

Отзыв

на автореферат диссертации
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. Диссертация Кудюкина Александра Игоревича посвящена разработке и описанию всего цикла технологического процесса производства металлокерамических вакуумных дугогасительных камер (КДВ) для современных устройств, обеспечивающих коммутацию силовоточных (до 100 кА) высоковольтных (до 110 кВ) цепей переменного тока, широко применяемых в энергетике, горно-рудном деле, нефтегазодобычи и на транспорте. Оболочка камер выполнена из высокопрочной керамики, которая с помощью припоев с температурой плавления 700-910 °С соединяется с металлическими участками покрытия на керамике.

Откачка приборов еще недавно велась через штенгель. В настоящее время чаще применяется «бесштенгельная» технология откачки, при которой газы удаляются через щели между узлами конструкции камеры и корпусом (керамической оболочки). После окончания откачки производится пайка узлов камеры и обеспечивается окончательная герметизация изделия. Такая технология принципиально является более производительной, поскольку позволяет осуществлять «групповой» способ откачки сразу большой партии приборов. Однако, для крупногабаритных камер до сих пор используется штенгельный способ.

Цель. Развитие промышленной бесштенгельной технологии при изготовлении металлокерамических дугогасительных вакуумных камер КДВ-110.

Для развития этой технологии, учитывая габариты камеры КДВ-110, необходимо было приобретение новых вакуумных печей с внутренним объемом до 9 м³, в которой могли разместиться уже 4 камер КДВ-110.

Результаты диссертационной работы направлены на создание и применение надежных металлокерамических высоковольтных дугогасительных камер на 110 кВ, расширяющих области применения их в энергетике и силовоточной электронике. В работе исследуются особенности технологий пайки и откачки приборов, контроля вакуума и герметичности готовых изделий. Методами атомно-силовой микроскопии (АСМ) и электронного микроскопического анализа (РСМА) совместно с растровым наблюдением микрорельефа поверхности, осуществляемым с помощью электронного микроскопа JEOL JSM-6610LV, изучаются изменения морфологии поверхности и состава композиционного контактного материала Cu-Cr (его деградация) в условиях интенсивных энергетических потоков.

Научная новизна работы.

1. Представлена структура токопроводящего блока металлокерамической высоковольтной вакуумной дугогасительной камеры на 35 кВ и 110 кВ с указанием материала узлов и режимов их отжига и пайки в водородных печах. Приведены режимы финишной групповой бесштенгельной обработки приборов в вакуумной печи. Обработка включает откачку, отжиг и пайку, обеспечивающую соединение узлов и герметизацию изделий.

2. Подтверждено, что использование бесштенгельной технологии изготовления металлокерамических вакуумных дугогасительных камер с рабочим напряжением 110 кВ на базе высокопроизводительного вакуумного крупногабаритного оборудования обеспечивает повышение вакуумной чистоты с 10^{-4} Па (штенгельный способ) до 10^{-6} Па (бесштенгельный способ) при откачке и пайке в процессе изготовления электровакуумного прибора.

3. В дугогасительной вакуумной камере при возникновении электрической дуги происходит плавление материала катода на основе медно-хромового сплава (60% – медь; 40% – хром), сегрегация атомов меди вследствие большей подвижности по сравнению с хромом при окислении атомов и перераспределение элементного состава поверхности катода в

исследуемых образцов. Описан эффект миграции атомов меди при плавлении поверхности к краю в область более низких температур катода.

Научная и практическая значимость.

1. Кудюкиным А.И. решена важная научно-практическая проблема разработки группой технологии производства высоковольтных (на 110 кВ) металлокерамических вакуумных дугогасительных камер на базе высокопроизводительного оборудования больших объемов (до 9 м³), что значительно (в 1,5 – 2 раза) сокращает суммарное время откачки, пайки и изготовления электровакуумных приборов.

2. Бесштенгельная технология для камер на 110 кВ внедрены на предприятии ООО «Вакуумные технологии» при производстве металлокерамических вакуумных дугогасительных камер, повышая качество и объем выпуска всего класса этих приборов.

Замечания.

1) Из автореферата не ясно, чем доказывается повышение вакуумной чистоты с 10⁻⁴ Па (штенгельный способ) до 10⁻⁶ Па (бесштенгельный способ) при откачке и пайке.

2) На рисунка 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.

3) На рисунке 3.3 не поставлена размерность времени на оси ординат.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости диссертационной работы, не затрагивают научных положений и не влияют на достоверность и значимость полученных результатов.

Автореферат отражает основные результаты диссертации, одобренные всероссийскими и международными конференциями академическим сообществом, результаты диссертационных исследований опубликованы в журналах российского и международного уровня.

Диссертация соответствует специальности 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Таким образом, принимая во внимание все вышесказанное считаю, что диссертация Кудюкина Александра Игоревича «Бесштенгельное изготовление мощных металлокерамических вакуумных дугогасительных камер» является законченной квалификационной работой, по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, достоверности полученных результатов и обоснованности выводов соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», в части кандидатских диссертаций, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. «Вакуумная и плазменная электроника».

Бочков Виктор Дмитриевич

кандидат технических наук, директор ООО «Импульсные технологии», г. Рязань



/ Бочков Виктор Дмитриевич /

Адрес: 390023, Рязань, проезд Яблочкова, 5, корп. 36

Телефон: +7 (4912) 24-05-17, 24-92-17

e-mail: pulsetech@mail.ru

«21» февраля 2024 г.

Подпись директора ООО «Импульсные технологии» кандидата технических наук Бочкова Виктора Дмитриевича удостоверяю

Инспектор отдела кадров



Крутова С.П.