

УДК 538.9

DOI: 10.17223/00213411/63/9/97

А.В. ПЕРВИКОВ, А.С. ЛОЖКОМОВ, О.В. БАКИНА, М.И. ЛЕРНЕР

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ Ag–Cu, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ВЗРЫВОМ ДВУХ ПРОВОЛОК *

Исследованы закономерности формирования структурно-фазовых состояний биметаллических наночастиц Ag–Cu, формирующихся в условиях совместного электрического взрыва проволок меди и серебра. Показано, что в условиях синхронного и несинхронного электрического взрыва проволок формируются биметаллические наночастицы со среднечисленным размером 75–82 нм. Фазовый состав образцов представлен фазами на основе твердых растворов меди и серебра. Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что совместным электрическим взрывом проволок меди и серебра могут быть получены биметаллические наночастицы Ag–Cu с различным содержанием компонент, определяющим структурно-фазовое состояние наночастиц и их свойства.

Ключевые слова: бинарные системы, модель Миедемы, наночастицы, структурно-фазовое состояние, электрический взрыв.

Введение

Биметаллические наночастицы Ag–Cu обладают уникальным сочетанием различных каталитических, физико-химических, биологических свойств, что обуславливает широкий спектр областей их потенциального применения [1–5]. Биметаллические наночастицы могут быть получены различными способами [6, 7]. Одним из перспективных способов получения таких наночастиц является совместный электрический взрыв двух проволок различных металлов в атмосфере инертных газов [8–10].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований показывают, что формирование наночастиц металлов в условиях электрического взрыва проволок (ЭВП) происходит преимущественно в результате коагуляции кластеров, формирующихся на ранней стадии диспергирования проволок [11–14]. Эти данные позволяют предположить, что в условиях совместного электрического взрыва двух проволок различных металлов формирование биметаллических наночастиц реализуется в результате коагуляции кластеров различных металлов. Согласно [15], возможность спонтанного сплавления кластеров с образованием сплава при температуре порядка 300 К зависит от размеров кластеров и величины теплоты образования сплавов. Бинарная система Ag–Cu имеет положительную величину теплоты образования сплавов. Максимальный размер кластеров для бинарных систем с положительной величиной теплоты образования сплавов, обеспечивающий их спонтанное сплавление при 300 К, не должен превышать 5 нм [15].

Для получения биметаллических наночастиц с соотношением компонент, позволяющим получить наночастицы с необходимым структурно-фазовым состоянием и свойствами, используются проволоки различных диаметров. Поскольку две проволоки в условиях протекания импульса тока включены в электрическую цепь параллельно, то различия в величинах удельных электрических сопротивлений, теплоемкостей, плотностей металлов, а также в радиусах проволок способствуют нагреву проволок с разной скоростью. Нагрев двух проволок импульсом тока с разной скоростью приводит к последовательному (несинхронному) электрическому взрыву проволок. Несинхронный взрыв проволок способствует тому, что к моменту коагуляции кластеры различных металлов будут иметь отличающиеся размеры и температуру из-за разной длительности взаимодействия кластеров с буферным газом. Различие размеров и температур кластеров на стадии их коагуляции затрудняет сплавление, необходимое для формирования биметаллических наночастиц [16].

Данная работа посвящена установлению закономерностей формирования структурно-фазовых состояний биметаллических наночастиц Ag–Cu, образующихся в условиях совместного электрического взрыва проволок меди и серебра различных диаметров.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 17-79-20382).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>