**Изотопные методы исследования в электрохимии твердого тела**

Ананьев Максим Васильевич

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, Екатеринбург

Кинетика процессов взаимодействия оксидов с компонентами газовой фазы (кислород, водород, вода, углеводороды и др.) в значительной степени определяет условия работы твердооксидных электрохимических устройств, которые с каждым годом все более широко входят в практику (твердо-оксидные и протонно-керамические топливные элементы, электролизеры, катализаторы дожигания топлива, кислородные и водородные мембраны, электрохимические сенсоры и др.).

Среди методов исследования кинетики процессов переноса на границе «газ – твердое тело» кроме электрохимических, требующих наличие электрода, существуют неэлектрохимические методы, среди которых выделяются методы с использованием стабильных изотопов. Применение методов изотопного обмена, которые широко используются в гетерогенном катализе, является весьма полезным при исследовании кинетики взаимодействия газовой фазы с электрохимическими материалами.

В лаборатории твердо-оксидных топливных элементов ИВТЭ УрО РАН более 45 лет разрабатываются методы и подходы с использованием стабильных изотопов для изучения ионного переноса в оксидных материалах с кислород-ионной и протонной проводимостью. Исследование кинетики взаимодействия оксидов с кислород- и водородсодержащими компонентами газовой фазы методом изотопного обмена позволяет получить важную информацию о характере связи кислорода (водорода) на поверхности оксида и механизме протекающих процессов, в том числе при наложении разности электрических потенциалов на исследуемую электрохимическую систему. Нами разработана теория для описания процессов изотопного перераспределения в двухатомных газах с учетом изотопных эффектов, а также для газов, состоящих из атомов двух разных сортов, например, метан, вода, аммиак, диоксид и моноксид углерода и др. В докладе будут рассмотрены примеры основных направлений работы коллектива лаборатории, работающего с изотопными методами исследования.

Проводимая работа с использованием изотопных методов с привлечением электрохимических измерений позволяет приблизиться к глубокому пониманию механизма процессов, происходящих в электрохимических устройствах, в том числе и в условиях длительных испытаний, определить лимитирующую стадию, что позволяет целенаправленно улучшать свойства функциональных материалов и производительность электрохимических устройств.

Литература:

1. M. V. Ananyev, E. S. Tropin, V. A. Eremin, A. S. Farlenkov, A. S. Smirnov, A. A. Kolchugin, N. M. Porotnikova, A. V. Khodimchuk, A. V. Berenov, E. Kh. Kurumchin. Oxygen isotope exchange in La2NiO4±δ // Physical Chemistry and Chemical Physics. 2016. V. 18. P. 9102-9111.

2. M.V. Ananyev, V.A. Eremin, D.S.Tsvetkov, N.M. Porotnikova, A.S. Farlenkov, A.Yu. Zuev, A.V. Fetisov, E.Kh. Kurumchin. Oxygen isotope exchange and diffusion in LnBaCo2O6−δ (Ln=Pr, Sm, Gd) with double perovskite structure // Solid State Ionics. 2017. V. 304. P. 96-106.

3. A.V. Khodimchuk, M.V. Ananyev, V.A. Eremin, E.S. Tropin, A.S. Farlenkov, N. M. Porotnikov, E.Kh. Kurumchin. Oxygen Isotope Exchange between the Gas-Phase and the Electrochemical Cell O2, Pt | YSZ | Pt, O2 under Conditions of Applied Potential Difference // Russian Journal of Electrochemistry. 2017. V. 53. N. 8. P. 838-845.