

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.375.02,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.03.2024 № 2

О присуждении Кудюкину Александру Игоревичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Бесштенгельное изготовление мощных металлокерамических вакуумных дугогасительных камер» **по специальности** 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника **принята к защите** 21 декабря 2023 г. (протокол заседания № 14) диссертационным советом 24.2.375.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, приказ о создании диссертационного совета №105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Кудюкин Александр Игоревич, «09» марта 1991 года рождения, в 2019 году соискатель окончил аспирантуру при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», **работает** инженером в ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Степанов Владимир Анатольевич, профессор кафедры общей и теоретической физики и МПФ ФГБОУ ВО «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина».

Официальные оппоненты:

Привалов Вадим Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры физики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург;

Мольков Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, доцент кафедры электроники и электроэнергетики ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ООО «НПП «Мелитта», г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук начальником отдела источников света Гавришем Сергеем Викторовичем и утвержденным генеральным директором Гольдштейном Яковом Абраммеровичем **указала, что** диссертация Кудюкина А.И. на тему «Бесштенгельное изготовление мощных металлокерамических вакуумных дугогасительных камер» является законченной научно-квалификационной работой, представляющей решение актуальных задач по организации своевременного высокотехнологичного оборудования на основе современных достижений и его оснащению лучшими мировыми образцами технологического оборудования. Тема диссертации в полной мере соответствует специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Диссертация соответствует пп. 9., 10, 11 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842, а Кудюкин Александр Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Соискатель имеет 25 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 25 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы, в том числе 2 работы в изданиях, входящих

в единую реферативную базу данных Scopus. Наиболее значимые работы:

1. Кудюкин А.И., Горохова В.Г., Ротт А.Т., Кудюкин А.И., Моос Е.Н., Степанов В.А., Сятишева Л.Ю. Бесштенгельные технологические процессы для производства металлокерамических вакуумных дугогасительных камер (КДВ-110) // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета – 2017 – №61 – С. 164–169.

Кудюкиным А.И. представлены схема токопроводящего блока металлокерамической высоковольтной вакуумной дугогасительной камеры на 35 кВ с указанием используемых материалов и режим термической обработки (обезгаживающего отжига и пайки) металлокерамических высоковольтных вакуумных дугогасительных камер в условиях групповой бесштенгельной откачки.

2. Кудюкин А.И., Махмудов М.Н., Моос Е.Н., Степанов В.А. Модификация поверхности электродов в вакуумной дуге в зоне взрывного плавления // Изв. РАН. Сер. физ. – 2020 – Том 84 – № 6 – С.898-901.

Автор обнаружил доминирование атомов меди в характере перераспределения атомных компонент электродного материала между объемными и поверхностными слоями и внутри зоны поверхностного расплавления, а также в зоне взрывного расплавления электродов под действием вакуумного дугового разряда.

3. Kudyukin A.I., Makhmudov M.N., Moos E.N., Stepanov V.A. Electrodes of a Vacuum Chamber under the Action of an Arc in the Explosive Melting Zone // Technical Physics – 2020 – № 65 – С. 1163-1166.

Соискателем интерпретирована роль адсорбированных слоев и примесных включений в развитии начальной стадии иницирования вакуумной дуги.

4. Kudyukin A., Ilyasowa N., Kondrakova O., and Moos E. Surfaces of cohesive bonds' fracture in the multilayer systems: A comparative analysis // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics – 2022 – Том 15 – № 1 – С. 62-69.

Кудюкиным А.И. проведен сравнительный анализ состояния

поверхностных слоев до и после воздействия на них плазменного потока и описаны деградационные процессы, вызванные данным потоком.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. ФГБУН «Физический институт имени П.Н. Лебедева» (г. Москва). Отзыв подписал главный научный сотрудник ФИАН, д.ф.-м.н., Очкин Владимир Николаевич.
2. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (г. Санкт-Петербург). Отзыв подписал профессор высшей инженерно-физической школы института электроники и телекоммуникаций, д.ф.-м.н., Фотиади Александр Эпаминондович.
3. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (г. Москва). Отзыв подписал профессор кафедры физики твердого тела, д.ф.-м.н., Хунджуа Андрей Георгиевич.
4. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина» (г. Рязань). Отзыв подписал профессор кафедры информационно-измерительной и биомедицинской техники, д.т.н., Чернов Евгений Иванович.
5. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (г. Москва). Отзыв подписал профессор общей физики, д.ф.-м.н., Алешкевич Виктор Александрович.
6. ООО «Импульсные технологии» (г. Рязань). Отзыв подписал директор, к.т.н., Бочков Виктор Дмитриевич.
7. Новороссийский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» (г. Новороссийск). Отзыв подписал главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории лазерной физики, д.ф.-м.н., Шеманин Валерий Геннадьевич.

