

03;04;07;12

Вакуумно-ультрафиолетовый излучатель низкого давления на смеси гелия с парами воды

© А.К. Шуаибов, А.Й. Миня, З.Т. Гомоки, И.В. Шевера, Р.В. Грицак

Ужгородский национальный университет, Ужгород, Украина

E-mail: shuaibov@univ.uzhgorod.ua

Поступило в Редакцию 18 июня 2010 г.

Исследованы спектральные характеристики излучения плазмы импульсно-периодического емкостного разряда в смесях паров воды с гелием в диапазоне длин волн 140–315 nm. Приводятся зависимости яркости излучения характеристических полос излучения гидроксила из плазмы на основе смеси He–H₂O от парциального давления паров воды при $p(\text{He}) = 2.6 \text{ kPa}$. Полученные результаты позволяют говорить о создании простого ВУФ-излучателя с недорогой рабочей средой на основе паров воды.

Источники спонтанного ВУФ-излучения находят все более широкое использование в микронаноэлектронике, фотохимии и фотомедицине [1]. Наиболее мощным и эффективным в этом спектральном диапазоне являются лампы на димерах тяжелых инертных газов. Но они перекрывают этот диапазон длин волн только в виде отдельных сравнительно узких спектральных интервалов и требуют использования дорогостоящих газов типа ксенона или криптона. Для некоторых применений в физике и технике (калибровка фотоприемников, спектроскопия поглощения) желательно иметь сравнительно мощный излучатель, который может непрерывно перекрывать спектральный диапазон 130–200 nm. В работе [2] приведены результаты исследования ВУФ-лампы тлеющего разряда на парах воды, где показано, что она может перекрывать спектральный диапазон 140–250 nm. При этом мощность излучения гидроксила в спектральном интервале 304–315 nm, который традиционно используется в лампах на парах воды, не превышала 10% от полной мощности ВУФ–УФ-излучения. С целью увеличения ресурса работы ВУФ-излучателя низкого давления на основе паров воды перспективным является разработка соответствующей лампы, электроды

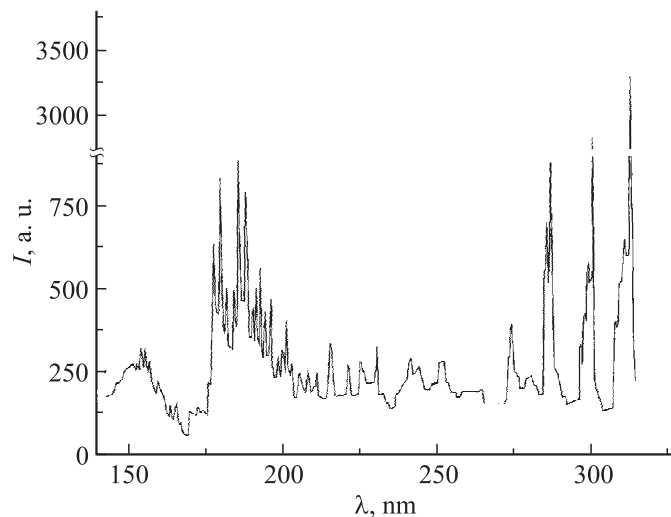


Рис. 1. Спектр излучения плазмы импульсно-периодического емкостного разряда в смеси $p(\text{He})-p(\text{H}_2\text{O}) = 21.3-0.11$ kPa.

которой не соприкасаются с рабочей средой (например, использование барьерного или емкостного разрядов).

В данной работе представлены результаты исследования эмиссионных характеристик импульсно-периодического разряда в смеси гелия с парами воды в ВУФ-области длин волн.

Емкостный разряд зажигался в кварцевой цилиндрической трубке с внутренним диаметром 7 mm и длиной 50 cm. Межэлектродное расстояние в трубке составляло 20 cm. Анод и катод изготовлены из никелевой фольги шириной 2 cm и размещались на внешней поверхности газоразрядной трубки. На электроды емкостного разряда подавались импульсы напряжения амплитуды $\pm 25-40$ kV, а частота их следования могла меняться в диапазоне 50–1000 Hz. Система регистрации характеристик разряда описана в работах [3–5].

