

УДК 537.581/.585

О влиянии давления криптона в межэлектродном зазоре термоэмиссионного преобразователя на выходные характеристики

Блатова Серафима Сергеевна^(*)

blatovass@student.bmstu.ru

Онуфриев Валерий Валентинович

onufryev@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В настоящее время прямое преобразование тепловой энергии в электрическую является перспективным. В процессе работы термоэмиссионного преобразователя (ТЭП) в межэлектродный зазор (МЭЗ) выделяются газообразные примеси вследствие деления топлива, влияющие на выходные электрические характеристики термоэмиссионного преобразователя: напряжение и ток. В работе предлагается полуэмпирическая методика расчета вольтамперной характеристики (ВАХ) дугового разряда в МЭЗ в присутствии криптона. Проведен расчет ВАХ ТЭП с учетом парциального давления криптона в МЭЗ. Показано влияние парциального давления криптона на напряжение дуговых потерь в ТЭП.

Ключевые слова: термоэмиссионный преобразователь энергии, вольтамперная характеристика, парциальное давление, дуговые потери напряжения

Введение. При проектировании ТЭП актуальным является создание методики инженерного расчета, позволяющей определить его выходные характеристики с учетом особенностей рабочего процесса. В функционирующем ТЭП (в составе электрогенерирующего канала термоэмиссионного реактора-преобразователя) происходит выход в МЭЗ газообразных примесей реакции деления топлива, вследствие этого снижается эффективность генерации ионов и растут потери напряжения на дуге (внутренние потери энергии на источнике тока). Работа направлена на разработку модифицированной методики инженерного расчета ВАХ дугового разряда в МЭЗ ТЭП, заполненного смесью пара цезия и инертных газов, с учетом дополнительных потерь напряжения из-за рассеяния электронов на атомах криптона.

Материалы и методы; результаты. В качестве исходной модели используется полуэмпирическая методика расчета ВАХ «SET» [1], полученная методом аппроксимации ее зависимостями модели «TOR» [2]. В модели [1] выходное ТЭП напряжение определяется:

$$eV = \varphi_{\text{Э}} - \varphi_{\text{К}} - eV_{\text{дуг}} \quad (1)$$

где $\varphi_{\text{Э}}$, $\varphi_{\text{К}}$ — работы выхода эмиттера и коллектора соответственно, эВ; $eV_{\text{дуг}}$ — дуговые потери напряжения.

Допущения для расчета: криптон не влияет на температуры электронов и ионов, приэлектродные падения напряжения, а влияет только на коэффициенты диффузии электронов и ионов.

Выходное напряжение ТЭП равно в результате [3]:

$$V_{\text{ТЭП}} = V_{\text{ТЭП.0}} - \delta V, \quad (2)$$

где $V_{\text{ТЭП.0}}$ – напряжение, генерируемое ТЭП без учета потерь на рассеяние электронов на атомах криптона, δV — потери напряжения на дуге, вызванные введением в МЭЗ криптона.

В результате расчетного исследования обнаружено, что выходное напряжение снижается с увеличением парциального давления криптона. Это связано с рассеянием электронов на атомах криптона. В результате растут дуговые потери, что снижает эффективность ТЭП и его электрическую мощность. Введение небольшой добавки криптона в МЭЗ (парциальное давление 5...10 Торр) снижает коэффициент диффузии ионов.

Заключение. На основе разработанной модифицированной модели учета рассеяния электронов на криптоне получены ВАХ ТЭП, заполненного смесью пара цезия и криптона. Предложено объяснение полученным результатам. Данная методика удовлетворительно коррелирует с экспериментальными результатами [4], если парциальное давление инертного газа порядка давления цезия.

Список источников

- [1] Миронов В.С., Сидельников В.Н. Предельные выходные характеристики ТЭП. *Ядерная энергетика в космосе. Междунар. конф.: тез. докл.* Обнинск, 1990, ч. 1, с. 90–92.
- [2] Сидельников В.Н. Универсальная одномерная модель TOR термоэмиссионного преобразователя. *29-я Междунар. конф. по инженерным проблемам преобразования энергии (IECES): сб. тр.* Монтерей, США, 1994, т. 2, с. 1078–1081.
- [3] Сазонов С.Ю., Онуфриев В.В., Паршиков А.А. Расчет вольтамперной характеристики термоэмиссионного преобразователя с учетом парциального давления примеси в межэлектродном зазоре. *Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского*, 2021, № 678, с. 316–322.
- [4] Стаханов И.П., ред. *Физические основы термоэмиссионного преобразования энергии.* Москва, Атомиздат, 1973.