

УДК 537.534

СКОРОСТИ ВОЗБУЖДЕННЫХ АТОМОВ, РАСПЫЛЕННЫХ ПРИ ИОННОЙ БОМБАРДИРОВКЕ ЛИТИЯ И АЛЮМИНИЯ

Дробнич В. Г., Мастюгин В. А., Поп С. С.

Бомбардировка металлов ионами килоэлектронвольтных энергий сопровождается испусканием фотонов рассеянными и распыленными частицами, удаляющимися от поверхности в возбужденном состоянии. Это явление называется ионно-фотонной эмиссией (ИФЭ). Главным объектом выполненных к настоящему времени исследований ИФЭ были распыленные нейтральные возбужденные атомы, дающие, как правило, основной вклад в свечение и представляющие первоочередной интерес в связи с развитием метода ионно-фотонной спектроскопии для диагностики поверхности [1, 2]. Закономерности испускания этих частиц во многих случаях подобны соответствующим закономерностям эмиссии положительных однозарядных вторичных ионов [3, 4], поэтому можно предположить, что возбуждение и ионизация вторичных атомов обусловлены одним и тем же механизмом. По данным ряда экспериментальных работ по вторичной ионной и ионно-фотонной эмиссии [4–8], таким механизмом для большинства металлов является отрывной (в литературе по вторичной ионной эмиссии его называют электронно-обменным [6]), согласно которому вторичный атом формирует свои внешние электронные оболочки исключительно в процессе эволюции системы металл — удаляющаяся от поверхности частица.

Однако предположение о едином отрывном механизме возбуждения и ионизации вторичных атомов не является в настоящее время общепринятым. Многие авторы полагают, что атомы возбуждаются в кинетическом механизме, т. е. в процессе неупругих столкновений с другими частицами в металле (см., например, [9–12]). Эта точка зрения основывается на распространенном мнении о том, что, во-первых, вторичные возбужденные атомы обладают очень высокими характерными кинетическими энергиями $E_{\text{хар}} \sim 10^2 \div 10^3$ эВ (на 1–2 порядка превосходящими наиболее вероятную энергию образующихся в отрывном механизме положительных однозарядных вторичных ионов) и что, во-вторых, в спектре кинетических энергий возбужденных атомов имеется порог E^* , сравнимый по величине с порогом возбуждения в парных атомных столкновениях в газовой фазе.

Высокие значения $E_{\text{хар}}$ и пороги E^* в сотни и даже в тысячи электронвольт получены в ряде работ по ИФЭ (см., например, [13–15]). Измерения проводили при ионной бомбардировке образцов под различными углами к поверхности в том числе и вдоль нормали, когда выход быстрых атомов отдачи минимален. Отметим, однако, что все данные о $E_{\text{хар}}$ и E^* получены с помощью одного и того же метода (использовали его различные варианты [13–15]), который основывается на измерении пространственной протяженности ореола ионно-фотонной эмиссии. Авторы работы [16] подвергли сомнению достоверность этих результатов. Они обратили внимание на то, что найденные указанным методом величины E^* коррелируют с временем жизни τ соответствующих возбужденных уровней вторичных атомов:

$$E^* \sim \tau^{-2/3}. \quad (1)$$