

УДК 537.534

ЗАСЕЛЕННОСТЬ ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЙ РАСПЫЛЕННЫХ АТОМОВ ПРИ ИОННОЙ БОМБАРДИРОВКЕ БЕРИЛЛИЯ, АЛЮМИНИЯ И САПФИРА

*Поп С. С., Дробнич В. Г., Бандурин Ю. А.,
Евдокимов С. А.*

В последние годы интенсивно развивается оптический метод диагностики поверхности пучками ионов килоэлектронвольтных энергий [1, 2]. Он основан на явлении испускания фотонов возбужденными распыленными частицами (нейтральными и ионизированными атомами, молекулами и полиатомными комплексами). В настоящее время на многочисленных примерах изучена и показана возможность применения оптического метода для определения качественного элементного состава вещества, для послойного анализа, а также для проведения количественного анализа поверхности с использованием эталонных образцов [2]. Недавно предложена методика безэталонного анализа элементного состава вещества [3]. В ее основе лежит предположение о том, что возбужденные состояния вторичных атомов формируются в плазме (образующейся в процессе взаимодействия первичных ионов с поверхностью вещества) в условиях локального термодинамического равновесия. Это предположение подтверждает полученная в работах [2–6] простая зависимость относительных величин заселенности N возбужденных уровней эмитируемых атомов от энергии возбуждения E и статистического веса g уровней: $N \sim g \exp[-E/(kT)]$. Локальное термодинамическое равновесие позволяет использовать для расчета вероятности возбуждения атома в определенное состояние ($W=N/g$) распределения Больцмана

$$W=Z^{-1} \exp[-E/(kT)], \tag{1}$$

где Z — статистическая сумма, k — постоянная Больцмана, T — температура плазмы. Согласно данным работы [3], величина T может быть определена экспериментально из наклона графика зависимости $\ln W$ от E для любой компоненты исследуемого вещества. Проведенный с использованием соотношения (1) анализ целого ряда металлических сплавов дал удовлетворительные результаты [3–5]. Хотя соотношение (1) при соответствующем выборе T во многих случаях хорошо описывает относительную величину вероятности возбуждения [2–6], для Li, Ga и Tl наблюдали несколько более быстрый, чем экспоненциальный, спад W с ростом E [7–9]. Что же касается абсолютных величин вероятностей возбуждения, то применимость распределения Больцмана для их описания в настоящее время не изучена. Известно, однако, что увеличение W , которое наблюдается при переходе от случая бомбардировки чистой поверхности металла к поверхности, покрытой кислородом, или к случаю зондирования объемного окисла данного металла, не сопровождается соответствующим увеличением параметра T в зависимости $W(E)$ [2]. Это говорит о том, что если соотношение (1) и справедливо, то лишь для какого-то определенного состояния поверхности: оно не может одновременно описывать абсолютные величины W для чистых и кислородсодержащих поверхностей металлов. В связи с этим представляет научный и практический интерес более