

УДК 621.385.69**Анализ влияния свойств порошков палладия на характеристики эмиссионных структур**

Александр Геннадьевич Джумаев

*Студент 3 курса**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет**Научный руководитель: С.П. Бычков,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

В производстве электронных СВЧ-приборов используется большое количество химических элементов. Одним из них является палладий – мягкий, вязкий, ковкий переходный металл платиновой группы с кристаллической решеткой кубического типа. Высокие механические свойства, химическая активность, коррозионная стойкость и электропроводность данного металла позволяют применять его в электротехнической промышленности; в частности, с использованием палладия изготавливаются покрытия эмиссионных структур, таких как магнетроны.

Для изготовления покрытий безнакальных (с мгновенным запуском) магнетронов применяется порошок палладия. Существуют различные способы получения и производства такого порошка: так, одним из методов является использование технологии прокаливания хлорпалладозамина $\text{Pd}(\text{NH}_4)_4\text{Cl}_2$ в воздухе в тигле из платины при температуре не менее 900°C в течение как минимум одного часа. Результатом данного процесса является получение металлического палладия и хлорида аммония.

На предприятии «Плутон» (г. Москва) в настоящий момент порошок палладия применяется для изготовления прессованных катодов. Технологический процесс их производства позволяет более чем в 2 раза повысить коэффициент использования палладия (с 15-25% с «литыми» до 50-60% с прессованными катодами в зависимости от конструкции катодно-подогревательных узлов) (таблица 1)

Таблица 1. Показатели, достигнутые при производстве катодов различных типов

Тип катода	Выход годных приборов (%)	Длительность тренировки приборов (час)	Срок службы приборов (час)
Вольфрам-алюминатный катод	~ 20 - 30	Более 30	~ 200
«Литой» палладий-бариевый катод	45 - 50	16 - 24	Не менее 5 000
Прессованный палладий-бариевый катод	До 80 и более	4 - 5	Не менее 5 000

Свойства порошков палладия определялись по результатам структурного, химического, элементного и фазового анализа, проводимых на предприятии. С 2008 по 2017 годы в структуре получаемого «Плутоном» сырья были отмечены серьезные изменения; так, из трех партий порошка (поставок 2008-2010 гг, 2011-2015 гг и 2016-2017 гг соответственно) только первая позволяла изготовить катоды, обеспечивающие высокую стабильность свойств и долговечность эксплуатации; каждая частица порошка была компактной, также отсутствовали углеродные и кислородные соединения. Микрофотография данного порошка представлена на рисунке 1.

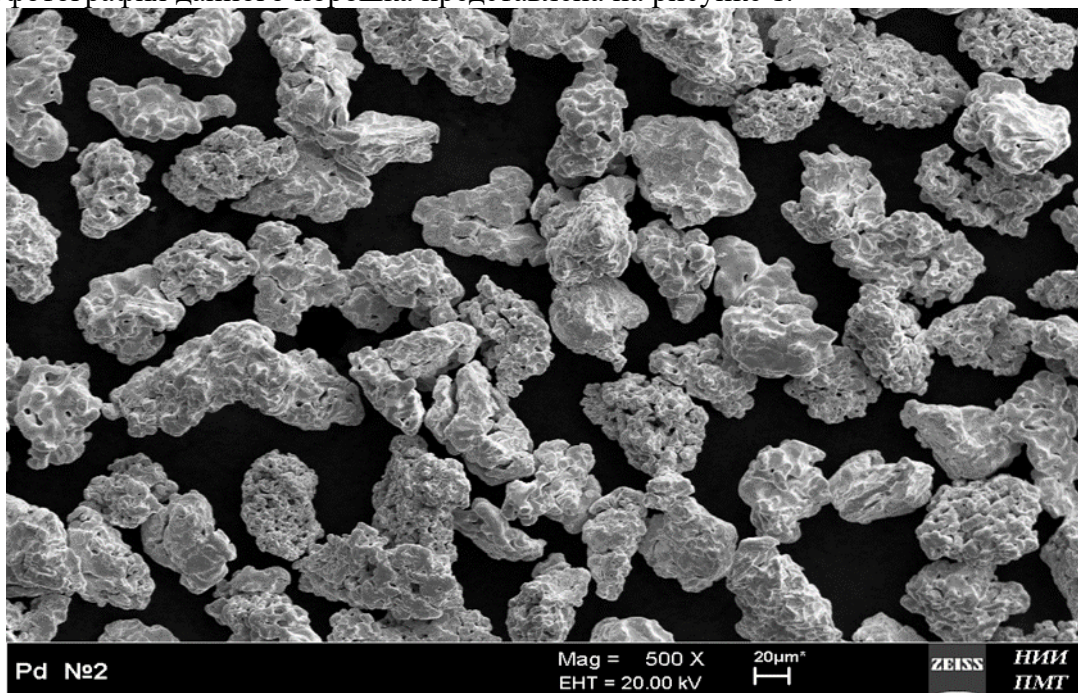


Рисунок 1. Микрофотография порошка палладия первой партии

Во второй партии отмечалась склонность частиц палладия к «разбуханию» - увеличению размеров, вследствие которого ухудшались эмиссионные свойства изготовленных катодов. После проведения термической обработке частицы становились более компактными, однако происходил разрыв их оболочки, в результате чего образовывались полости (рисунок 2).



