

Исследование состава плазмы в диффузной вакуумной дуге на оксиде церия

*Р.Х. Амиров¹, Н.А. Ворона^{1,2}, А.В. Гавриков^{1,2}, Г.Д. Лизякин¹, Д.А. Першин^{1,2}, В.П. Полищук¹,
И.С. Самойлов¹, В.П. Смирнов¹, Р.А. Усманов^{1,2}, И.М. Ярцев¹*

¹Объединенный институт высоких температур РАН

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Одной из ключевых задач, решаемых при создании технологии плазменной сепарации отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), является преобразование конденсированного вещества в плазму. В качестве решения данной проблемы перспективным является использование вакуумной дуги с диффузной привязкой на расходоуемом катоде. Преимуществами данного источника плазмы является высокая степень ионизации плазмы при однократной ионизации и отсутствии капель в продуктах эрозии катода, что является одним из требований метода плазменной переработки ОЯТ [1]. Данные возможности вакуумной дуги с диффузной катодной привязкой были продемонстрированы в экспериментах с металлами, в частности с Gd и Pb [2, 3]. Следующим важным шагом является исследование такого разряда на оксидных катодах (т.к. оксидное топливо является наиболее используемым в настоящее время). Целью данной работы являлось определение состава плазмы в вакуумной дуге с диффузной привязкой на оксиде церия, который благодаря схожести целого ряда физических свойств [4] может быть использован в качестве вещества, моделирующего оксид урана.

Дуговой разряд зажигался в вакуумной камере при остаточном давлении менее 10 мПа. Катодом дуги служило исследуемое вещество (оксид церия массой около 3 г), находившееся в молибденовом тигле с внешним диаметром 25 мм и высотой 14 мм. Под тиглем располагался электронно-лучевой подогреватель (ЭЛП) мощностью до 1.5 кВт, позволявший менять температуру катода при постоянном токе дуги. Характерная рабочая температура катода составляла 2.1 кК. Анодом дуги являлась неохлаждаемая молибденовая пластина, имевшая центральное отверстие диаметром 15 мм. Межэлектродное расстояние составляло около 30 мм. Источником питания дуги служил выпрямитель с выходным напряжением 380 В. Излучение плазмы регистрировалось при помощи спектрометра. Анализ полученных данных и их сопоставление с базами данных [5] показали, что в спектре излучения плазмы присутствуют линии атомов: CeI, MoI, OI и ионов: CeII, CeIII, в то время как линии излучения молекулы CeO [6, 7], отвечающие за электронные переходы, не обнаружены.

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

Литература

1. Ворона Н.А., Гавриков А.В., Самохин А.А., Смирнов В.П., Хомяков Ю.С. О возможности переработки ОЯТ и РАО плазменными методами // Ядерная физика и инжиниринг. 2014. Т. 5. С. 944.
2. Амиров Р.Х., Ворона Н.А., Гавриков А.В., Лизякин Г.Д., Полищук В.П., Самойлов И.С., Смирнов В.П., Усманов Р.А., Ярцев И.М. Исследование вакуумной дуги с диффузной катодной привязкой как источника плазмы для плазменной сепарации ОЯТ и РАО // Физика плазмы. 2015. Т. 41, N. 10. С. 877-883.
3. Amirov R.Kh, Antonov N.N., Vorona N.A., Gavrikov A.V., Liziakin G.D., Polistchook V.P., Samoylov I.S., Smirnov V.P., Usmanov R.A., Yartsev I.M. The stationary vacuum arc on non-thermionic hot cathode // J. Phys.: Conf. Ser. 2015. V. 653. P.012164.
4. Физико-химические свойства окислов. Справочник / под ред. Самсонова Г.В. – М.: Металлургия, 1978. 472 С.
5. Kramida A., Ralchenko Yu., Reader J., and NIST ASD Team (2015). NIST Atomic Spectra Database (ver. 5.3)
6. Хьюбер К.-П., Герцберг Г. Константы Двухатомных Молекул. Т. 1. М.: Мир, 1984. 408 С.
7. R.F.Barrow, R.M.Clements, S.M.Harris, P.P.Jenson, The electronic spectrum of gaseous CeO // The Astrophysical Journal. 1979. V. 229. P. 442 – 447.