

07

О влиянии паров воды на характеристики импульсно-периодического УФ-излучателя

© А.К. Шуаибов, А.Й. Дащенко, И.В. Шевера

Ужгородский национальный университет
E-mail: ishev@univ.uzhgorod.ua

Поступило в Редакцию 26 июня 2001 г.

Приводятся результаты исследования влияния малых примесей паров воды на оптические характеристики излучателя, с рабочей средой He/воздух/H₂O. Возбуждение газовой смеси проводилось в поперечном объемном разряде короткой длительности при зарядном напряжении $U_{ch} \leq 10$ кВ. При изменении парциального давления гелия в диапазоне 10–45 кПа и при $P(\text{воздуха}) = 130$ Па, $P(\text{H}_2\text{O}) = 50\text{--}100$ Па основное излучение плазмы в УФ-области длин волн сконцентрировано в широкой полосе с $\lambda_{\text{max}} = 309.7$ нм. Яркость излучения базовых полос молекулы азота в данной области спектра ($\lambda = 337.1; 315.9$ нм N₂(C–B)) была в два раза меньше. Добавки паров воды к смеси He/воздух приводят к расширению спектрального диапазона работы излучателя в коротковолновую область длин волн за счет спонтанного распада продуктов диссоциации молекул воды.

Одними из наиболее простых импульсно-периодических источников спонтанного излучения в области 300–400 нм являются лампы на основе 2⁺ системы молекулы азота. Они позволяют получать сравнительно мощные импульсы УФ-излучения наносекундной и субнаносекундной длительности [1]. Рабочей средой излучателей, кроме чистого азота, может служить и воздух. В связи с последними разработками эффективных ламп постоянного тока на основе смесей инертных газов с парами воды ($\lambda = 306.4$ нм OH*) [2] представляет интерес перевод таких излучателей в импульсный режим и расширение их рабочего спектрального диапазона за счет использования излучения молекул азота. Для исключения превалирования молекул азота над молекулами H₂O в плазме излучателя были выбраны соизмеримые по величине парциальные давления N₂ и H₂O ($P = 50\text{--}130$ Па), а давление буферного газа — гелия было преобладающим $P(\text{He}) \geq 10 P(\text{N}_2; \text{H}_2\text{O})$.

В данной статье представлены результаты исследования влияния паров воды на характеристики импульсно-периодического УФ-излучателя, работающего на 2^+ системе полос молекулы азота.

Поперечный объемный разряд (ПОР) с искровой УФ-предыонизацией зажигался в объеме $18 \times 2.2 \times 1.0$ см, где 2.2 см — величина межэлектродного расстояния. Емкость основного накопительного конденсатора составляла 10 нФ, а емкость обострительных конденсаторов была равна 9.4 нФ. Величина зарядного напряжения находилась в пределах 7–10 кВ. Более детально конструкция разрядного модуля и система регистрации его характеристик описаны в работах [3–5]. Парциальные давления воздуха и паров воды в смеси He/воздух/ H_2O были равны 130 и 100 Па. Импульс тока ПОР состоял из трех полувольт длительностью 30–50 нс при частоте $f = 1–5$ Hz. Длительность импульсов излучения не превышала 50–70 нс.

Основное излучение плазмы ПОР на основе смеси He/воздух/ H_2O было сосредоточено в области 280–380 нм и включало наиболее яркие полосы $N_2(C-B)$ и полосы, близкие к системе $OH(A-X)$. Для более точного отождествления полос излучения, связанных с наличием паров воды, спектры плазмы ПОР регистрировались во втором порядке монокроматора МДР-2 с дифракционной решеткой $1200 \text{ line.mm}^{-1}$. На рис. 1 приведен участок спектра излучения в видимой области с разрешением ~ 0.2 нм. Он включал спектральные линии 587.6 нм HeI и 656.3 нм H_{α} . УФ-излучение в диапазоне 306–316 нм представляло собой суперпозицию полос, связанных со спонтанным распадом продуктов диссоциации паров воды ($\lambda_{\max} = 307.1; 309.7; 313.8$ нм) и известную полосу с $\lambda_{\max} = 315.9$ нм $N_2(C-B)(0-1)$. Полосы, связанные с наличием примесей паров воды в смеси, плохо соответствовали известным переходам $HO(A-X)$ [6,7]. Так, вместо полосы $OH(A-X)(0-0)$ с $\lambda_{\max} = 306.4$ нм в эксперименте регистрировалась полоса с $\lambda_{\max} = 307.1$ нм. Поэтому полосы в диапазоне 307–313 нм могут быть отнесены к излучению кластерных молекул, образующихся в плазме ПОР из радикалов OH^* (типа димолей OH_2^*), излучение которых должно быть сдвинуто в длинноволновую часть спектра по сравнению с полосами $OH(A-X)$.

