

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВКЛЮЧЕНИЙ ОКСИДНОЙ ФАЗЫ ПО РАЗМЕРАМ ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРЕБРА

Чубарова Н.Е.

Руководитель канд. техн. наук, доцент Зеер Г.М.

Сибирский федеральный университет

Основными материалами для электрических контактов для узлов коммутации электрического тока в низковольтной аппаратуре являются порошковые спеченные материалы на основе серебра, в состав которых могут входить чистые металлы, например, никель, кобальт, железо, вольфрам, и др., тугоплавкие соединения – карбиды вольфрама, молибдена, а также оксиды таких металлов, как кадмий, цинк, олово и др. [1, 2]. Электроконтактные материалы являются преимущественно композиционными, их структура состоит из матрицы, в которую внедрены дисперсные фазы, находящиеся в прочной адгезионной связи с основой, но не взаимодействующие с ней, не образующие твердых растворов или химических соединений.

Механические и эксплуатационные свойства композиционных электроконтактных материалов в значительной степени зависят от микроструктуры: размеров оксидной фазы и однородности ее распределения в металлической матрице. Исследования микроструктуры были проведены на образцах контактов на основе серебра с варьированием количества оксидной фазы: 2,5; 4; 8 вес. % nano порошка ZnO. Для определения однородности распределения и размеров оксидной фазы на растровом электронном микроскопе JEOL JSM 7001F (с применением метода композиционного контраста) было получено по 50 типичных электронно-микроскопических изображений для образца каждого состава (рис. 1).

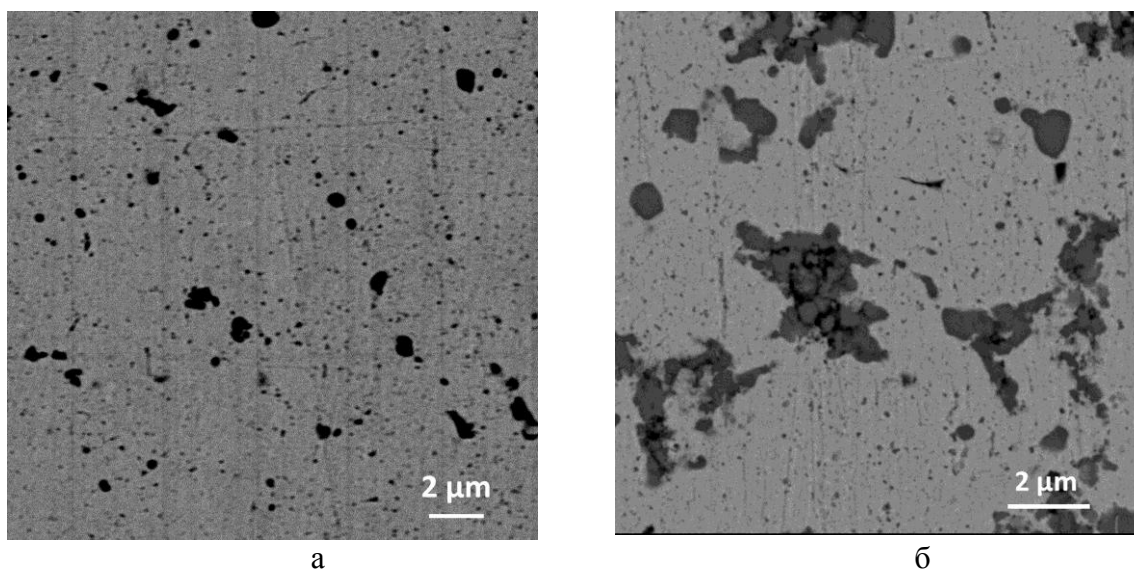


Рис. 1. Электронно-микроскопическое изображение образцов электроконтактов составов: а – Ag–2.5 % ZnO, x5000, б – Ag–8 % ZnO, x10000

Электронно-микроскопическими методами выявлено, что при увеличении количества нанопорошка оксида в составе электроконтактов снижается однородность распределения, появляются крупные агломераты из оксидной фазы, внутри которых образуются такие дефекты, как поры и трещины, свидетельствующие о процессах межзеренной усадки, прошедшей при спекании агломератов наночастиц (1, б).