Рисунок 2. Микрофотография исходного порошка палладия второй группы в вакууме после термической обработки

Многие изделия, изготовленные из порошка третьей партии, в свою очередь, отошли в брак по гидратации после проведения термической обработки из-за слабого контакта между сферическими частицами (рисунок 3).

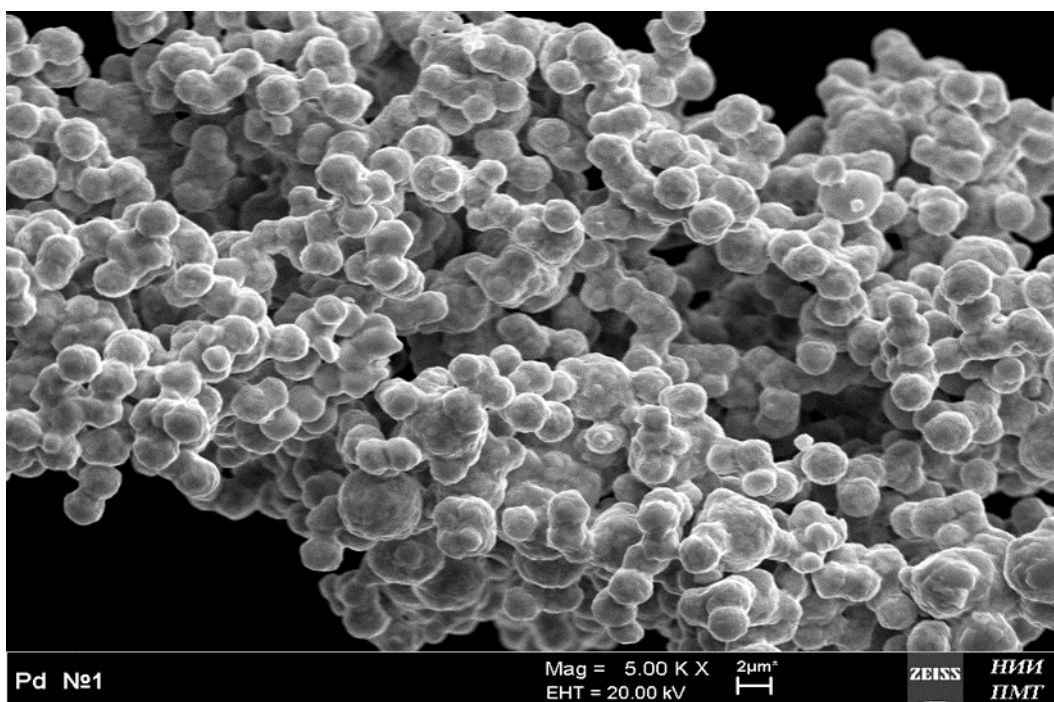


Рисунок 3. Микрофотография порошка третьей партии

Было установлено, что использование порошка третьей серии приводит к гидратации бария, входящего в состав прессованного катода. Использование подобных катодов в приборах обуславливает недопустимые уровни флуктуации электромагнитных колебаний и низкий уровень выходной мощности. При этом, как было установлено в процессе производства прессованных палладий-бариевых катодов и приборов на их основе, наилучшим качеством обладали порошки первой партии. В этот период выпускаемые приборы, при выходе годных не менее 80%, отличались высокой надёжностью и стабильностью эксплуатационных параметров.

Материалы, изложенные выше, позволяют сделать вывод о том, что порошки палладия, применяемы в производстве электронных приборов, существенно отличаются друг от друга по структуре и элементному составу, в зависимости от партии порошка и года отгрузки. Это обуславливает различия в характеристиках полученных приборов, которые могут отрицательно сказаться на их эксплуатационной надёжности и сроках службы.

Литература

1. *Ли И.П.* Наноструктуры в палладий-бариевых катодах СВЧ-приборов. – М.: Электроника, 2018 – 8 с.
2. *Гиришов В.Л., Котов С.А., Цеменко В.Н.* Современные технологии в порошковой металлургии // Издательство СПбПУ, 2010 – 384 с.
3. *Гинзбург С.И., Езерская Н.А., Прокофьева И.В. и др.* Аналитическая химия платиновых металлов. – М.:Наука, 1972 – 616 с.