

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор АО «НПП «Торий»

Д.С. Трофимов

_____ 2022 г.



Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу

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

Циклотронные защитные устройства (ЦЗУ), обладающие рекордно малым временем срабатывания ~ 1 нс и сверхмалым временем восстановления после перегрузки, действие которых основано на поперечно-волновом циклотронно-резонансном взаимодействии, нашли широкое применение во входных трактах современных радиолокационных станций.

Их дальнейшее совершенствование связано с увеличением их надежности, долговечности и уменьшения уровня комбинационных составляющих. Одним из важнейших узлов ЦЗУ является катодно-подогревательный узел с молекулярно-напыленным оксидным катодом (МНОК).

Рассматриваемая работа посвящена разработке:

- новых технологических приемов изготовления МНОК, влияющих на фазовый состав и структуру оксидного покрытия,
- новых конструкций МНОК, повышающих механическую прочность изделий и повышающих плотность тока эмиссии,
- новой промышленной технологии изготовления МНОК, улучшающей эмиссионные свойства серийно выпускаемых МНОК.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Имеется также Акт внедрения результатов работы на предприятии АО «НПП «Исток» им. Шокина» от 02 сентября 2021 г.

Основные результаты диссертации опубликованы в 21-й работе: в 11 статьях в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК, в том числе, в 3 статьях в журналах, входящих в реферативные базы Web of Science и Scopus, в материалах 9 международных и российских конференций по вакуумной СВЧ-электронике и 1 патенте РФ № 2747505 от 06.05.2021 г.

Во введении обоснована актуальность работы, определены основные цели и задачи, изложены результаты работы, а также сформулированы научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ публикаций различных авторов, посвященных механизму эмиссии в оксидных катодах, и, в частности в молекулярно-напыляемых пленочных оксидных катодах. Кратко описан принцип действия ЦЗУ, его преимущества перед другими защитными устройствами. Подчеркнуты недостатки применяемых в ЦЗУ МНОК, а именно требуемые высокие значения вакуума, нестойкость к электронной бомбардировке, низкая долговечность и сформулированы основные задачи диссертационной работы.

Во второй главе представлены результаты исследования фазового и морфологического состава эмиссионной поверхности МНОК. Приведены факторы, влияющие на эмиссию МНОК после высокотемпературного отжига керна катода в атмосфере водорода, показана возможность увеличения плотности тока термоэмиссии и исследовано его влияние на морфологию рабочей поверхности МНОК. Представлены также результаты испытаний катодов, полученных методом ионно-плазменного напыления в атмосфере аргона и углекислого газа, на долговечность.

В третьей главе исследовано влияние режимов осаждения эмиссионных покрытий и действия СВЧ излучения на свойства МНОК. Показано, в частности, влияние давления газа на морфологию эмиссионного покрытия. Исследовано также влияние длительности СВЧ мощности на эмиссионные свойства катодов в ЦЗУ. Показано, что после воздействия СВЧ полей происходит сдвиг максимума электронной эмиссии в низкотемпературную область и повышается стабильность электронной эмиссии.

В четвертой главе описана технология изготовления конструкций МНОК с подогревателем в виде меандра из фольги и проволоки с помощью наносекундного лазера на парах меди и фемтосекундного волоконного лазера. В частности, показано, что изготовление МНОК в виде цельной конструкции из фольги с помощью фемтосекундного лазера значительно улучшает качество поверхности катода, увеличивает его механическую прочность и уменьшает вибрационные гармонические составляющие в выходном сигнале на 25–30 дБ.

В разделе “Основные результаты и выводы” приведены основные результаты, полученные в рамках диссертационной работы, и сформулированы выводы.

Актуальность представленной работы не вызывает сомнений, это следует из самой постановки целей исследования и важности решения поставленных технологических задач.

Среди наиболее важных результатов работы следует отметить технологически отработанные новые надежные конструкции МНОК с увеличенной плотностью тока эмиссии и долговечностью, а также их внедрение в серийные изделия.

К представленной работе имеются некоторые замечания.

1. Из текста неясно, как меняется распределение температур вдоль поверхности МНОК в предложенных конструкциях.
2. В диссертации отсутствует информация по распределению плотности тока эмиссии по поверхности как проволочных, так и ленточных МНОК.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической значимости результатов диссертации Жабина Г. А., которая представляет собой завершённую научно-исследовательскую и технологическую работу. Результаты, полученные соискателем, внедрены на предприятии АО «НПП «Исток» им. Шокина» в серийное производство и имеют существенное значение для более глубокого понимания основ эмиссионной активности молекулярно-напыленных оксидных катодов в частности, и оксидных катодов в целом и являются существенным вкладом в развитие технологии изготовления оксидных катодов. Содержащиеся в диссертационной работе выводы научно и экспериментально обоснованы.

Текст диссертации и ее автореферат полностью отражает содержание работы, а соискатель, Жабин Г. А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 – Вакуумная и плазменная электроника.

Материалы диссертационной работы были представлены Жабиным Г. А. и обсуждались на НТС АО «НПП «Торий» 03 февраля 2022 г.

Зам. директора по научной работе,

к.т.н.

Парамонов Ю. Н.

Подпись заверено

**ГЛАВНЫЙ СПЕЦИАЛИСТ
ВГ БАРГУЕВА**

