

М.И. Ломаев, А.Н. Панченко, В.Ф. Тарасенко

## СПЕКТРЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА В СМЕСЯХ ИНЕРТНЫЙ ГАЗ – $\text{CH}_3\text{Br}$ и $\text{I}_2$

Представлены спектры излучения тлеющего разряда в смесях инертных газов с  $\text{CH}_3\text{Br}$  ( $\text{I}_2$ ). Получено интенсивное излучение молекул  $\text{KrBr}^*$ ,  $\text{XeBr}^*$ ,  $\text{XeI}^*$ ,  $\text{I}_2^*$  и  $\text{IBr}^*$ . Показано, что в этих смесях в УФ-области спектра наиболее интенсивно излучает  $B-X$ -переход молекулы  $\text{XeBr}^*$ . Получена мощность излучения на  $\lambda \approx 282$  нм до 3 Вт при эффективности 2,5%.

Как известно, в ряде технологических процессов, таких как фотостимулирование различных химических реакций [1], деструкция промышленных отходов УФ-излучением [2] и т.д., существует потребность в достаточно узкополосных (в отличие от применяемых в настоящее время ртутных ламп, излучающих несколько линий) источниках излучения в УФ-области спектра. Когерентные источники – эксиплексные лазеры, эффективно работающие в данной области спектра, несмотря на ряд преимуществ, оказываются, во-первых, технически сложными и дорогостоящими в эксплуатации; во-вторых, позволяют получать излучение на ограниченном числе рабочих молекул и, соответственно, длин волн. В то же время некогерентные источники – лампы – существенно более просты технически, допускают более широкий диапазон режимов возбуждения, давлений и состава рабочих смесей по сравнению с лазерами.

Кроме того, в недавних работах [3–5] получена высокая (до 20% и более) эффективность излучения на  $\lambda = 308$  нм в тлеющем разряде, что указывает на возможность технологического применения таких источников излучения. В связи с этим представляется актуальным расширение класса эффективно работающих смесей инертных газов с галогенонесителями при возбуждении тлеющим разрядом, исследование спектров излучения и оптимизация работы ламп.

Целью настоящей работы являлось определение спектров излучения тлеющего разряда в смесях инертных газов с  $\text{CH}_3\text{Br}$  и  $\text{I}_2$ .

Эксперименты проводились с использованием кварцевой трубки длиной 600 мм и внутренним диаметром 40 мм. Регистрация спектров излучения из положительного столба разряда осуществлялась специальным комплексом, включавшим монохроматор МДР-23 (обратная линейная дисперсия 13 А/мм), широкополосный фотоумножитель ФЭУ-100, усилитель постоянного тока У5-11, графопостроитель Н-307. Спектральная полуширина аппаратной функции комплекса составляла не более 0,02 нм. Измерение интенсивности излучения проводилось калиброванным фотодиодом ФЭК-22 СПУ по методике, подробно описанной в [6]. Рабочие смеси готовились непосредственно в трубке. Источником питания служил высоковольтный трансформатор, подключенный к сети (220 В, 50 Гц), позволявший получать напряжение до 10 кВ, ток до 300 мА. Измерения тока разряда и напряжения на разрядной трубке осуществлялись миллиамперметром и киловольтметром соответственно.

В экспериментах использовались смеси  $\text{Xe}(\text{Kr}) - \text{CH}_3\text{Br}$ ;  $\text{He}(\text{Xe}, \text{Kr}, \text{Ne}, \text{Ar}) - \text{I}_2$ . Наибольшая мощность излучения (до 3 Вт) зарегистрирована в смеси  $\text{Xe} : \text{CH}_3\text{Br} = 3:1$  при полном давлении 4 Торр. Ток разряда и напряжение на разрядной трубке при этом равнялись 50 мА и 2,5 кВ соответственно. Эффективность излучения составляла 2,5% относительно мощности накачки.

На рис. 1 приведен спектр излучения положительного столба разряда в данных условиях.

Спектральная полуширина наиболее интенсивного перехода  $B-X$  молекулы  $\text{XeBr}^*$  ( $\lambda = 282$  нм) была около 6 нм. (Для смесей  $\text{Kr}:\text{Cl}_2 = 10:1$ ,  $\text{Xe}:\text{HCl} = 3:1$  при близких условиях возбуждения спектральная полуширина  $B-X$ -перехода молекул  $\text{KrCl}^*$  и  $\text{XeCl}^*$  составляла  $\approx 4,5$  и 8 нм соответственно). В спектре также присутствует полоса перехода  $D-X$  молекулы  $\text{XeBr}^*$  ( $\lambda = 221$  нм). Излучение  $C-A$ -перехода при этом явно не выражено.

В смеси  $\text{Kr}:\text{CH}_3\text{Br} = 3:1$  при полном давлении 6 Торр мощность излучения не превышала 0,85 Вт в тех же условиях возбуждения. При этом в спектре наблюдалось излучение перехода  $B-X$  молекулы  $\text{KrBr}^*$  ( $\lambda \approx 206$  нм) со спектральной полушириной не более 2,5 нм. При работе

на смеси Xe-I<sub>2</sub> в трубке, содержащей следы брома, в спектре излучения разряда кроме B-X-полосы молекулы XeI\* ( $\lambda \approx 253$  нм) наблюдались полосы B-X и D-X молекулы XeBr\* ( $\lambda \approx 282$  и 221 нм соответственно), полосы молекул I<sub>2</sub>\* ( $\lambda \approx 342$  нм) и IBr\* ( $\lambda \approx 368$  нм), рис. 2.

