

Самоорганизация атомов галогенов и галогенидных структур на поверхности монокристаллов Ag, Au, Cu

Б.В.Андрюшечкин, В.В.Черкез, Е.В.Гладченко, Г.М.Жидомиров, К.Н.Ельцов

лаборатория поверхностных явлений ОЛФ ЦЕНИ ИОФРАН

В данном цикле работ представлены результаты исследований структурных превращений поверхности указанных металлов в широком диапазоне температур (5-300 К) и степеней покрытия (0.001 – 3 монослоя), проведенных в 2006-2010 годах с использованием низкотемпературной сверхвысоковакуумной сканирующей туннельной микроскопии/спектроскопии и расчетов на основе теории функционала плотности.

Задачи:

1. Изучение сложных атомных структур, формируемых при взаимодействии галогенов с поверхностью указанных металлов, которые ранее (1970-1980 годы) были исследованы методами электронной дифракции и до настоящего времени оставались нерасшифрованными.
2. Изучение поверхностных структур, формируемых галогенами при низких степенях покрытия ($\theta < 0.2$ монослоя), ранее недоступных экспериментальным методам исследования.

Результаты:

1. Обнаружена и изучена низкотемпературная самоорганизация атомов хлора на поверхности Ag(111), Au(111), Cu(111), Cu(110).
2. Впервые получены СТМ-изображения дефектов внедрения в решетку хлора (двумерных краудионов), формирующихся на начальном этапе сжатия соразмерной решетки Ag(111)- $(\sqrt{3} \times \sqrt{3})R30^\circ\text{-Cl}$, и экспериментально установлен факт их конденсации в линейные доменные стенки.
3. Обнаружены и описаны 4 новых вида реконструкций поверхности Cu(110), инициируемые адсорбцией хлора.
4. Впервые на атомном уровне исследована структура монослоя хлора на поверхности Ag(111), основными элементами которого являются нанопирамиды Ag_3Cl_7 и кластеры $(3 \times 3)\text{-Cl}$, и расшифрована их атомная структура.
5. Обнаружен и исследован эффект размерного квантования электронной плотности в двумерных квантовых ямах, образованных цепочками атомов хлора на поверхности Au(111).
6. Установлена атомная структура хлоридных элементов на поверхности Au(111), представляющих собой молекулы AuCl_2 и димеры Au_2Cl_4 , из которых формируется сверхструктура типа пчелиных сот.

Полученные в работе результаты имеют фундаментальное значение для понимания процессов, происходящих на поверхности металлов при адсорбции активных газов. В частности, дальнейшее изучение сверхструктур, формируемых хлором на субмонослойной стадии адсорбции, может привести к установлению механизмов дальнего действия между хемосорбированными атомами. Обнаруженные структурные превращения в процессах формирования галогенида металла (от отдельного атома до галогенидных сверхструктур) дают основание использовать системы галоген/металл в качестве модельных для развития теории двумерных фазовых переходов.

Результаты работы являются серьезным шагом в установлении механизмов промотирования реакции эпексидирования алкенов на серебряном и золотом катализаторах хлорсодержащими молекулами. В настоящее время как механизмы самих реакций эпексидирования, так и роль хлора остаются невыясненными.

Всего по теме опубликовано 12 статей в Surface Science, Письма ЖЭТФ, Труды ИОФАН, Physical Review B, Physics of Wave Phenomena.

Основные публикации:

1. Андрюшечкин Б.В., Гладченко Е.В., Дидье К., Ельцов К.Н., Жидомиров Г.М., Керрен Б., Черкез В.В. **Наноструктурирование поверхности Ag(111) при воздействии молекулярного хлора** // Структурные фазовые переходы в хемосорбированных слоях. М.: Наука, 2010. (Труды ИОФАН; т. 66) С.20-51.
2. Andryushechkin B.V., Cherkez V.V., Gladchenko E.V., Zhidomirov G.M., Kierren B., Fagot-Revurat Y., Malterre D., Eltsov K.N. **Structure of chlorine on Ag(111): Evidence of the (3x3) reconstruction** // PHYSICAL REVIEW B **81**, (2010) 205434 (5 стр.)
3. Андрюшечкин Б.В., Дидье К., Ельцов К.Н., Керрен Б., Черкез В.В. **Самоорганизация атомов хлора и хлоридных структур на поверхности Au(111)** // Структурные фазовые переходы в хемосорбированных слоях. М.: Наука, 2010. (Труды ИОФАН; т. 66) С.52-76.
4. Андрюшечкин Б.В., Гладченко Е.В., Рожкова А.С., Ельцов К.Н., Керрен Б., Черкез В.В. **Структурные превращения и реконструкция поверхности Cu(110) при адсорбции хлора** // Структурные фазовые переходы в хемосорбированных слоях. М.: Наука, 2010. (Труды ИОФАН; т. 66) С.97-132.
5. Andryushechkin B. V., Hladchanka Y. V., Zhidomirov G. M., Korlyukov A. A., Eltsov K. N. **Local structure of the Ag(100) surface reacting with molecular iodine: Experimental and theoretical study** // PHYSICAL REVIEW B **80** (2009) 125409 (10 стр.)