

## Отзыв

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

В настоящее время вызывает большой интерес разработка электровакуумных приборов сверхвысоких частот различных частотных диапазонов. Такие приборы могут использоваться для военных и гражданских систем связи, радиолокации, радионавигации.

При этом в последнее время большое внимание уделяется разработке циклотронных защитных устройств (ЦЗУ), которые относятся к устройствам защиты СВЧ радиоприемников радиолокационных станций от воздействия колебаний большой мощности в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн. Такие приборы обладают рядом преимуществ среди других защитных устройств, такие как сверхмалое время восстановления, большая допустимая входная мощность, широкая полоса рабочих частот в режиме пропускания. При конструировании ЦЗУ к ним также предъявляются строгие требования, связанные с уменьшением массогабаритных параметров, увеличению надежности и срока службы.

При создании подобных приборов большое внимание уделяется катодно-подогревательным узлам. Традиционно в ЦЗУ используются катодно-подогревательные узлы с молекулярно-напыленным оксидным катодом (МНОК). Такие устройства обеспечивают требуемую плотность тока в непрерывном режиме и высокую долговечность (более 10000 часов).

Несмотря на достаточно большое число работ, посвященных исследованию МНОК и промышленный выпуск ЦЗУ на АО "НПП "Исток" им. Шокина" имеются ряд нерешенных проблем при создании подобных приборов. Это связано с продвижением в миллиметровый диапазон, при котором требуется миниатюризация катодного узла при одновременном увеличении долговечности и плотности тока. Также одной из нерешенных проблем является применение в ЦЗУ МНОК тонких эмиссионных покрытий, применяемых для улучшения эмиссии. Необходима разработка новых технологий, улучшающих эмиссионные и эксплуатационные параметры катодов.

Таким образом, исследование путей совершенствования МНОК с повышенным токоотбором при низкой температуре, увеличенной долговечностью при малой толщине эмиссионного покрытия является актуальной и практически значимой задачей, а работа Жабина Г.А., посвященная совершенствованию эмиссионных и эксплуатационных свойств МНОК для ЦЗУ важна и актуальна для современной СВЧ электроники.



В процессе работы автор получил ряд **новых** научных результатов, из которых наибольший интерес представляют следующие:

- исследован механизм воздействия высокого уровня СВЧ- мощности на входе ЦЗУ на стабилизацию тока эмиссии МНОК. При этом показано, что при воздействии на входном резонаторе ЦЗУ происходит очистка электронным пучком поверхности резонатора от сорбированных атомов, что приводит к уменьшению флуктуаций тока МНОК;

- введение в технологию изготовления МНОК повторного отжига в водороде керна с пленкой иридия при температуре 1050 °С позволило снизить рабочую температуру МНОК и повысило его долговечность;

- были разработаны и исследованы новые конструкции МНОК, изготовленные с помощью лазерной микрообработки, которые имеют повышенную жесткость и виброустойчивость, что привело к понижению уровня паразитных частот выходного сигнала ЦЗУ на 25-30 дБ.

**Достоверность** полученных результатов и вынесенных на защиту научных положений подтверждена:

- согласованностью полученных теоретических и экспериментальных результатов;

- использованием комплекса современных физических и химических методов исследования материалов;

- использованием поверенного измерительного оборудования;

- согласованностью полученных результатов с известными в отечественной и зарубежной печати данными.

Значение работы Жабина Г.А. для **практики** состоит в том, что разработаны новые технические решения, улучшающие эмиссионные и эксплуатационные характеристики МНОК, а именно:

- уменьшена рабочая температура разработанных МНОК на 40-80 °С, что привело к существенному увеличению долговечности катодов;

- найдены режимы осаждения, обеспечившие повышение повторяемости эмиссионных свойств МНОК;

- разработана промышленная технология изготовления катодов с нанесением эмиссионного покрытия МНОК толщиной 0.8- 1 мкм в едином вакуумном цикле напыления, что привело к обеспечению требуемой долговечности катодов при высокой плотности тока;

- результаты исследований и разработки новых конструкций МНОК из вольфрамрениевой фольги внедрены в производство в АО "НПП "Исток" им. Шокина";

- результаты исследований использовались при выполнении ряда опытно- конструкторских работ.

В целом диссертационная работа является **завершенным научным исследованием**, содержащим новые научные результаты, имеющие существенное значение для разработки молекулярно-напыленных оксидных катодов циклотронных защитных устройств.



Автореферат достаточно полно отражает опубликованные работы автора. Судя по содержанию автореферата, диссертационная работа Жабина Геннадия Анатольевича полностью удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ». Автор работы заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 – Вакуумная и плазменная электроника.

д.т.н., доцент, заведующий  
кафедрой «Электронные приборы  
и устройства» Федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный  
технический университет имени  
Гагарина Ю.А.», 410054, г.  
Саратов, ул. Политехническая, 77,  
+7-8452-99-88-29, alexm@sstu.ru

А.Ю. Мирошниченко

02.03.2022

Подпись Алексея Юрьевича Мирошниченко заверяю

