

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

ООО «НПП «Мелитта»



Я.А. Гольдштейн

2024г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Общество с ограниченной ответственностью

«Научно – производственное предприятие «Мелитта»

на диссертацию Кудюкина Александра Игоревича

«Бесштенгельное изготовление мощных металлокерамических
вакуумных дугогасительных камер»,

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника

Актуальность темы. Диссертация А.И. Кудюкина «Бесштенгельное изготовление мощных металлокерамических вакуумных дугогасительных камер» посвящена внедрению в производство высоковольтных крупногабаритных сильноточных вакуумных дугогасительных камер (КДВ) на 110кВ бесштенгельной откачки, позволяющей повысить производительность и расширить области применения данных камер в энергетике, а так же способствованию развития современных промышленных технологий, обеспечивающих импортозамещение самых надежных и самых дешевых всего класса металлокерамических дугогасительных камер.

Электроэнергетические системы будущего должны комплектоваться надежной, экологически чистой, требующей минимального обслуживания коммутационной аппаратурой. Этим требованиям удовлетворяют вакуумные выключатели (ВВ). Если в классах напряжений 10-35 кВ ВВ в последние 15-20 лет вытеснили другие типы аппаратов (масляные, элегазовые и др.), то в классе напряжений 110 кВ и выше их применение только начинается. Причиной этому является сложность создания вакуумной дугогасительной камеры КДВ (основного элемента вакуумного выключателя) на напряжение 110 кВ, ее высокая цена, а также конкуренция со стороны хорошо отработанных элегазовых

аппаратов.

Но, в связи с возросшими требованиями к экологии (элегаз-SF₆ по своему уровню вредного воздействия на атмосферу в 22000 раз опаснее CO₂), ведущие мировые производители все большее внимание уделяют исследованиям и разработке ВВ в классе 110 кВ и выше. Кроме того, вакуумные выключатели, в отличие от элегазовых, надежно работают при низких температурах.

Однако, применяемые в настоящее время, как у нас, так и за рубежом технологии производства крупногабаритных высоковольтных, особо высокой чистоты, герметичных высоковакуумных изделий, каковыми являются КДВ на 110кВ, остаются низкопроизводительными. Для изготовления крупногабаритных, герметичных высоковакуумных изделий часто применяется традиционная технология сварки, вакуумирования и герметизации на откачных постах с помощью штенгеля.

Разработка новой технологии существенно снизит цену КДВ, оставив качество на высоком уровне, позволит получить отечественный конкурентоспособный, в том числе и на внешнем рынке, продукт.

Совершенствование системы непрерывного контроля качества на всех этапах технологического процесса двухстадийной групповой сборки, пайки одновременного вакуумирования и герметизации и бесштенгельного способа осуществляется за счет исследования поверхности элементов дугогасительной камеры (электродов) с применением металлографических и атомно-силовых микроскопов; использования квадрупольного масс-спектрометра для контроля вакуума отпаянных приборов, их герметичности и остаточных газов.

Актуальными являются как теоретические исследования в данной области, так и апробация полученных результатов на практике.

Научная новизна и практическая значимость исследований. В диссертации А.И. Кудюкина представлены результаты, обладающие научной новизной, имеющие практическую значимость:

– Впервые полностью описаны и представлены структура токопроводящего блока высоковольтной вакуумной дугогасительной камеры на 35кВ и 110кВ с указанием материалов узлов и режимов отжига и пайки в водородных печах, режимы финишной групповой бесштенгельной обработки приборов в вакуумной печи.

– С помощью методов атомно-силовой микроскопии и электронного микронзондового анализа проведен сопоставительный анализ состояний контактирующих материалов на основе композиции Cr-Cu до и после цикла испытаний.

– Показано, что при возникновении дуги в вакууме, в ходе нагрева и

плавления материала электрода, происходит «растекание» меди от центра разрядного канала к зонам с более низкой температурой, что вынуждает элементы концентрироваться в отдельные области меди и хрома с одновременным уменьшением шероховатости поверхности.

Полученные А.И. Кудюкиным результаты диссертационного исследования позволяют решить следующие задачи:

– для приборов, прошедших полный цикл испытаний, получить и проанализировать данные о составе контактных материалов КДВ на характерных участках поверхности и приповерхностных слоях с целью выявления деградиационных процессов, вызываемых дугой в вакууме, и поиска путей повышения долговечности и надежности приборов.

– сформулировать рекомендации по увеличению срока службы изделий на основании данных о микрорельефе контактирующих поверхностей дугогасительной камеры.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов. Обоснованность и достоверность полученных результатов обусловлена совершенствованием инновационных технологий и методик в области вакуумной, газоразрядной и твердотельной электроники и математических, включая численные, методов обработки результатов. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на многочисленных конференциях и научных семинарах.

