

ОКИСЛЕНИЕ МЕДИ И СПЛАВА МЕДЬ-БЕРИЛЛИЙ ПРИ КОНДЕНСАЦИИ

А.И.Гранкин, К.К.Зилинг, Л.Д.Покровский, В.Ю. Пчелкин

Рассматривается взаимодействие меди и бериллиевой бронзы с остаточными газами в процессе конденсации, и электронографически определяется присутствие и распределение в конденсате продуктов взаимодействия.

Пленки меди получены испарением исходного материала чистотой 99,997% из молибденового тигля. Пленки бронзы приготовлены испарением из тиглей BeO материала $\text{Cu} + 2,2\% \text{Be}$ в вакуумной плавки. Конденсация производилась со скоростью $(0,2 - 0,3)$ мк/мин в вакууме $(3-5) \cdot 10^{-6}$ тор на нагретые до $(210 \pm 10)^\circ\text{C}$ стеклянные подложки, покрытые буферным слоем NaCl , LiF или BaCl_2 . Данные о составе остаточных газов в вакуумной камере для аналогичных условий приведены в работе [1]. Для исследования на просвет использовались пленки толщиной 300 Å, а на отражение — пленки толщиной (1-2) мк.

Расчет констант равновесия реакций меди с остаточными газами, в котором использовались данные работы [1], показал, что медь взаимодействует только с кислородом, и это взаимодействие происходит в основном на подложке во время конденсации. Явно завышенная оценка, предполагающая взаимодействие с конденсатом всех падающих на подложку молекул кислорода, дает содержание Cu_2O в конденсате не более 0,04 мольных процента.

Эксперимент показал, что на электронограммах пленок меди, снятых на просвет, кроме линий меди всегда присутствуют линии Cu_2O , но значительно меньшей интенсивности (табл. I, графа а). Аналогичная картина наблюдалась при исследовании лицевой стороны пленок на отражение (табл. I, графа б). Электронограммы на отражение с поверхности, граничащей с подложкой, состояли исключительно из линий Cu_2O независимо от материала подслоя (табл. I, графа в).

Таблица I

hkl Cu_2O	hkl Cu	а	б	в
011	III	слабая	—	слабая
III		очень сильная	слабая	сильная
002		—	сильная	—
022	002	сильная	—	средняя
II3	022	слабая	средняя	—
	II3	средняя	слабая	сильная
		—	сильная	—
		средняя	сильная	сильная

Приведенные данные показывают, что в объеме конденсата, по-видимому, содержится небольшое количество окисла, как это следует из приведенной выше оценки. За появление линий Cu_2O на электронограммах, снятых на просвет, ответственен, главным образом, слой закиси, прилежавший к подложке. Появление этого слоя связано, вероятно, с окислением пленки кислородом, адсорбированным на поверхности подложки. Подобная картина распределения Cu_2O получена и для пленок медь-бериллий.

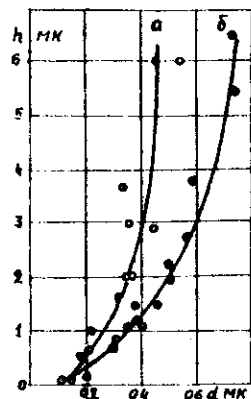
Произведена оценка возможности легирования конденсата бронзы продуктами взаимодействия бериллия с остаточными газами. На основании рассчитанных констант равновесия делается вывод о возможности взаимодействия его с O_2 , CO , CO_2 и парами воды с образованием BeO и Be_2C . Поскольку образующиеся в тигле соединения труднолетучи, основную роль должно играть взаимодействие с газами на поверхности конденсации. Максимальное содержание окисла по отношению к бериллию в предположении, что весь кислород реакционноспособных молекул, падающих на подложку, захватывается пленкой, оценивается как 4 мольных процента.

Поскольку на электронограммах конденсатов $\text{Cu} - \text{Be}$ продуктов взаимодействия бериллия с газами не обнаружено, пленки подвергались действию брома при комнатной температуре до полного превращения металлических составляющих в бромиды с последующим растворением в бромной воде или растворе персульфата аммония. С полученного на коллодиевой пленке-подложке остатка снимались

электронограммы, всегда содержавшие линии BeO, а в некоторых случаях и линии Be₂C (табл. II, графа а). Аномальное соотношение интенсивностей линий BeO указывает на наличие текстуры

Т а б л и ц а II

hkl BeO	hkl Be ₂ C	а	б
010	022	средняя	—
011		средняя	очень сильная
110		средняя	сильная
020		средняя	—
112		слабая	средняя
112		слабая	средняя
		—	слабая



осадка (ось С перпендикулярна подложке). Присутствие на электронограммах конденсатов Cu-Be линий γ -фазы и резкое усиление линий BeO осадков после прокалывания образцов при парциальном давлении кислорода 10^{-3} тор (табл. II, графа б) свидетельствует, что количество окисленного при конденсации бериллия незначительно.

Результаты работы показывают, что Cu₂O в конденсате распределен неравномерно. Наличие сплошной пленки закиси меди следует учитывать при рассмотрении контактных явлений в

ПЭР. Объем пленки окислен в меньшей степени, но имеющегося количества окисла достаточно для эффективного влияния на структуру и свойства конденсата, что иллюстрируется приведенной на рисунке зависимостью размеров кристаллитов меди d от толщины пленки h для различных парциальных давлений кислорода. Увеличение размеров кристаллитов для кривой α получено за счет геттерных свойств монооксида кремния при неизменном общем давлении [1]. Изменение размеров кристаллитов согласно [2] меняет вели-

чину предела текучести. Учитывая наличие текстуры осадка, можно предположить, что BeO находится в конденсате в виде мелко-дисперсных пластинок. Известно, что легирование меди дисперсными частицами окислов приводит к заметному увеличению механических свойств, особенно при повышенных температурах [3,4]. Выводы об эффективности этого влияния для рассмотренного конденсата могут быть сделаны только после дальнейших экспериментов.

Л и т е р а т у р а

1. КАПЛИН В.А., КОНЫШКИН В.В., ПОТАПОВ Б.С. Вычислительные системы. Вып.32, Изд-во "Наука" СО АН СССР, 1969.
2. ЗИЛИНГ К.К., ПОКРОВСКИЙ Л.Д., ПЧЕЛКИН В.В. ФММ, 1970, 29, 5, III2.
3. Price R.J., Kelly A. Acta Met., 1963, II, 915.
4. КЕЛЛИ А. Упрочнение металлов дисперсными частицами. - В сб.: Механические свойства новых материалов. Изд. МИР, М., 1966.