Количество оксидных включений и их размеры рассчитывали по электронно-микроскопическим изображениям при помощи программы *AxioVision 4.6.3* и модуля для анализа изображений *Auto Measure* [3]. Размер оксидных включений оценивался по диаметру окружности эквивалентной площади, который рассчитывается как $D_{экв} = \sqrt{S/\pi}$, где S – площадь, занимаемая включением и измеряемая в $\mu\text{м}^2$. По полученным данным были построены графики распределения включений по размерам для образцов всех составов. На рис. 2 представлена зависимость $D_{экв}$ от количества оксидных включений для трех составов.

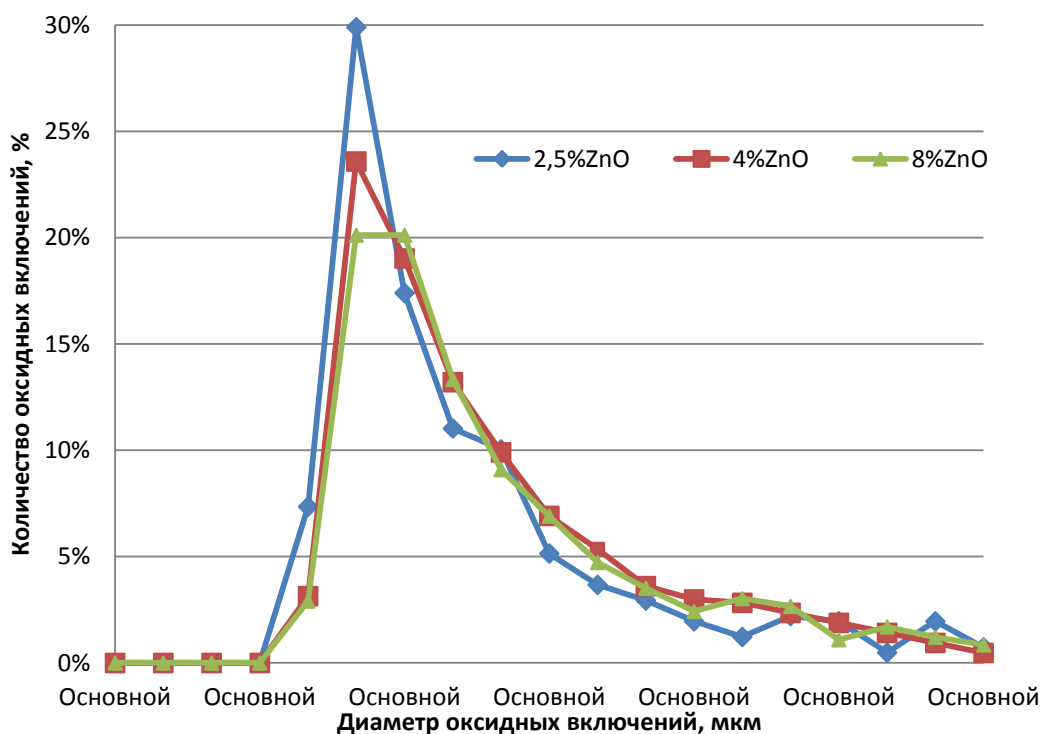


Рисунок 2. Распределение включений оксидной фазы по размерам для электроконтактов, содержащих ZnO, вес. %. 2.5; 4; 8

При увеличении содержания нанопорошка ZnO в составе шихты растет количество включений и их размер в образцах после спекания. Максимальное количество оксидных включений снижается при увеличении их среднего размера. В основном диаметры включений оксидной фазы попадают в интервал от 0.3 до 3 $\mu\text{м}$. В образцах электроконтактов с содержанием ZnO = 8 масс. % встречаются одиночные включения размером до 10 $\mu\text{м}$, что связано с неравномерностью смешивания шихты и образованием агломератов из нанопорошков и усадкой их в процессе спекания.

В образцах электроконтактных композиционных материалов с содержанием 2.5 % ZnO получено наиболее равномерное распределение оксидных включений и по размерам, а также по площади сечения электроконтакта, максимальный размер включений составляет около 2 $\mu\text{м}$.

Список использованных источников

1. Порошковая металлургия. Спеченные и композиционные материалы. Под ред. В. Шатта. М., Металлургия, 1983. - 520 с.
2. Спеченные материалы для электротехники и электроники: справ. изд. Под ред. Г.Г. Гнесина М.: Металлургия, 1981 г. - 338 с.
3. О.В. Егорова. Техническая микроскопия. М., Техносфера, 2007. – 360 с.