

# Нанокатализ.

R.S.Berry (Chicago), Б.М.Смирнов (Москва).

Термин нанокатализ [1, 2, 3] относится к процессу с участием кластеров в качестве катализатора. Наибольшее внимание привлекает специальный катализатор, в которых кластеры золота, содержащие примерно от 10 до 20 атомов, прикреплены к поверхности окислов металлов, являющихся полупроводниками. Число оптимальных окислов металлов для этой цели ограничено и включает в себя только соединения  $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ ,  $TiO_2$ ,  $CeO_2$ , которые могут быть использованы в форме микронных частиц, макроскопических твердых тел или пленок. Такой катализатор обеспечивает протекание ряда окислительных процессов при комнатной температуре, что невозможно достичь другими методами. Важнейшим из этих процессов является доокисление  $CO$  в атмосферном воздухе при комнатной температуре. Этот эффект был обнаружен японскими учеными в 1987 г. [4, 5], которые выделяли кластеры или частицы золота из раствора его соединения и показали, что рассматриваемый каталитический эффект только для частиц золота с размером менее 1 нм (радиус Вигнера-Зейтса для золота равен 0.17 нм), причем оптимальным размером кластера золота для этих процессов считается число атомов в кластере, равное 10 [6, 7, 8].

Кроме фильтров в автомобилях, которые уже могли бы оправдать повышенный интерес к рассматриваемому нанокатализатору, он используется как сенсор для  $CO$  [9], а также для контроля эмиссии  $CO$  из автомобильного мотора и для очистки воздуха [10]. Этот нанокатализатор может быть основой для батарей и топливных элементов на метане [11].

Рассматривая химическую реакцию молекулы  $CO$  и атома кислорода, находящихся на поверхности катализатора, мы используем богатую информацию [12], накопленную при экспериментальном исследовании этого процесса, а также опыт изучения фазовых переходов в металлических кластерах [13]. Представляя процесс с участием  $CO$  как конкуренцию химического процесса, энергия активации которого равна 0.5 эВ, и безактивационного процесса, вероятность которого ниже  $10^{-10}$ , мы находим, что последний процесс имеет характер туннельного электронного перехода. Исследованы различные виды туннельных переходов для рассматриваемого процесса.

## Список литературы

- [1] *Nanocatalysis*. Ed.A.Heiz, U.Landman (Springer, Heidelberg, 2007)
- [2] A.Z.Moshfegh. *Nanoparticle catalysis. J.Phys.* **42D**, 233001(2009)
- [3] A.J.Gellman, N.Shukla. *Nature Materials* **8**, 87(2009)
- [4] M.Haruta. *Catal.Today* **36**, 153(1987)
- [5] M.Haruta, T.Kobayashi, H.Sato, N.Yamada. *Chem.Lett.* **2**, 405(1987)
- [6] M.Haruta. *The Chemical Record* **3**, 75 (2003)
- [7] C.M.Chang, M.Y.Chou. *Phys.Rev.Lett.* **93**, 133401(2004).
- [8] A.A.Herzig, C.J.Kiely, A.F.Carley e.a. *Science* **321**, 1331(2008)
- [9] N.Funasaki, A.Henmi, S.Ito e.a. *Sensors and Actuators.* **13-14B**, 536(1993)
- [10] C.W.Corti, R.J.Holliday, D.V.Thompson. *Phys.Rev.Lett.* **95** 06102(2005)
- [11] P.C.Biswas, Y.Nodasaka, M.Enyo, M.Haruta. *J.Electroanal. Chem.* **381** 167(1995)
- [12] G.C.Bond, C.Louis, D.T.Thompson. *Catalysis by Gold*. (World Scientific, Singapore, 2006)
- [13] B.M.Smirnov, R.S.Berry. *Phase Transitions in Simple Atomic Systems*. (Springer, Heidelberg, 2007).