

ИОНИЗАЦИЯ К - ФАЗЫ ВБЛИЗИ НАГРЕТОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ И УСЛОВИЕ ЕЁ ЗАРЯДОВОГО РАВНОВЕСИЯ С К-ФАЗОЙ

Л.А. Лялин, К.И. Семенов, Н.Х. Копыт

*Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова,
Одесса, Дворянская, 2.*

Одним из параметров, характеризующих частицу при взаимодействии с окружающей средой, является электрический заряд частицы, образующийся как в результате термоэмиссии с самой частицы, так и в результате термоэмиссии с окружающей её конденсированной дисперсной фазы (К-фазы).

В исследованиях [1, 2] предполагалось, что объёмная концентрация электронов в К-фазе находится в состоянии насыщенного электронного газа. Концентрация электронов в К-фазе в этом случае не зависит от концентрации частиц в К-фазе, а зависит только от температуры. В наших условиях такая ситуация возможна при характерном размере частиц К-фазы приблизительно $10^3 \text{ \AA}$. Результаты электронномикроскопического исследования К-фазы, связанной с получаемыми нами высокотемпературными металлическими частицами (ВМЧ), вызывают необходимость рассмотрения другого крайнего случая термоионизации нанодисперсной К-фазы [3]. В данной работе рассматривается К-фаза с характерными размерами частиц приблизительно $\sim 20 \text{ \AA}$. В этом случае концентрация электронов в К-фазе зависит от концентрации частиц К-фазы.

Зависимость концентрации частиц К-фазы n_k у поверхности ВМЧ от температуры ВМЧ T_1 представлена в работе [3]. Соотношение между концентрациями заряженных и нейтральных частиц в К-фазе определяется уравнением Саха

$$\frac{n_e n_i}{n_n} = 2 \left(\frac{2\pi m_e k T_2}{h^2} \right)^{3/2} \exp \left(- \frac{A_2}{k T_2} \right), \quad (1)$$

где n_e, n_i, n_n – соответственно концентрации электронов, положительно заряженных и нейтральных частиц КДФ, m_e – масса электрона, h – постоянная Планка, k – постоянная Больцмана, A_2 – работа выхода электрона с частицы К-фазы с учетом ее размера [3], T_2 – температура устойчивого состояния К - фазы.

С учётом того, что $n_e = n_i$ и $n_n = n_k - n_e$ найдена расчетная концентрация электронов в К - фазе.

Условие зарядового равновесия ВМЧ с окружающей её К-фазой в области отрицательного заряда ВМЧ получено с использованием модели граничной сферы [1, 2].

$$en_e \bar{v}_e \left[1 - \frac{el_1}{4\pi k T_2 \epsilon_0 r^2} \left(Q^{1/2} - \frac{re^{1/2}}{2l_1} \right)^2 \right] = 4AT_1^2 \exp \left(\frac{Q^{1/2} e^{3/2}}{4\pi k T_1 \epsilon_0 r} - \frac{A_1}{kT_1} \right) \quad (2)$$

В левой части (3) поток заряда электронов из К-фазы на ВМЧ, в правой части, соответственно, поток заряда с поверхности ВМЧ. Здесь e – заряд электрона, $\bar{v}_e = (8kT_2/\pi m_e)^{1/2}$ – скорость его теплового движения, r , Q , A_1 – соответственно радиус ВМЧ, её заряд и работа выхода электрона с поверхности ВМЧ, $l_1 = l_0(T_1/T_0)$ – ширина кинетической зоны у поверхности ВМЧ [1], l_0 – ширина кинетической зоны при температуре $T_0 = 300$ К, ϵ_0 – электрическая постоянная.

Получено также условие зарядового равновесия ВМЧ с окружающей её нанодисперсной К-фазой в области положительного заряда ВМЧ. Сравнение расчетных зависимостей заряда ВМЧ от ее температуры с соответствующими экспериментальными значениями показало их удовлетворительное соответствие.

Литература:

1. Lyalin L.A., Semenov K.I., Kalinchak V.V. and Kopit N.Kh. Thermoemission charging of metal particles surrounded with condensed disperse phase // *Ukrainian journal of physics*, 2005. – V. 50. – PP. 157 – 161.
2. Semenov K.I., Lyalin L.A., Kalinchak V.V., Kopyt N.Kh. Experimental research of thermoemission charging of metal particles // *Ukrainian journal of physics*, 2008. – №11. – PP. 1075 – 1079.
3. Лялин Л.А., Семенов К.И., Копыт Н.Х. Образование ионизированной конденсированной дисперсной фазы вокруг высокотемпературной металлической частицы // Сб. статей «Современные проблемы химической и радиационной физики» [Под ред. Ассовского И.Г., Берлина А.А., Манелиса Г.Б., Мержанова А.Г. – Москва, Черногловка: ОИХФ РАН, 2009. – С. 49 – 53.