

### Отзыв на автореферат диссертации

Вашина Сергея Александровича «Повышение электрической прочности межэлектродных промежутков многолучевых клистронов»,  
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности

#### 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Повышение электрической прочности электровакуумных приборов сверхвысоких частот (ЭВП СВЧ), используемых в современных радиолокационных станциях, является безусловно актуальной задачей. В диссертационной работе С.А. Вашин провел большой комплекс исследований, направленных на совершенствование технологий изготовления многолучевых клистронов (МЛК), в том числе на разработку методик высоковольтной тренировки этих приборов, а также на создание новых технологий устранения свободных частиц в вакуумном объеме приборов за счет нанесения надежных покрытий поглотителей СВЧ-энергии, полученных детонационным методом. На основе вышесказанного, считаю, что актуальность представленной работы С.А. Вашиним сомнений не вызывает.

В представленной работе использовано современное экспериментальное оборудование, которое позволило провести достоверные исследования, получить новые научные и практические результаты.

Новые научные результаты, полученные автором в ходе выполнения диссертационной работы:

- повышение давления остаточных газов в отпаянных МЛК от  $2,1 \cdot 10^{-4}$  до  $1,6 \cdot 10^{-3}$  Па увеличивает частоту пробоев в межэлектродных промежутках, что обеспечивает ускорение процесса высоковольтной тренировки приборов, а также снижение токов автоэлектронной эмиссии;
- усовершенствованная методика проведения одновременной высоковольтной тренировки двух зазоров («сетка-катод» и «сетка-анод»), реализуемая при повышенном напряжении на аноде МЛК позволяет получать пробои на другом промежутке (промежуток «сетка-катод»), снижая токи автоэлектронной эмиссии на межэлектродном промежутке «сетка-катод»;
- показано, что при разогреве проводящей пленки изолятора собственным током и поддержании температуры изолятора не выше  $170^\circ\text{C}$  обеспечивается его сохранность, а также снижение токов утечки тренируемого межэлектродного промежутка;
- установлено, что инициирование пробоев при разогреве изоляторов МЛК среднего и высокого уровня мощности током автоэлектронной эмиссии до

170°C в процессе высоковольтной тренировки позволяет снизить значительные (от 1 до 10 мА) токи автоэлектронной эмиссии межэлектродного промежутка сетка-анод;

- подтверждено, что применение новой технологии детонационного напыления позволяет получать поглощающее покрытие СВЧ-энергии из рутила ( $\text{TiO}_2$ ) с одновременным достижением прочности сцепления с подложкой ~ 40 МПа.

Практическая значимость работы также подтверждается получением 4-х патентов, соответствующих теме диссертации, а также актами внедрения.

Достоверность полученных результатов диссертации подтверждена многочисленными экспериментами и исследованиями, которые были проведены с помощью современного измерительного и исследовательского оборудования.

Несмотря на высокий научно-технический уровень научно-квалифицированной диссертационной работы, часть вопросов все же осталась, и на эти вопросы хотелось бы получить ответы.

1) Всегда ли, или только при найденных режимах высоковольтной обработки межэлектродных промежутков приборов, возможно устранить проводящую пленку внутри поверхности изолятора?

2) На какие электроды системы перераспыляется металл проводящей пленки?

3) Возможно ли, достоверно определить и герметизировать сложные течи в многолучевых клистронах при скорости натекания выше  $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3/\text{Па} \cdot \text{с}$ ?

Отсутствие в автореферате ответов на заданные вопросы не снижают высокой научной и практической значимости полученных результатов диссертации для вакуумной и плазменной электроники.

Оценивая диссертационную работу С.А. Вашина, в целом, следует заключить, что она является законченным научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне с использованием современных методов расчета и эксперимента, содержит новые решения актуальных научных задач, имеющих важное прикладное значение для развития микроволновой вакуумной электроники в России. Диссертация полностью соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г. (с изменениями в редакции постановлений правительства Российской Федерации №335 от 21.04.2016г., №748 от 02.08.2016г., № 650 от

29.05.2017г., № 1024 от 28.08.2017г., № 1168 от 01.10.2018г.), а ее автор  
Вашин Сергей Александрович заслуживает присуждения искомой ученой  
степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1 – Вакуумная и  
плазменная электроника.

Автор отзыва: Царев Владислав Алексеевич

Место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования «Саратовский государственный  
технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Должность: профессор кафедры «Электронные приборы и устройства»

Ученая степень, звание: д.т.н., профессор по кафедре «Электронные  
приборы и устройства»

Почтовый адрес: 410008, г. Саратов, ул. Политехническая, 77

Телефон: +7-8452-99-88-29,

e-mail: tsarev\_va@mail.ru



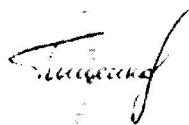
В.А. Царев

Подпись Владислава Алексеевича Царева заверяю

Ученый секретарь Ученого совета

СГТУ имени Гагарина Ю.А.,

д. культурологии, доцент



Н.В. Тищенко

« 30 » 03 2023 г.