

ВЛИЯНИЕ ДИФФУЗИОННО-ДРЕЙФОВОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ГРАНИЦЫ ОБРАЗОВАНИЯ К- ФАЗЫ У ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕТОЙ МАКРОЧАСТИЦЫ НА ЕЁ ЗАРЯД

Семенов К.И., Копыт Н.Х

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова, Одесса,
ул. Дворянская, 2, nik5165@rambler.ru*

Рассмотрено влияние диффузионно дрейфовой неустойчивости границы образования к-фазы вблизи нагретой металлической макрочастицы на эволюцию её термоэмиссионного заряда. Показано, что смещение наночастиц к-фазы за время релаксации заряда макрочастицы не приводит к существенной ошибке в его расчёте.

При горении металлизированных топлив, сварке, ионизационном противодействии радарному обнаружению летательных аппаратов и др. процессах присутствует такой объект, как нагретая до высоких температур частица металла. Задача оптимизации таких процессов, в частности, связана с дальнейшим изучением эволюции нагретых частиц.

В работах [1, 2] предложена модель термоэмиссионной зарядки в системе к-фаза – нагретая макрочастица металла. Важным параметром при электрообмене в такой системе является расстояние от границы образования к-фазы до поверхности макрочастицы ΔR_{kf} . Образующиеся наночастицы к-фазы смещаются в результате дрейфа в электрическом поле заряженной макрочастицы, в результате концентрационной диффузии и в результате термодиффузии. В одной из экспериментальных работ [3] приведены результаты исследований движения наночастиц к-фазы вблизи нагретой частицы магния и показано, что такое движение приводит к возникновению зоны накопления наночастиц и к разделению зоны горения и зоны накопления.

Также перемещение границы к-фазы может внести систематическую ошибку в расчёт равновесного электрического заряда нагретой макрочастицы [1], поэтому представляет интерес оценка смещения границы к-фазы за время релаксации электрического заряда макрочастицы.

При оценке расстояние Δz , на которое кластер удаляется за время релаксации заряда от границы образования к-фазы, учитывались концентрационная диффузия, термодиффузия и дрейф заряженных наночастиц в электрическом поле макрочастицы.

Оценка показала, что при температуре макрочастицы меди $1800 \text{ K} \leq T_1 \leq 2800 \text{ K}$ диффузионное смещение кластера Cu_2O от границы образования к-фазы превышает дрейфовое смещение. Эти величины порядка $10^{-9} \text{ м} - 10^{-6} \text{ м}$. Результирующее смещение кластера за время накопления макрочастицей меди $0,98 - 0,95$ равновесного заряда при температуре макрочастицы $2200 \text{ K} \leq T_1 \leq 2800 \text{ K}$ $\Delta z = 10^{-7} \text{ м} - 2,4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$. Эти смещения составляют $0,24\% - 3\%$ от величины ΔR_{kf} , что составляет $0,085\%$ величины радиуса макрочастицы меди. Таким образом, за время релаксации отрицательного заряда макрочастицы меди при $1800 \text{ K} \leq T_1 \leq 2800 \text{ K}$ результирующее смещение кластера Cu_2O от границы образования к-фазы составляет незначительную долю характерных размеров системы макрочастица – граница образования к-фазы и не может существенно повлиять на точность определения заряда макрочастицы, в [1]. При температуре макрочастицы меди $T_1 \leq 1600 \text{ K}$ дрейфовое смещение кластера превышает диффузионное смещение, так что результирующее смещение направлено к поверхности макрочастицы 1600 K $\Delta z \sim 30 \cdot 10^{-6} - 12 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ одного порядка с радиусом макрочастицы. Концентрация к-фазы у поверхности макрочастицы может быть больше ее значения, определяемого в [1]. Концентрации электронов у поверхности макрочастицы увеличивается в сравнении с её расчётным значением [1]. Таким образом, уравнение в [1], определяющее величину равновесного отрицательного заряда макрочастицы, может дать её заниженное значение.

Литература

1. O.S. Chernenko, K.I. Semenov, L.A. Lyalin, V.V. Kalinchak, O.V. Mandel Heat exchange and charging of metallic particles surrounded by condensed dispersed phase of its oxide// Ukrainian journal of physics. 2011. №11. P. 1265 - 1269.
2. L.A. Lyalin, K.I. Semenov, A.K. Semenov, V.V. Kalinchak and N.KH. Kopyt The temperature dependence of an equilibrium thermoemitting charge of a metallic particle surrounded with a nanodisperse condensed phase// Ukrainian journal of physics. 2011. №11. P.1295-1299.
3. Корнилов В.Н., Шошин Ю.Л., Альтман И.С., Семенов К.И. Экспериментальное исследование структуры зоны горения и радиационных теплотерь одиночных частиц магния реагирующих при естественной и вынужденной конвекции// Физика аэродисперсных систем. №39. 2002. С.109-121.