Импульсно-периодический емкостный разряд в смеси He–H₂O однородно заполнял весь объем между электродами газоразрядной трубки и имел белый с розовым оттенком цвет. На рис. 1 представлен

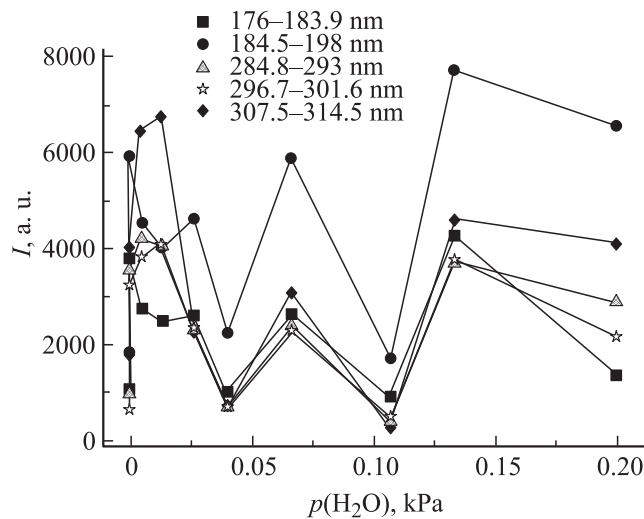


Рис. 2. Зависимость яркости спектральных полос излучения радикала OH^* от давления паров воды в импульсно-периодическом емкостном разряде в смеси $\text{He}-\text{H}_2\text{O}$ при $p(\text{He}) = 2.6$ кПа.

спектр излучения импульсно-периодического разряда в смеси $\text{He}-\text{H}_2\text{O}$. В спектральном диапазоне $\lambda = 300-315$ нм наблюдались полосы с максимумами при $\lambda = 312.1$ нм, $\lambda = 313.4$ нм, характерные для плазмы паров воды. Данные полосы могут быть отождествлены с электронно-колебательными полосами гидроксила $\text{OH}(X-A)$. Также плазма на смеси $\text{He}-\text{H}_2\text{O}$ характеризуется полосами излучения в ВУФ-области на $\lambda = 156, 180.3, 186$ нм, которые отождествляются с излучением $\text{OH}(C-A; B-X)$ [2,3]. На рис. 2 приведены зависимости относительных величин яркости излучения плазмы на основе смеси $\text{He}-\text{H}_2\text{O}$ от парциального давления воды при $p(\text{He}) = 2.5$ кПа. За яркость излучения принималась площадь под соответствующей полосой в спектре, который был приведен к относительной спектральной чувствительности вакуумного монохроматора и фотоумножителя с окном из фторида лития. При $p(\text{H}_2\text{O}) = 0.04-0.11$ кПа наблюдается максимум, когда разряд сравнительно однородный по радиусу трубки. При $p(\text{H}_2\text{O}) = 0.11-0.20$ кПа

этот максимум наблюдался, когда плазма излучала более интенсивно с центральной части газоразрядной трубки.

При росте давления паров воды яркость ВУФ-излучения была максимальной для полос при $\lambda_{\max} = 184.5\text{--}198\text{ nm}$. Это может быть использовано для разработки простых источников ВУФ-излучения с недорогой рабочей средой и спектральным диапазоном излучения $140\text{--}200\text{ nm}$.

Таким образом, исследование эмиссионных характеристик плазмы в смесях паров воды и гелия в спектральном диапазоне $\lambda = 140\text{--}350\text{ nm}$ показало, что импульсно-периодический емкостный разряд в насыщенных парах воды состоит из ряда широких полос ($\lambda_{\max} = 286, 313\text{ nm}$). Также в спектре наблюдаются широкие молекулярные полосы, которые коррелируют с переходами С–А и В–Х радикала ОН. Эти полосы представляют интерес для разработки экологически чистого излучателя для спектрального диапазона $\lambda = 140\text{--}200\text{ nm}$.

Список литературы

- [1] Шуаибов О.К., Шевера И.В., Шимон Л.Л., Соснин Е.А. // Сучасні джерела ультрафіолетового випромінювання: розробка і застосування. Ужгород–Томськ: Видавництво УжНУ „Говерла“, 2006. 223 с.
- [2] Шуаибов А.К., Дащенко А.И., Шевера И.В. // Квантовая электроника. 2001. Т. 31. № 6. С. 547–548.
- [3] Шуаибов А.К., Шимон А.Й., Дащенко А.И., Шевера И.В. // Письма в ЖТФ. 2001. Т. 27. В. 15. С. 46–50.
- [4] Шуаибов А.К., Генерал А.А., Шпеник Ю.О., Жменяк Ю.В., Шевера И.В., Грицак Р.В. // ЖТФ. 2009. Т. 79. В. 8. С. 153–155.
- [5] Шуаибов А.К., Миня А.Й., Гомоки З.Т., Ласлов Г.Е. // ЖТФ. 2009. Т. 79. В. 1. С. 147–151.