

Адсорбционные свойства нанесенных наночастиц металлов

*Гришин М.В., Баймухамбетова Д., Гатин А.К., Дохликова Н.В., Игнатьева П.К.,
Озерин С.А., Сарвадий С.Ю., Харитонов В.А.*
ФИЦ ХФ РАН, Москва

Все более широким становится использование наноструктурированных катализаторов в химической промышленности. Каталитические системы на основе наночастиц, как правило, значительно превосходят традиционные катализаторы как по активности, так и по селективности. Свойства катализаторов на основе наночастиц зависят от ряда параметров частиц: размера, формы, элементного состава, расстояния между ними, степени окисления, природы подложки (носителя) и др. Несмотря на многолетние исследования, влияние этих факторов все еще остается не выясненным до конца, что затрудняет создание более эффективных наноструктурированных катализаторов. Применение сканирующей туннельной микроскопии и спектроскопии в сочетании с методами Оже-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа, масс-спектроскопии, а также квантово-химического моделирования при исследовании наноструктурированных каталитических систем позволяет устанавливать физико-химические свойства как единичных частиц, так и покрытия в целом.

Первой стадией гетерогенной каталитической реакции является адсорбция газообразных реагентов на поверхности катализатора. Нами исследованы адсорбционные свойства модельных каталитических систем на основе единичных наночастиц металлов (золота, никеля, меди, платины, палладия), нанесенных на поверхность высокоориентированного пиролитического графита. При этом были определены геометрическая форма и размеры единичных наночастиц металлов, а также их элементный состав и морфология образованного частицами покрытия. Исследования показали, что подавляющее большинство наночастиц имеет форму близкую к сферической с латеральным диаметром 4-8 нм при высоте до 2 нм, хотя встречаются более крупные частицы, а также уплощенные частицы. При заполнении поверхности порядка 5-15% наночастицы образуют однослойные скопления вблизи границ террас ВОПГ и других дефектов поверхности подложки. Установлены адсорбционные свойства наночастиц по отношению к ряду тестовых газов – молекулярным водороду и кислороду, закиси азота, монооксиду углерода и другими. Наиболее примечательным свойством изученных наночастиц является неоднородность адсорбционных свойств их поверхности. Например, результаты адсорбции тестовых газов могут различаться для области, прилегающей к интерфейсу металл-подложка, наиболее удаленной от интерфейса области – «вершине». Результаты экспериментов и квантово-химического моделирования показали, что факторами, влияющими на обнаруженные особенности адсорбционных свойств наночастиц, оказались перенос заряда, а также изменение атомной структуры и электронного строения частиц, обусловленные взаимодействием с подложкой.