора или введенные пользователем данные, проводить их комплексную обработку, сохранять результаты опыта в виде отчета, отдельного файла или записи в базе данных. Пользователь-экспериментатор может самостоятельно расширить функции системы, модифицируя обработку данных с помощью динамически подключаемых модулей в соответствии с заданным алгоритмом.

Анализатор может использоваться для определения одновременно ряда показателей объекта:

- катионного и анионного состава (содержание кальция, магния, аммония, хлоридов, сульфатов, нитратов);

• содержания загрязняющих веществ (цинка, меди, свинца, кадмия, мышьяка);

• электропроводности и pH для вод.

Полученные в ходе выполнения годового этапа проекта результаты готовы к практическому использованию при разработке комплекта рабочей конструкторской документации для подготовки анализатора к запуску в производство, изготовлению опытных образцов, проведению их испытаний для утверждения типа средств измерений. Предлагаемый анализатор за счет универсальных аналитических возможностей, высокой наукоемкости и относительно низкой стоимости должен найти широкое применение в контрольно-аналитических лабораториях систем Минприроды, Госстандарта и Госсанэпиднадзора. Кроме того, универсальный анализатор может использоваться в системе высшего образования РФ для подготовки специалистов [1] и как средство аналитического контроля для испытательных лабораторий и центров сертификации. Внедрение разрабатываемого анализатора в перечисленных областях позволит заменить одновременно ряд специализированных электрохимических приборов, повысить эффективность и качество экологического мониторинга, научного и учебного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа: Учеб. пособие / З.А.Темердашев, Т.Г.Цюпко, В.В.Перекотий, О.Б.Воронова. Краснодар, 2003.

2. *Будников Г.К.* Основы современного электрохимического анализа / Г.К.Будников, В.Н.Майстренко, М.Р.Вяселев. М.: Мир, 2003.

3. *Темердашев З.А*. Система оперативного электрохимического контроля качества и безопасности природных и пищевых сред / З.А.Темердашев, О.Е.Рувинский // Матер. Межд. форума «Аналитика и Аналитики». Воронеж, 2003. Т.1.