

УДК 539.211

О ЗАРЯЖЕНИИ ПОВЕРХНОСТИ ОКИСЛА НИКЕЛЯ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-СТИМУЛИРОВАННОЙ ДЕСОРБЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ МОЛЕКУЛ

Г. Г. Федоров, В. Ф. Васильев

(кафедра общей физики для химического факультета)

Из предложенного ранее механизма взаимодействия бомбардирующего электрона с адсорбированной молекулой окиси углерода [1] следует, что при электронном обмене возбужденная или диссоциирующая молекула оставляет на адсорбционном центре поверхности валентный электрон, что должно приводить к отрицательному зарядению поверхности окисла при электронно-стимулированной десорбции (ЭСД) нейтральных молекул. Кроме того, отрицательное зарядение поверхности возможно при ЭСД положительных ионов и при захвате бомбардирующих электронов ловушками окисла.

Для выяснения механизма зарядения поверхности окисла никеля при ЭСД представлялось интересным исследовать зарядение при следующих условиях:

- 1) в отсутствие ЭСД положительных ионов,
- 2) в отсутствие ЭСД нейтральных молекул,
- 3) после удаления адсорбированных молекул с поверхности окисла.

Как отмечалось ранее [1], адсорбированные молекулы удерживаются на поверхности окисла на протяжении нескольких суток при комнатной температуре в вакууме 10^{-9} Тор. В связи с этим можно было ожидать, что и локализованный на адсорбционных центрах заряд, возникший при ЭСД нейтральных молекул или при ЭСД положительных ионов, будет сохраняться на этих центрах длительное время. Относительно заряда, локализованного на ловушках окисла, известно [2], что этот заряд сохраняется в окисле при комнатной температуре на протяжении нескольких суток. Все это давало основание полагать, что сверхмедленные состояния поверхности окисла должны вносить измеримый вклад в зарядение поверхности.

О методике измерений. Применявшаяся методика измерения ЭСД нейтральных молекул была описана ранее [1]. Зарядение и разряжение поверхностных состояний измерялись известным [3] методом смещения вольт-амперных характеристик (ВАХ). Измерение ЭСД положительных ионов при ЭСД нейтральных молекул проводилось электрометром ВК-2-16. В центре двух никелевых полусфер, покрытых окисным слоем, находился точечный рениевый катод. Одна из полусфер являлась коллектором положительных ионов, в то время как ЭСД нейтральных молекул протекала с поверхности другой полусферы. В ряде опытов вместо полусфер использовались два кольца.

Результаты опытов и их обсуждение. На рис. 1 представлены ВАХ для исходной поверхности окисла никеля, измеренные при различных токах накала рениевого катода (при 220 мА — кривая 1 и 230 мА — кривая 2). Положение точки перегиба этих кривых показывает, что исходная окисная поверхность никеля не заряжена. [3]. Для измерения изменения потенциала поверхности при ЭСД нейтральных молекул был использован метод смещения ВАХ, в котором ВАХ снимались по-

очередно с двух идентичных анодов, отличавшихся только тем, что с поверхности одного анода была проведена ЭСД нейтральных молекул, а с поверхности другого, контрольного, анода ЭСД не проводилась.

Как видно из рис. 2, ЭСД нейтральных молекул (75% CO_2 и 25% CO), вызванная бомбардирующими электронами с энергией 13 эВ, приводит к отрицательному заряджению поверхности окисла никеля.

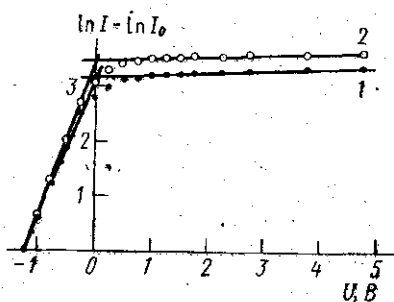


Рис. 1

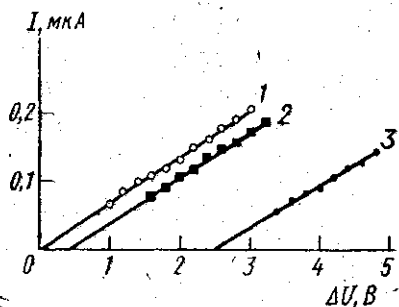


Рис. 2

До ЭСД с образца разность потенциалов между исследуемым и контрольным образцами равнялась нулю (кривая 1). После ЭСД поверхность окисла никеля зарядилась отрицательно, и разность потенциалов между исследуемым и контрольным образцами оказалась равной 2,5 В (кривая 3). Нами исследовалось стекание накопленного на поверхности отрицательного заряда. Измерения потенциала поверхности после ЭСД через различные промежутки времени показали, что разряжение поверхности происходит довольно медленно: разность потенциалов между исследуемым и контрольным образцами в вакууме 10^{-9} Тор при комнатной температуре при разрядке изменилась от 2,5 до 0,4 В за 7 суток (кривая 2).