Краткая характеристика основного содержания диссертации.

Диссертация А.И. Кудюкина состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и двух приложений.

Во введении обосновывается актуальность диссертационного исследования; формулируется цель и основные задачи работы; описывается предлагаемый автором подход к решению поставленных задач; характеризуется степень новизны полученных результатов и их апробация. Кроме того, дается краткое изложение содержания диссертации.

В первой главе представлены результаты анализа работ по вакуумным дугогасительным камерам. Приведены литературные данные о зависимости свойств вакуумной дуги от величины разрываемого тока, материала контактов и межэлектродного расстояния. Автором рассмотрены вопросы, связанные с развитием плазмы в вакууме, со свойствами вакуумной изоляции и с восстановлением электрической прочности после прекращения тока. Изложены основные достижения в области технологии изготовления КДВ, контактных материалов и керамических изоляторов. Приведены сведения о типах и свойствах

серийно изготавливаемых КДВ.

Вторая глава посвящена основным этапам совершенствования технологии изготовления высоковольтных сильноточных вакуумных дугогасительных камер типа КДВ-35 и КДВ-110, на основе проведенного в ходе выполнения диссертации исследования. А.И. Кудюкин указывает на важные результаты работы - практическое подтверждение возможности групповой бесштенгельной откачки, очистки, пайки и герметизации крупногабаритных высоковольтных дугогасительных камер в условиях производства с одновременной загрузкой в вакуумную печь нескольких (5 штук) оправок с приборами. Такая технология снижает себестоимость изделий и повышает производительность труда.

В третью главу автор показывает результаты исследования деградиационных процессов, протекающих на поверхности контактов дугогасительных камер под воздействием вакуумной дуги. Особое внимание уделено поиску оптимальных методов и средств производства, позволяющих повысить эффективность приборов. А.И. Кудюкин анализирует обоснованность применения многокомпозиционных электродных материалов, в частности, – сплавных систем (Cu 60 % - Cr 40 %).

Автором представлены и описаны электронные изображения, из которых следует, что после длительной работы в штатном режиме с замыканием контактов при высоком (до 35кВ) напряжении и их размыканием с разрывом большого (около 2 кА) тока морфология поверхности существенно изменяется. Показано перераспределению основных элементов электродов по поверхности и в объеме контактирующих элементов.

В заключении формулируются основные результаты работы.

Замечания по работе. К содержанию работы могут быть сделаны следующие замечания:

1. Сформулированная автором цель и поставленные задачи диссертационного исследования шире, чем заявленная тема диссертации.
2. Вводная часть с обоснованием актуальности затянута, но при этом не даются четкие формулировки, определения понятий, используемых в постановке задач, что затрудняет понимание условий решения поставленных задач, требований к результатам.
3. Нет обоснования выбора материала контактов.
4. В тексте диссертации и автореферата имеется некоторое количество ошибок и опечаток. При оформлении текста также следовало бы соблюдать правила технического редактирования.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования А.И. Кудюкина.

Общее заключение. Основные результаты диссертации опубликованы в 25 научных работах, в том числе 5 научных статьях в рецензируемых журналах, включенных ВАК в перечень ведущих периодических изданий и в международную базу научного цитирования Scopus.

Автореферат адекватно отражает содержание диссертации.

В целом диссертация А.И. Кудюкина **является законченной научно-квалификационной работой, представляющей решение актуальных задач по организации своевременного высокотехнологического конкурентоспособного производства на основе современных достижений и его оснащению лучшими мировыми образцами технологического оборудования.**

Диссертация соответствует требованиям пп. 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 в ред. от 1.10.2018г., а Кудюкин Александр Игоревич **заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.**

Диссертация и проект отзыва ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены, обсуждены и одобрены на научно – техническом совете (НТС) ООО «НПП «Мелитта» « 01 » 02 2024 г., протокол № 02. На заседании НТС присутствовало 14 ведущих специалистов ООО «НПП «Мелитта», из них 2 доктора технических наук и 5 кандидатов технических наук.

Отзыв составил:

Начальник отдела источников
света, доктор технических наук
Адрес: 117997, Москва,
ул. Миклухо-Маклая, д.16/10
Телефон: /495/729-35-34
e-mail: svgavr@list.ru



Гавриш Сергей Викторович

Сведения о ведущей организации:

Наименование организации: Общество с ограниченной ответственностью
«Научно – производственное предприятие «Мелитта»
Адрес организации: Россия, 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.16/10
Сайт: <https://melitta-uv.ru>
Телефон: +/495/ 729-35-34
E-mail: mail@melitta-uv.ru

Создана электронная база данных

26.02.2024