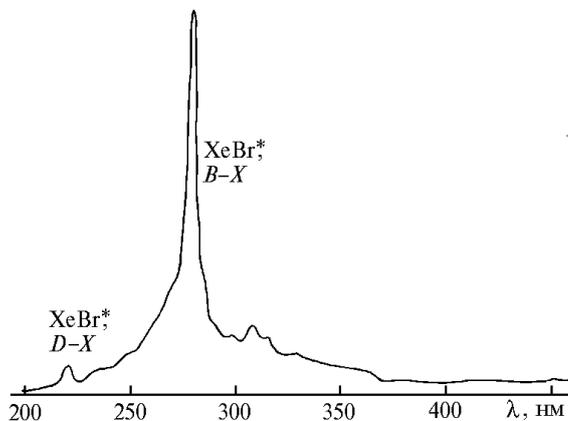


Рис. 1. Спектр излучения в смеси Xe: :CH<sub>3</sub>Br = 3:1 при полном давлении 4 Торр

Таким образом, при исследовании спектров излучения тлеющего разряда в смесях инертных газов с CH<sub>3</sub>Br (I<sub>2</sub>) получено излучение на  $\lambda \approx 282$  и 221 нм молекул XeBr\*, на  $\lambda \approx 206$  нм молекул KrBr\*, на  $\lambda \approx 253$  нм молекул XeI\*, на  $\lambda \approx 342$  нм молекул I<sub>2</sub> и на  $\lambda \approx 386$  нм молекул IBr\*. Наибольшая мощность УФ-излучения, достигающая 3 Вт при эффективности до 2,5%, получена на  $\lambda \approx 282$  нм B-X-перехода молекулы XeBr\*. Одной из возможных причин низкой эффективности работы лампы при этом является, по-видимому, поглощение излучения на стенках трубки из-за конденсации на них продуктов разложения CH<sub>3</sub>Br.

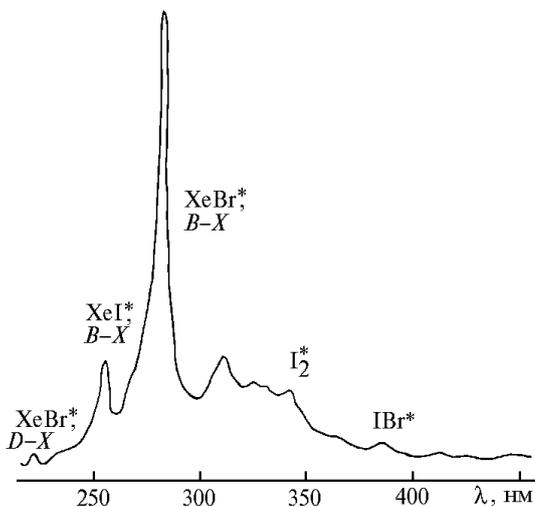


Рис. 2. Спектр излучения в смеси Xe - I<sub>2</sub> при полном давлении 5 Торр. Смесь содержит неконтролируемые остатки брома

Данная работа проведена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект N 9-02-16668-а).

1. Kögelschatz U. // Appl. Surf. Sci. 1992 Т. 54. Р. 410–423.
2. Wang F., Lum B., Cassidy K. // Proceedings of Second Biennial Mixed Waste Symposium, Amer. Soc. of Mech. Engin. August 17–20, 1993.
3. Головицкий А. П., Кан В. С. // Оптика и спектроскопия. 1993 Т. 75. N 3. С. 604–609.
4. Панченко А. Н., Соснин Э. А., Скакун В. С и др. // Письма в ЖТФ. 1995. Т. 21. В. 21. С. 47–51.
5. Головицкий А. П., Лебедев С. В. // Оптика и спектроскопия. 1997. Т. 82 N 2. С. 251–255.

6. Ломаев М.И., Панченко А.Н., Скакун В.С и др. // Оптика атмосферы и океана. 1996. Т. 9. N 2. С. 199-206.

Институт сильноточной электроники СО РАН,  
Томск

Поступила в редакцию  
2 июня 1997 г.

**M. I. L o m a e v, A. N. P a n c h e n k o, V. F. T a r a s e n k o. E m i s s i o n S p e c t r a o f G l o w D i s c h a r g e i n M i x t u r e s R a r e G a s –  $\tilde{N}_2$ Br and I<sub>2</sub>.**

Glow discharge spectra in rare gas – CH<sub>3</sub>Br (I) mixtures are presented. Intense radiation of KrBr\*, XeBr\*, XeI\*, I<sub>2</sub>\* and IBr\* molecules was obtained. B – X band of XeBr\* molecules was found to be the most intensive in the UV spectral region. Radiation power of 3 W and efficiency of about 2.5% were demonstrated at  $\lambda = 282$  nm.