

УДК 621.762.52

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОДОВ ВАКУУМНЫХ ПРИБОРОВ

Кира Сергеевна Панина

*Магистр 1 года*

*кафедра «Материаловедение»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научные руководитель и консультант:*

*Ю.А. Курганова,*

*доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»,*

*Ю.В. Николюкин,*

*заместитель технического директора АО «НИИ газоразрядных приборов «ПЛАЗМА»*

Электровакуумные приборы применяются в современной технике для преобразования электромагнитных сигналов высокой частоты и большой мощности. Например, для коммутации тока в электрических цепях применяют тиратроны, вакуумные лампы, тиристоры, миниатюрные неуправляемые защитные разрядники [1-3]. Действие электровакуумных приборов основано на явлении электронной эмиссии с поверхности катодов. Катод – это электрод, основным назначением которого является испускание электронов [4]. Следовательно, срок эксплуатации приборов во многом зависит от срока службы катода. Таким образом, задача поиска путей повышения эмиссионных свойств и увеличения ресурса электродов сильноточной вакуумной и плазменной электроники является актуальной.

Согласно данным мониторинга использования катодов, наиболее широкое применение получили оксидные низкотемпературные катоды. Уровень эффективной экономичности составляет 3-5 Вт/см<sup>2</sup>, а эффективность использования - 100-200 ма/см<sup>2</sup> [5]. Материал катода состоит из тугоплавкой основы, связующего металла и эмиссионного компонента, представляющего оксиды элементов II группы, щелочноземельных металлов (в основном барий, кальций стронций) [1].

Одним из рациональных способов получения катодов являются методы порошковой металлургии [6]. Традиционная технология представляет собой совмещение в одном технологическом переходе и получение (синтез) эмиссионного материала из его полуфабриката, и, одновременно, спекание порошковых компонентов электрода в среде водорода [8]. Процесс спекания происходит с обильным газовыделением и приводит к значительной пористости, низкой плотности и малой механической прочности катода. Более того, из-за шероховатой поверхности различные участки катода обладают разной эмиссионной способностью. Поэтому возникает разность потенциалов между разными точками катодной поверхности и электрический разряд между ними [5]. При рабочих режимах сильных токовых потоков (до 100 кА) и в высоконапряженных электромагнитных полях (до 500 кВ) это приводит к вырыванию эмиссионного материала, располагающегося в образованных полостях при синтезе, слабо связанного с тугоплавкой матрицей.

Обозначенные недостатки существующей технологии приводят к снижению ресурса работы катода и приборов сильноточной вакуумной и плазменной электроники в целом.

Одним из решений задачи повышения эмиссионных свойств электродов является снижение пористости материала и увеличение центров эмиссии по объему катода [7]. В данной работе предлагается переход от спекания смеси исходных порошковых компонентов в водородной среде к спеканию их в вакууме при условии предварительной механоактивации смеси. Прогнозируется, что этот технологический подход приведет к более равномерно

распределенной структуре материала электрода, уменьшению пор и повышению плотности материала.

Для сравнительного исследования получены образцы по традиционному режиму спекания и усовершенствованному с предварительной механоактивацией порошков.

Исследование свойств [9] экспериментальных образцов и анализ структуры, показали эффективную результативность модернизации технологии, что позволит улучшить эксплуатационные характеристики электродного материала за счет повышения эмиссионной способности электродов и увеличения эксплуатационного ресурса приборов сильноточной вакуумной и плазменной электроники.

## Литература

1. *Ашкинази, Л.А.* Материалы электронных эмиттеров: учебное пособие / Л.А. Ашкинази. – Москва. – Московский государственный институт электроники и математики (Технический университет), 2007.
2. *Анисимов В. Д., Бельский Д. П., Киселев Ю. В., Яшкова В. М.* Неуправляемые газонаполненные разрядники и перспективы их развития // *Электроника: Межвуз. сб.* Рязань: РГРТА, 2001. С. 28-32.
3. *Тинина Е. В., Яшкова В. М.* Миниатюрный неуправляемый разрядник для емкостных накопителей энергии // *Электроника: Межвуз. сб.* Рязань: РГРТА, 2001. С. 43-46.
4. *Попов В. С., Николаев С. А.* Общая электротехника с основами электроники, М., «Энергия», 1972, - 504 с.
5. *Петров К.С.* Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника. СПб.: Питер, 2003.
6. *Коваленко В.Ф.* Теплофизические процессы и электровакуумные приборы // М.: Советское радио, 1975, с.215.
7. Эмиссионно-микроскопические и рентгеновские исследования поверхности металлопористого катода / Ю.В. Гурков, А.В. Дружинин, Т.А. Куприянова и др. // *Известия АН СССР. Сер. Физическая.* 1974. - Т. 38, №11.-С. 22-27.
8. ТУ 1190. Заготовки электродные.
9. ГОСТ 2409-2014 Измерение кажущейся плотности, общей, открытой и закрытой пористости методом гидростатического взвешивания.