Все полученные отзывы положительные и содержат следующие **замечания:** неудачно сформулировано научное положение №1 (с.5). Сама по себе бесштенгельная технология положением не является, в ней не содержится какого-либо утверждения. Вряд ли автор вправе утверждать, что он эту

технологии предложил; конкретные методы исследований (с.5) даже не названы – есть общие слова типа ...поверенное оборудование... прогрессивные... компьютерное проектирование... совершенствование инновационных технологий...; следовало бы пояснить, почему именно бесштенгельная откачка играет роль в проводимых исследованиях. А ведь это вынесено в название; отмечается ряд небрежностей. Например, при обсуждении результатов на рис.2.4 не говорится, о температуре чего идет речь – стенки, электрод, газ? От этого зависит то, как температура измерялась, в каком режиме? Данные рис.3.3 не соответствуют приводимым в тексте (с.14). Не все величины в формулах на стр.11 определены. Вряд ли уместно называть проводимостью канала газовый поток через него, тем более в контексте работы об электроразрядных устройствах; из рисунка 2.2 нет полной картины технологии пайки узлов камеры КДВ-110; из автореферата нет возможности сравнить конструкции КВД-110 (штенгельный и бесштенгельный варианты); поверхностное описание возможностей вакуумной печи; отсутствие на стр. 10-11 компьютерного сопровождения процесса пайки, повышающего наглядность; точками F и G на рисунке 2.4 (б) указаны точки пайки, но не указано конкретно: низко и высокотемпературные; температура пайки; на рисунке 2.4 не ясно, для какого режима откачки приведены диаграммы, когда внутри камеры один или четыре прибора; в автореферате на странице 9 говорится о реализации водородной системы подачи газов в конструкцию водородной печи, снижающей градиент температуры, но как это происходит - не указано; на рисунке 2.3 система откачки слишком общая; из автореферата не ясно, чем доказывалось повышение вакуумной чистоты с 10^{-4} Па (штенгельный способ) до 10^{-6} Па (бесштенгельный способ) при откачке и пайке; на рисунке 2.2 представлен внешний вид узлов конструкции камеры КДВ-110. К сожалению, из него и пояснений к нему нельзя определить и проанализировать вид и параметры паянных узлов; на рисунке 3.3 не поставлена размерность времени на оси ординат, в автореферате на страницах 4 и 14 говорится о новой конструкции катода. К сожалению, она нигде не приведена; на рисунке 2.4 говорится о применении ступенчатого охлаждения, снижающего вероятность растрескивания керамической оболочки. Требуется более подробное описание.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается известностью их достижений в данной области науки, наличием публикаций по тематике диссертации, что позволяет им компетентно оценить научную новизну, теоретическую и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая технология групповой пайки в водородной печи композитного контактного материала с электродами дугогасительных камер высокотемпературным вольфрам-титановым припоем,

предложена новая конструкция электродов, содержащая дополнительные слои меди в структуре, позволившая увеличить ресурс вакуумной дугогасительной камеры на 44%,

доказана перспективность использования бесштенгельной технологии изготовления металлокерамических вакуумных дугогасительных камер больших объемов с рабочим напряжением 110 кВ на базе высокопроизводительного оборудования, обеспечившую значительное (в 1,5 – 2 раза) сокращение суммарного времени откачки, пайки и изготовления электровacuумных приборов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана корректность методики расчета давления остаточного газа внутри вакуумной дугогасительной камеры для определения необходимого времени выдержки и откачки,

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих методов герметизации металлокерамических узлов и изделий исследования,