На рис. 2 представлены результаты оптимизации суммарной яркости полос в области 307–313 нм и характеристических УФ-полос молекулы азота в зависимости от парциального давления гелия в ПОР на смеси He/воздух/ H_2O . При $U_{ch} = 10$ кВ оптимальное содержание гелия в

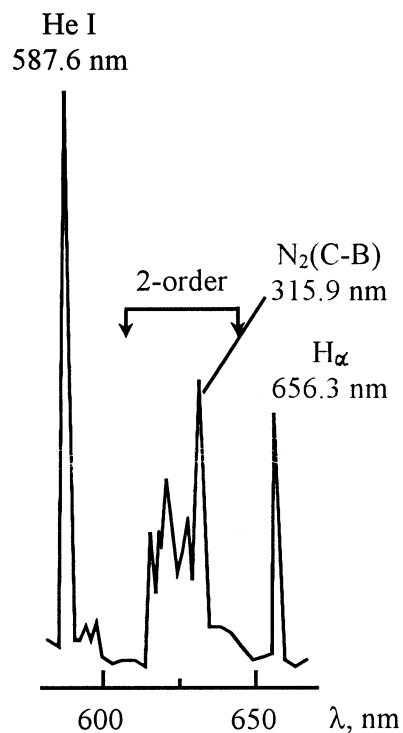


Рис. 1. Спектр излучения плазмы ПОР на смеси He/воздух/H₂O.

смеси находилось в пределах 10–40 кПа. Яркость излучения полос в диапазоне 307–313 нм примерно в два раза превышает яркость полос 337.1 и 315.9 нм N₂(C–B). При $P(\text{He}) \geq 40$ кПа яркость на $\lambda = 337.1$ нм слабо возрастала, а для полосы с $\lambda = 315.9$ нм она практически не зависела от величины $P(\text{He})$ в диапазоне 10–60 кПа. Увеличение парциального давления He в диапазоне от 0 до 10 кПа приводило к росту яркости всех полос излучения примерно в 2.0–2.5 раза.

Таким образом, установлено, что в ПОР на смеси He/воздух /H₂O спектр излучения на основе полос молекулы N₂(C–B) дополняется системой полос в области 307–313 нм, которая связана с излучением продуктов распада молекул воды. Для получения максимальной яркости

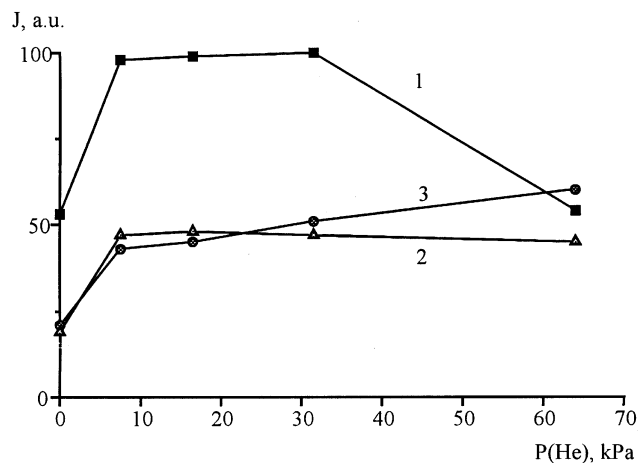


Рис. 2. Зависимость яркости излучения полос 309.7 нм (1), 315.9 нм $N_2(C-B)$ (0–1) (2) и 337.1 нм $N_2(C-B)$ (0–0) (3) в плазме поперечного разряда на смеси He/воздух/ H_2O от величины парциального давления гелия ($U_{ch} = 10$ кВ).

полос с $\Delta\lambda = 307\text{--}313$ нм оптимальное парциальное давление гелия должно находиться в пределах 10–40 кПа, а при $P(\text{He}) = 60$ кПа яркости полос 337.1, 315.9 нм и полос в диапазоне 307–313 нм равны между собой. Рабочая среда на основе смеси He/воздух/ H_2O может быть использована в импульсно-периодических излучателях с преимущественным излучением в диапазоне 307–313 нм. Такие излучатели могут использоваться в импульсной фотометрии, микроэлектронике и химии высоких энергий.

Список литературы

- [1] Ермалицкий Ф.А., Залесский И.Е. // ЖПС. 1983. Т. 38. № 4. С. 550–555.
- [2] Вуль А.Я., Кидалов С.В., Миленин В.М., Тимофеев Н.А. и др. // Письма в ЖТФ. 1999. Т. 25. В. 8. С. 62–67.
- [3] Shuaibov O.K., Shimon L.L., Shevera I.V., Minja A.J. // Journal of Physical Studies. 1999. V. 3. N 2. P. 157–163.

- [4] *Шуайбов А.К.* // Письма в ЖТФ. 2000. Т. 26. В. 9. С. 1–6.
- [5] *Шуайбов А.К., Шимон Л.Л., Дащенко А.И., Шевера И.В.* // ЖТФ. 2001. Т. 71. В. 2. С. 77–81.
- [6] *Wallace L.* // *Astrophysical Journal*. 1962. V. 7. Suppl. Ser. N 68. P. 245–247.
- [7] *Pears R.W.B., Gaydon A.G.* // *The identification of molecular spectra*. Chapman Hall LTD. London. 1963.