

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Геннадия Анатольевича Жабина
**«Совершенствование эмиссионных и эксплуатационных свойств
молекулярно-напыленных оксидных катодов для циклотронных
защитных устройств»**, представленной к защите на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
2.2.1. «Вакуумная и плазменная электроника».

Молекулярно-напыленные оксидные катоды (МНОК), являясь одним из типов оксидных катодов, в настоящее время активно применяются в циклотронных защитных устройствах (ЦЗУ) СВЧ приемников в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн. Значительным преимуществом такого типа катодов является возможность получения высокой плотности тока при рабочей температуре не выше 650°C. Процессы, происходящие в тонком покрытии катода толщиной 0,8-1 мкм, до сих пор остаются не до конца изученными, а, с другой стороны, улучшение свойств катодов влечет за собой повышение параметров приемника в целом.

Диссертационная работа Г.А. Жабина направлена на совершенствование технологии и характеристик МНОК, а также на создание новых конструкций катодов для современных ЦЗУ, поэтому она является **актуальной**.

Полученные в работе результаты, по нашему мнению, являются достоверными, так как они основаны на проверенных экспериментальных методиках, современной инструментальной базе исследования состава и поверхности эмиссионного материала и сравнивались с данными, полученными другими исследователями. Поэтому их надежность не вызывает сомнений. Основные результаты диссертации опубликованы в 11

статьях из списка ВАК, в 3 статьях из международной базы данных Scopus, патенте на изобретение, обсуждались на международных и российских конференциях.

В диссертации получены новые результаты, выносимые на защиту:

1. Применение повторного высокотемпературного отжига позволило улучшить эмиссионные характеристики МНОК (понижить работу выхода) и увеличить в 1,5-2 раза срок службы катодов.
2. Использование оптимальных режимов нанесения эмиссионного покрытия толщиной 0,8-1 мкм повысило долговечность МНОК до 10 тысяч часов при плотности тока эмиссии 2–3 А/см² в непрерывном режиме.
3. Воздействие СВЧ-излучения мощностью до 10 Вт на входной резонатор ЦЗУ приводит к электронной бомбардировке и очистке внутренней поверхности резонатора, уменьшению адсорбции остаточных газов поверхностью катода и понижению флуктуаций тока МНОК во время эксплуатации ЦЗУ с 4–10% до 1–3%,
4. Изготовление катодов из фольги вольфрам-рений с применением лазерной резки повысило их механическую жесткость и вибрационную устойчивость и снизило на 25-30 дБ уровень паразитных сигналов в ЦЗУ.

Практическая значимость работы заключается в разработке новых технических решений, улучшающих эмиссионные и эксплуатационные характеристики МНОК, которые широко используются в ЦЗУ:

1. Рабочая температура разработанных МНОК уменьшена на 40–80°C, что привело к увеличению долговечности и ресурса работы катодов в ЦЗУ в 1,5–2 раза.
2. Найдены и оптимизированы режимы нанесения, обеспечившие повышение повторяемости эмиссионных свойств МНОК в ЦЗУ.

3. Разработана промышленная технология изготовления катодов с нанесением эмиссионного покрытия МНОК толщиной 0,8–1 мкм в едином вакуумном цикле напыления, обеспечившая долговечность работы катодов в ЦЗУ до 10000 часов при плотности тока 2–3 А/см² в непрерывном режиме.

4. Полученное в макетах ЦЗУ значение плотности тока катода более 10 А/см² в непрерывном режиме при долговечности более 1400 часов потенциально позволяет применять МНОК в других электровакуумных приборах.

Приведенные результаты демонстрируют новизну и практическую значимость выполненной соискателем Жабиным Г.А. исследовательской работы. Научные положения и основные выводы, сформулированные в диссертации, систематизированы и научно обоснованы.

По диссертационной работе Жабина Г.А. можно сделать следующие замечания:

На стр.17 автореферата на рисунке 17 недостаточно хорошо читаются надписи, характеризующие масштаб увеличения и разрешение микроскопа.

Отмеченный недостаток не затрагивает основных выводов диссертации и защищаемых научных положений.

Диссертация Г.А. Жабина является законченной научно-исследовательской работой. В ней продемонстрирована высокая квалификация и научно-технический уровень автора. Работа позволила улучшить технологию изготовления катодов и их эмиссионные и эксплуатационные характеристики в ЦЗУ.

Полагаю, что диссертационная работа полностью отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК к диссертационным работам на соискание ученой

степени кандидата технических наук, а ее автор Геннадий Анатольевич Жабин обладает высокой научной квалификацией и достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. «Вакуумная и плазменная электроника».

Главный научный сотрудник отдела
Физики плазмы ИОФ РАН
доктор физико-математических наук
профессор
Тел.: +7 (499) 503-87-77 доб. 2-16
E-mail: strelkov@fpl.gpi.ru

 П.С. Стрелков
10.03.2022.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук» (ИОФ РАН)
Адрес: 119991 ГСП-1, г. Москва, ул. Вавилова, д. 38
Телефон: +7 (499) 503-8734
E-mail: office@gpi.ru

Подпись Павла Сергеевича Стрелкова удостоверяю:
Заместитель директора по научной работе,
ВРИО ученого секретаря
д.ф.-м.н., доцент




10.03.2022

В.В. Глушков