

ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНАЯ РЕАКЦИЯ АТОМОВ МЕДИ И NO₂ В ПОСЛЕСВЕЧЕНИИ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА В БЫСТРОМ ПОТОКЕ ГАЗА

П.А. Михеев, А.А. Шепеленко, Н.В. Купряев, А.И. Воронов.

Самарский филиал Физического института им. П.Н. Лебедева РАН,
443011, Самара, ул. Ново-Садовая 221. mikheyev@fian.smr.ru, shepelenko@fian.smr.ru.

В работе сообщается об обнаружении интенсивной люминесценции в зелёно-голубой области спектра, возникающей в потоковом послесвечении тлеющего разряда постоянного тока в результате реакции меди и двуокиси азота.

Эксперименты проводились на установке, подробно описанной в [1], представлявшей собой цилиндрическую разрядную камеру, через которую прокачивался газ. Продукты разряда затем попадали в зону диагностики, где производились спектроскопические и иные измерения. При измерениях концентрации атомарного кислорода титрованием NO₂ в смесях Ar:O₂ было обнаружено, что в зоне диагностики изменяется цвет свечения: вместо характерного для реакции O + NO → NO₂ + hν желтого свечения появляется свечение голубого цвета. Эксперименты проводились при давлении ~5-25 Тор и концентрациях O₂ меньших 2%. Проведённые спектроскопические измерения

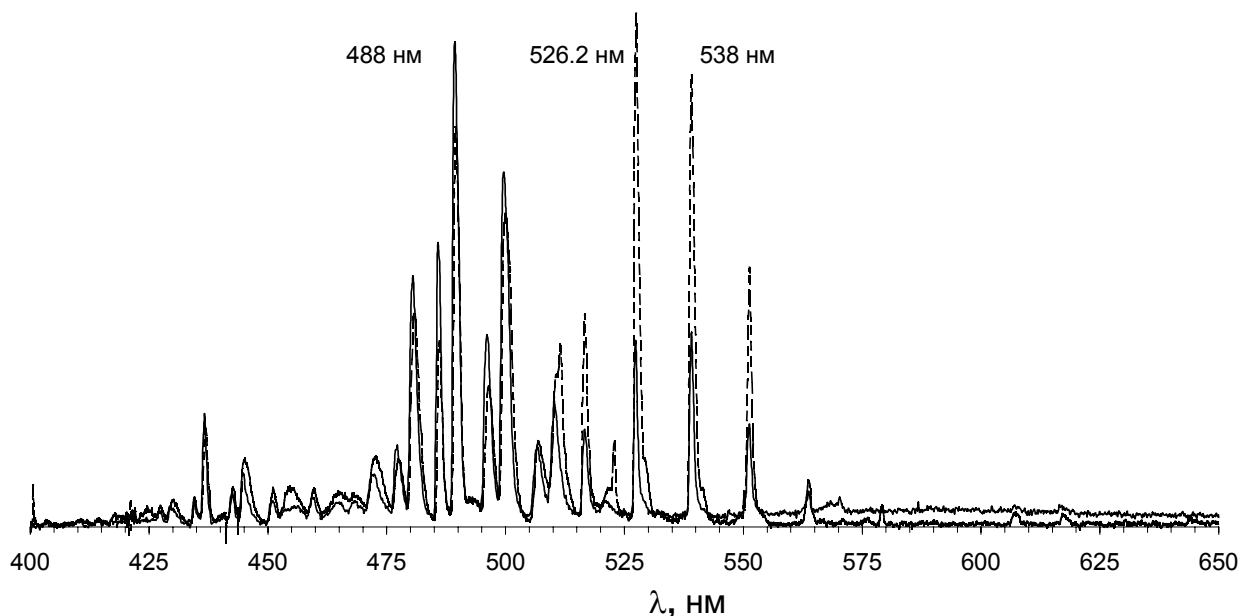


Рис.1. Спектр послесвечения разрядов в смеси Ar:O₂ (15.5 : 0.1 ммоль/с, давление 25 Тор, ток разряда 260 мА) – сплошная линия, и в N₂ (2 ммоль/с, 3 Тор, 240 мА) – пунктир, при добавлении в послесвечение NO₂.

показали, что при добавлении в зону диагностики NO₂ и при использовании медных электродов в спектре появляются молекулярные полосы в зелёно-голубой области спектра. Специально проведённые эксперименты показали, что это свечение отсутствует, если материалом электродов являются алюминий или нержавеющая сталь.