изложены основные этапы совершенствования технологии производства групповым (бесштенгельным) методом мощных высоковольтных металлокерамических вакуумных дугогасительных камер,

раскрыты механизмы деградиционных процессов, протекающих на поверхности электродов дугогасительных камер под воздействием дугового

разряда,

изучены связь процессов окисления атомов меди и хрома на поверхности катода и условия применения композиционных электродных материалов,

проведена модернизация конструкции рабочих электродов дугогасительной камеры и технологии их изготовления.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработаны и внедрены методы откачки, пайки и новая бесштенгельная технология производства металлокерамических дугогасительных камер на 110 кВ,

определены перспективы практического использования полученных результатов при откачке крупногабаритных вакуумных конструкций камеры КДВ-110,

создана новая бесштенгельная технология групповой откачки вакуумных приборов через щели финишного шва с обезгаживанием деталей и последующей герметизирующей пайкой,

представлены рекомендации для совершенствования организации производства всего многообразия вакуумных металлокерамических дугогасительных камер.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены с использованием современного измерительного и технологического оборудования,

теория построена на известном математическом аппарате и согласуется с опубликованными ранее теоретическими и экспериментальными данными,

идея базируется на анализе процессов пайки контактных материалов электродов высокоточных металлокерамических дугогасительных камер,

использован сравнительный анализ разработанной бесштенгельной технологии изготовления дугогасительных камер с технологией откачки через штенгель,

установлено, что использование групповой бесштенгельной технологии обеспечивает сокращение в 1,5-2 раза времени откачки и пайки,

использованы современные методы планирования, проведения и анализа

эксперимента.

Личный вклад соискателя состоит в:

проведении экспериментов, обработке и интерпретации их результатов, в частности, получены данные о микрорельефе поверхности до и после проведения цикла испытаний приборов; описаны природа физико-химических процессов перераспределения элементного состава; проведении анализа источников по теме диссертации; разработке методов исследования; участии в написании статей, представлении результатов работы на научно-технических конференциях и семинарах.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

- 1) спорный выбор объектов исследования. Исследования проводились только на 2 типах приборов (на 35 кВ и 110 кВ);
- 2) в работе проводится исследование серийных медно-хромовых контактов, однако они существуют и в виде других сплавных систем. Данные о проведении исследования таких приборов в тексте диссертации отсутствуют;
- 3) неудачно сформулировано научное положение №1 (с.5). Сама по себе бесштенгельная технология положением не является, в ней не содержится какого-либо утверждения. Вряд ли автор вправе утверждать, что он эту технологию предложил.

Соискатель Кудюкин Александр Игоревич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию:

- 1) исследования проводились на приборах 35 кВ, так как это самый распространенный тип прибора на данном производстве. На приборах 110 кВ, так как предприятие стояло на пороге увеличения своих мощностей для перехода к массовому производству камер на 110 кВ;
- 2) исследование проводились для приборов, используемых на конкретном производстве. Первоначальная цель – улучшить данное производства, а исследование других сплавных систем – это задачи будущих исследований;
- 3) данное исследование посвящено изготовлению конкретного типа приборов, бесштенгельное изготовление которых на данном производстве и на

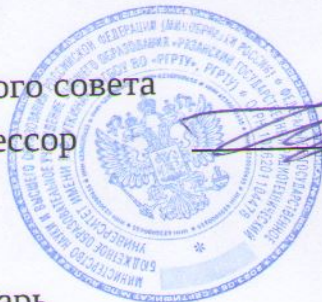
имеющемся оборудовании запускается впервые.

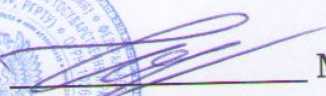
На заседании 12.03.2024 г. диссертационный совет принял решение за решение научной задачи по разработке технологии групповой бесштенгельной откачки и пайки дугогасительных камер, имеющей значение для развития вакуумной электроники, присудить Кудюкину Александру Игоревичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

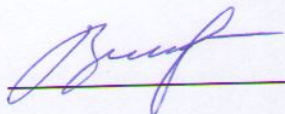
за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор




Михаил Викторович Чиркин

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.ф.-м.н., доцент



Владимир Георгиевич Литвинов

12 марта 2024 г.