

Изучение разряда, индуцируемого электронным пучком, в парах тяжелого металла при различных концентрациях нейтральной компоненты в межэлектродном промежутке

Н. Н. Антонов, А.В. Гавриков, А.А. Самохин, В.П. Смирнов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН)

Развитие новых технологий, как правило, требует дополнительных фундаментальных и прикладных исследований. Сегодня ядерная энергетика нуждается в безопасной, гражданской технологии переработки отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). Одним из возможных способов решения данной проблемы является плазменная переработка [1]. Потенциально, плазменная технология позволит удовлетворить требованиям необходимой производительности и безопасности [2]. При разработке основ технологии возникает задача создания источников плазмы (ионов) веществ, моделирующих компоненты ОЯТ. Источники необходимы для проведения пробных экспериментов и отладки сепарационного модуля модельной установки. Для нахождения наиболее эффективных режимов работы источника необходимо изучить процессы ионизации и параметры разряда в парах модельного вещества (для моделирования тяжелой компоненты был выбран свинец). Свинец обладает достаточно большой атомной массой (207,2 а.е.м), что позволит при проведении пробных экспериментов по сепарации получить траектории близкие к траекториям урана, а также позволит промоделировать кинетику процессов осаждения тяжелых элементов на подложку коллекторов.

Численно и аналитически в рамках расчетной модели был проанализирован разряд в парах свинца с плотностью $n_a = 10^{12} \dots 10^{13} \text{ см}^{-3}$. В расчетной модели пары свинца (с температурой около 0.1 эВ) инжектировались в пространство между двумя плоскими электродами (расстояние между ними 1 см, разность потенциалов до 400 В). Один из электродов представлял собой раскаленный эмиттер электронов (система параллельных вольфрамовых нитей). В первом приближении, такую систему можно считать «прозрачным» плоским эмиттером электронов. Для диагностики количества ионов, образующихся в пространстве между электродами, за системой нитей располагался дополнительный электрод. Результаты моделирования и эксперимента при различных значениях концентрации в «слаботочном» режиме приведены в [3]. При плавном повышении концентрации паров металла в межэлектродном промежутке разность потенциалов падает с 350В до 40В (предположительно разряд переходит в дуговой режим). При этом регистрируемый ионный

ток и ток разрядного промежутка увеличиваются прямо пропорционально, что косвенно свидетельствует о том, что эффективность ионизации при данных параметрах не изменяется (рис.1). Полученный экспериментальный результат находится в согласовании с численной моделью.

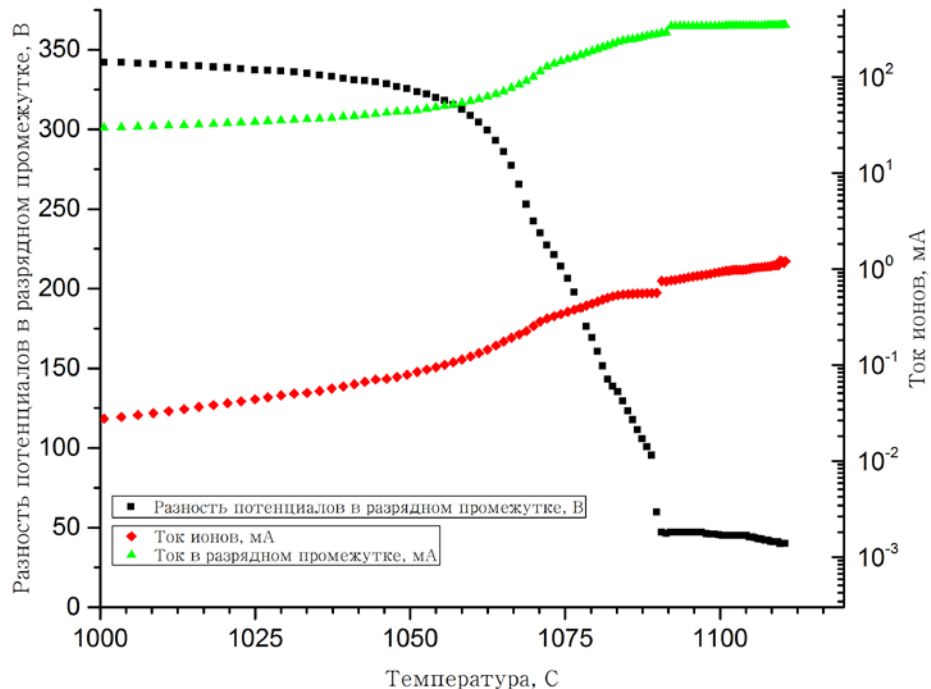


Рис 1. Зависимости разности потенциалов в разрядном промежутке ■, тока в разрядном промежутке ▲ и регистрируемого тока ионов ♦ от температуры внутри испарительной ячейки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-29-00231).

Литература.

1. Смирнов В. П., Самохин А. А., Ворона Н. А., Гавриков А. В. «Исследование движения заряженных частиц в различных конфигурациях полей для развития концепции плазменной сепарации. . –ФИЗИКА ПЛАЗМЫ, . – 2013, том 39, № 6, с. 523–533
2. Zhiltsov V.A., Kulygin V.M., Semashko N.N., Skovoroda A. A., Smirnov V. P., Timofeev A. V., Kudryavtsev E. G., Rachkov V.I., Orlov V.V., Plasma separation of the elements applied to nuclear materials handling. . –Atomic Energy. . –2006.V.101.No.4.P. 755-759.
3. Антонов Н.Н., Ворона Н.А., Гавриков А.В., Жабин С.Н. , Самохин А.А., Смирнов В.П.. «Изучение процессов ионизации электронным ударом вещества, моделирующего тяжелую компоненту ОЯТ» // 57-ая научная конференция МФТИ