На рис. 3 представлена зависимость вероятности W ЭСД нейтральных молекул (кривая 1, $W \sim 10^{-2}$) и зависимость вероятности ЭСД положительных ионов (кривая 2, $W \sim 10^{-7}$) с окисной поверхности никеля от энергии бомбардирующих электронов. Сопоставление этих кривых показывает, что максимум ЭСД нейтральных молекул в области 13 эВ появляется значительно раньше ЭСД ионов, начинающейся при пороговом значении 20 эВ. Приведенные на рис. 3 результаты позволяют сделать вывод,

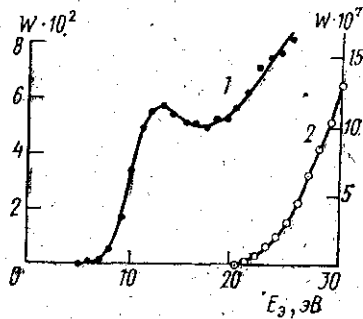


Рис. 3

что заряджение поверхности окисла никеля при ЭСД нейтральных молекул, вызванное бомбардирующими электронами с энергией 13 эВ, не связано с ЭСД положительных ионов, так как при этой энергии бомбардирующих электронов ЭСД положительных ионов не происходит.

Для того чтобы выяснить, участвуют ли при заряджении поверхности ловушки окисла, которые могут захватывать бомбардирующие электроны, нами было исследовано заряджение при облучении поверхности окисла никеля электронами с энергией 4 эВ. При этой энергии бомбардирующих электронов, естественно, не наблюдалось ни ЭСД нейтральных молекул, ни ЭСД положительных ионов. Не наблюдалось при этом облучении и заряджения поверхности окисла никеля, т. е. ло-

вушек для электронов на внешней поверхности окисла никеля нами не обнаружено. Следует подчеркнуть, что речь идет о ловушках, расположенных на внешней поверхности окисла, так как бомбардирующие электроны с энергией около 10 эВ не проникают в глубину окисного слоя, а взаимодействуют только с его поверхностной фазой. По-видимому, определяющим в зарядении поверхности является неупругое взаимодействие бомбардирующих электронов с адсорбированными молекулами. С нашей точки зрения бомбардирующий электрон переводит адсорбированную молекулу СО в возбужденное состояние и захватывается молекулой. Образовавшийся связанный отрицательный возбужденный ион СО при переходе в нейтральную молекулу оставляет затаенный на адсорбционный центр валентный электрон и, теряя связь с поверхностью, десорбируется в виде нейтральной молекулы, заряжая отрицательно поверхность окисла никеля.

Механизм ЭСД молекулы CO_2 связан, по-видимому, с окислением адсорбированных молекул СО при диссоциации адсорбированных молекул кислорода под действием бомбардирующих электронов. В частности, при диссоциации молекул кислорода может образовываться возбужденный и связанный с адсорбционным центром отрицательный ион атома кислорода, который, вступая в реакцию окисления, оставляет электрон, затаенный на адсорбционный центр поверхности, - тем самым заряжая поверхность отрицательно.

Авторы благодарны В. Ф. Киселеву за ценные замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Федоров Г. Г. Вестн. Моск. ун-та. Физ. Астрон., 1982, 23, № 1, с. 60.
[2] Киселев В. Ф., Крылов О. В. Электронные явления в адсорбции и катализе на полупроводниках и диэлектриках. М.: Наука, 1979, с. 50. [3] Царев Б. М. Контактная разность потенциалов и ее влияние на работу электровакуумных приборов. М.: ГИТТЛ, 1955, с. 131.

Поступила в редакцию
23.03.84

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1984, т. 25, № 6

УДК 534.21

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В КОЛЕБАТЕЛЬНО-НЕРАВНОВЕСНОМ ГАЗЕ

А. И. Осипов, А. В. Уваров

(кафедра молекулярной физики)

При изучении физических процессов в активных средах газодинамических или проточных газоразрядных лазеров приходится сталкиваться со звуковыми и ударными волнами, распространяющимися в колебательно-неравновесном газе. В неравновесном газе звук может усиливаться за счет превращения избыточной колебательной энергии в энергию звуковой волны. Целью настоящей работы является расчет скорости и поглощения звука в неравновесном газе, в котором средняя колебательная энергия молекул сильно отличается от своего равновесного значения.

В общем виде теория распространения звука в релаксирующих средах была создана Мандельштамом и Леонтовичем [1]. Задача о распространении звука в колебательно-неравновесном газе впервые решалась в [2]. Однако в [2] искусственно разрывались процессы релаксации, накачки и охлаждения системы. В [3] рассмотрено распро-