

## ПРИРОДА АКТИВНЫХ ЦЕНТРОВ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ КАТАЛИЗАТОРОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ O<sub>2</sub>

Е.С. Давыдова

*Лаборатория электрокатализа и топливных элементов ИФХЭ РАН,  
119071, Москва, Ленинский проспект, д.31, корп. 4;  
e-mail: [elena.s.davydova@yandex.ru](mailto:elena.s.davydova@yandex.ru)*

Высокодисперсные неметаллические катализаторы восстановления O<sub>2</sub> в растворах кислот представлены халькогенидами металлов и продуктами пиролиза N<sub>4</sub>-комплексов. В растворах щелочей круг неметаллических катодных катализаторов шире: оксиды металлов, углеродные материалы, продукты пиролиза N<sub>4</sub>-комплексов и др. В литературе имеется ряд предположений о природе (структуре) активного центра неметаллического катализатора восстановления O<sub>2</sub>: фрагмент порфириновой молекулы M-N<sub>x</sub>, химически связанный с углеродной подложкой [1]; атом N, встроенный в структуру углеродного материала [2]; структурные дефекты [3]; хинонные группы [4] и др. Целью работы является выяснение природы *активных центров* (ансамбля мест, где происходят адсорбция O<sub>2</sub> и перенос заряда) катализаторов восстановления O<sub>2</sub> в растворах кислот и щелочей. Для этого рассматривается электрохимическое восстановление O<sub>2</sub> на продуктах пиролиза N<sub>4</sub>-комплексов: порфиринов Co и Fe. Катализаторы были синтезированы пиролизом (850°C) порфиринов, "принудительно адсорбированных" в количестве от 5 до 30 мас. % на сажах (Vulcan XC72, Ketjenblack EC-300 и EC-600) и порошках ZrO<sub>2</sub> (<100 нм) и TiO<sub>2</sub> (<25 нм). Ряд носителей использован для того, чтобы выяснить влияние удельной поверхности носителя и вычленить поляризационную емкость и активность продуктов пиролиза. Количество порфирина варьировалось с целью определить влияние состава катализатора на скорость и селективность реакции восстановления O<sub>2</sub> в 1М KOH и 0.5М H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Также представляло интерес определить активность и селективность катализатора, полученного пиролизом порфирина без носителя. Некоторые результаты работы представлены в [5]. Результаты, полученные в работе, позволяют сделать предположение о том, что роль активных центров выполняет поверхность углеродного материала, модифицированного азотом, образующегося при каталитическом разложении порфирина в процессе пиролиза.

### Литература

1. Lefevre M., Dodelet J.-P., Bertrand P. Molecular oxygen reduction in PEM fuel cells: evidence for the simultaneous presence of two active sites in Fe-based catalysts // J. Phys. Chem. B. 2002. V.106 (34). P. 8705-8713.
2. Li X., Liu G., Popov B. Activity and stability of non-precious metal catalysts for oxygen reduction in acid and alkaline electrolytes // J. Power Sources. 2010. V.195. P. 6373-6378.
3. Kannari N., Ozaki J. Formation of non-planar carbon layers in naphthalene-pitch-derived carbon by addition of fullerene mixture and its influence on electrochemical oxygen reduction reaction // Tanso. 2011. № 248. P. 102-104.
4. Tarasevich M.R., Sadkowskii A., Yeager E. // In: Comprehensive treatise of electrochemistry. Vol. 7. Plenum Press. New York. 1983. P. 301-398.
5. Давыдова Е. С. Влияние толщины слоя неплатинового катализатора на селективность процесса электрохимического восстановления O<sub>2</sub> // Электрохимия. (В печати).