Оказалось, что наблюдаемое свечение становится значительно более интенсивным, если разряд горит в потоке азота. Спектры свечения при подмешивании NO₂ в зону

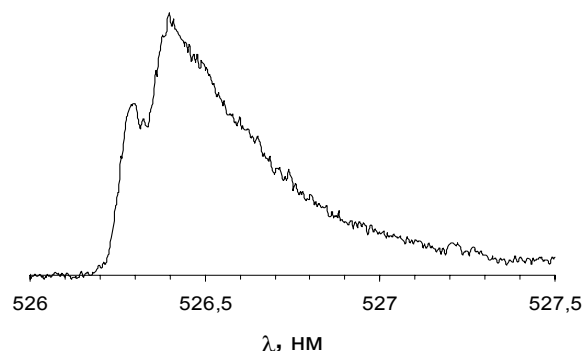


Рис.2. Спектр полосы 526.2 нм снятый с разрешением 0.1 нм. Разряд в N₂ в условиях рис.1.

диагностики для разрядов в $\text{Ar}:\text{O}_2$ и в N_2 приведены на рисунке 1. Как видно из рисунка, спектральные полосы в обоих случаях совпадают. Для смеси $\text{Ar}:\text{O}_2$, присутствует так же сплошной спектр реакции $\text{O} + \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 + h\nu$.

На рисунке 2 представлен спектр одной из наиболее интенсивных полос, снятый с предельно возможным в условиях нашего эксперимента разрешением 0.1 нм. Как видно из рисунка, вращательная структура полосы не разрешена.

Для разряда в азоте обнаруживается сильная зависимость интенсивности свечения от давления, которая проиллюстрирована на рисунке 3. Как видим, особенно интенсивное излучение имеет место в очень узком диапазоне давлений – от 3 до 4 Тор.

Из спектральных измерений ясно, что источником свечения являются электронно-возбужденные молекулы. Ни одна из молекул газов, которые могут присутствовать в послесвечении – N_2 , O_2 , NO , не излучает наблюдаемые полосы. Тот факт, что вращательную структуру полосы разрешить не удалось, может свидетельствовать о том, что по крайней мере одним из атомов этой молекулы является тяжелый атом меди. Поскольку NO_2 является сильным окислителем, а в потоковом послесвечении присутствует атомарная медь [1], то естественно предположить, что продуктом реакции может быть окись меди CuO . В пользу этого предположения говорит и то, что для большинства хемилюминесцентных реакций окисления металлов характерна сильная зависимость фотонного выхода от давления [2]. Однако, надёжно отождествить наблюдаемые полосы с известными для CuO [3] не удалось. Для другого окисла меди – Cu_2O спектральные характеристики в литературе отсутствуют.

В условиях тлеющего разряда в азотных смесях и распыления медного катода возможно так же образование нитрида меди Cu_3N [4]. Однако, спектральные характеристики этого соединения так же неизвестны.

Таким образом, в продуктах тлеющего разряда, в присутствии атомарной меди и двуокиси азота, наблюдается интенсивная люминесценция в зелёно-голубой области. Механизм люминесценции в настоящее время не ясен.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП “Интеграция”, контракт № А0056.

ЛИТЕРАТУРА

1. П.А. Михеев, А.А. Шепеленко, Н.В. Купряев, А.И. Воронов, // См. настоящий сборник.
2. Кочелап В.А., Пекар С.И. // Теория спонтанной и стимулированной хемилюминесценции газов. Киев. Наукова Думка. 1986, С. 84.
3. Хьюбер К.-П., Герцберг Г. // Константы двухатомных молекул. М. Мир. 1984.
4. Depla D., Haemers J. De Gryse R. // Plasma Sources Sci. Technol. 2002, V.11, P. 91.

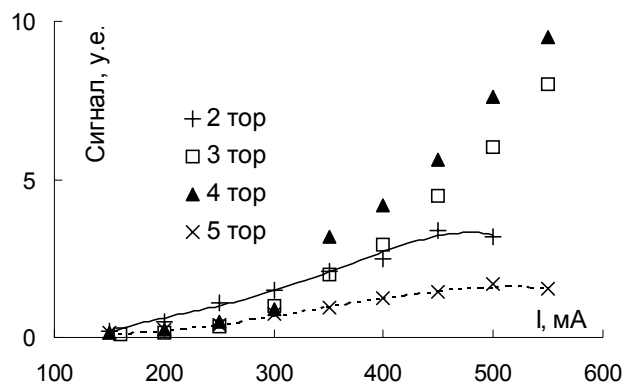


Рис.3. Зависимость интенсивности полосы 526.2 нм от тока при различных давлениях N_2 .