

## КУЛОНОМЕТРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Юшина Л.Д., Терехов В.И.

Институт высокотемпературной электрохимии Уральского  
отделения Российской Академии Наук,  
Екатеринбург, Россия

## THE COULOMB METERS USING SOLID ELECTROLYTES

Yushina L.D., Terekhov V.I.

Institute of High-Temperature Electrochemistry of Ural Division  
Russian Academy of Sciences ,  
Ekaterinburg , Russia

Основным базисным элементом разработанных нами твердотельных кулонометров являлась трех-электродная электрохимическая ячейка (ЭЯ). Она представляла собой структуру, содержащую несколько гетеропереходов, на которых при пропускании тока протекают процессы электрохимического превращения веществ и обмен носителей заряда. Схематически структура (ЭЯ) – датчика кулонометра может быть представлена следующим образом :

рабочий электрод / твердый электролит / электрод считывания  
(управляющий) ( ТЭЛ )  
( 1 ) / ( 2 )  
( 3 )-электрод  
сравнения

При прохождении тока роль информационного отклика ( сигнала считывания ) кулонометра выполняют изменения, происходящие на меж – фазной границе ТЭЛ с электродом считывания.

В процессе разработки кулонометра нами были изучены не только различные твердые электролиты ( $\text{AgJ}$ ,  $\text{AgBr}$ ,  $\text{RbAg}_4\text{J}_5$ ,  $\text{Ag}_6\text{J}_4\text{WO}_4$ ), но и разные типы электродных материалов. Как показали исследования тип используемого в кулонометре серебропроводящего ТЭЛ принципиального значения не имеет. Проводимость электролита определенным образом влияет лишь на диапазон рабочих температур и токов, в которых может функционировать данное устройство. Рабочий электрод (1) и неполяризуемый электрод сравнения (3) изготавливались из серебряной сетки.

В качестве материалов для электродов считывания (2) были изучены чистые халькогениды серебра и десятки композитов, обладающих СЭИП. Принципиальной особенностью этих материалов являлась их способность образовывать твердые растворы переменного состава за счет инъекции или экстракции металла.

Базисная электрохимическая ячейка – датчик работает следующим образом : при пропускании тока через систему кулонометра ( плюс подается на электрод -2, минус – на электрод -1 ), определенное количество сверх-стехиометрического серебра, содержащегося в СЭИП - материале электрода -2, растворяясь, переносится к электроду -1. В результате изменения концентрации серебра в электроде-2 за счет эк-

стракции, между электродами (2) и (3) возникает концентрационная ЭДС ( $E_{2,3}$ ), которая и является сигналом считывания кулонометра. Причем, поскольку электрод-2 из СЭИП (оптимального состава) ведёт себя полностью обратимо на границе с ТЭЛ в диапазоне потенциалов 0 – 0,150 В, появилась возможность многократного использования базисной ячейки кулонометра (датчика). Однако, для реализации этой возможности, необходимо менять полярность на электродах (1) и (2) при достижении  $E_{2,3}$  экстремальных значений. В связи с этим была проведена разработка электронного переключателя полярности (ЭЯ), что позволило создать твердоэлектролитный кулонометр для определения практически любых количеств пропущенного электричества; причем, в широком интервале значений входных токов (от  $10^{-9}$  до 1 А). Ошибка определений (Q, Кл) не превышала  $\pm 0,3\%$ .

Особо следует подчеркнуть, что твердоэлектролитные кулонометры имеют целый ряд неоспоримых преимуществ, которые выгодно отличают их не только от приборов подобного класса с жидкими электролитами, но и от кулонометров, работающих на других физических принципах. Им свойственна высокая точность и надёжность определений (Q, Кл); широкий диапазон интегрируемых токов; миниатюрность (малые габариты и низкие значения массы); широкий интервал рабочих температур. Устройства не боятся вибрации. Кроме того, кулонометры работающие на супериониках, обладают также аналоговой памятью. Такие устройства способны формировать сохранность полученной информации от сотых долей секунды до десятков часов (без дополнительного подвода энергии).

В соответствии с основными свойствами и характеристиками, которыми наделены твердоэлектролитные кулонометры, их использование в новейших отраслях электротехники и радиоэлектроники весьма разнообразно. Так, они нашли уже применение в структурах счетчиков машинного времени, таймеров и электрохимических реле времени. При использовании в радиотехнике, твердоэлектролитные кулонометры могут являться частью функционального модуля или блока радиоэлектронной аппаратуры.

В литературе имеются указания, что устройства этого класса могут быть использованы при определении толщины металлических покрытий, степени заполнения поверхности металлов адсорбированными газами и т.д.

Перечислять и указывать сегодня все возможные области применения твердоэлектролитных кулонометров в будущем не корректно, так как практика будет ставить все новые задачи, в решении которых роль устройств этого класса будет определяющей.