

## К ВОПРОСУ О СПАДЕ УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ АМАЛЬГАМНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ.

А.И. Васильев, С.В. Костюченко, Н.Н. Кудрявцев, М.Е. Кузьменко, В.Я. Печеркин  
ЛИТ ЗАО «НПО»

107076, г. Москва, ул. Краснобогатырская, 44, корп. 1. [lit@npo.lit.ru](mailto:lit@npo.lit.ru)

Спад УФ-излучения ртутных ламп низкого давления, изготовленных из стекла, пропускающего ультрафиолетовое излучение, достигает 50 % после 3 500 часов работы лампы [1]. Основными механизмами этого спада в настоящее время считаются выход ртути из разряда и выделение в плазму щелочноземельных металлов из стекла. Методы, минимизирующие влияние данных механизмов [1], позволяют уменьшить величину спада УФ-излучения до 15% после 8 000 часов работы ламп [2].

Общепризнано, что спад УФ-излучения ртутных и амальгамных ламп, изготовленных из кварцевого стекла должен быть значительно меньше, чем у ламп, изготовленных из обычного стекла, благодаря отсутствию механизмов удаления ртути из разряда и выхода в разряд щелочных металлов. Действительно, для кварцевых ламп спад УФ-излучения достигает 50 %, примерно, после 6 500 часов работы лампы [3]. Однако, для ряда применений кварцевых ламп, например, для обеззараживания воды, требуются лампы с большой мощностью УФ-излучения 95÷125 Вт и значительно меньшим спадом при более длительном времени работы лампы. Такая высокая мощность УФ-излучения достигается благодаря применению амальгамы, которая обеспечивает поддержание оптимального давления паров ртути в лампе.

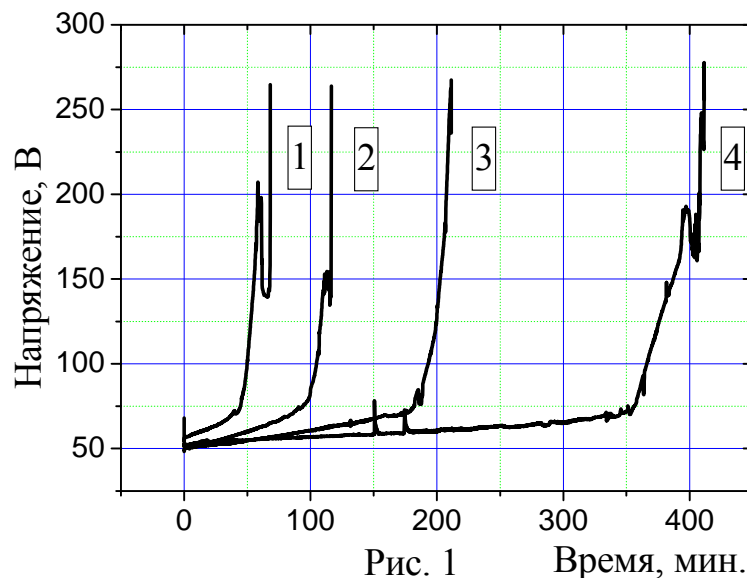
Спад УФ-излучения ламп, изготовленных из кварцевого стекла, в основном определяется свойствами материала внутренней поверхности колбы лампы, чистотой наполняющего инертного газа, катодом и режимом его работы, технологией изготовления лампы [4]. Отсутствие полного описания механизмов спада УФ-излучения для кварцевых ламп низкого давления побудило нас провести ряд исследований в этом направлении.

Целью настоящей работы является исследование влияния на спад УФ-излучения амальгамных ламп мощностью 300 Вт следующих двух из вышеперечисленных факторов:

1. Чистоты внутренней поверхности кварцевой колбы лампы.
2. Качества термообработки катода на начальный спад УФ-излучения ламп.

Для проверки влияния первого фактора нами был изготовлен ряд колб одинаковых геометрических размеров из кварцевого стекла одной и той же марки, применяемого для изготовления ламп. Все колбы были разделены на 4 группы и из них изготовлены экспериментальные лампы. Данные колбы прошли все стадии принятой технологической обработки и заполнены одной и той же смесью инертных газов до давления 0,3 торр, без добавления ртути. Отличие ламп в группах заключалось в том, что на внутреннюю поверхность колб ламп второй, третьей и четвертой групп была нанесена пленка из оксида редкоземельного металла, покрывающая 50%, 75 % и 100% площади внутренней поверхности колб соответственно. На внутренней поверхности колб ламп первой группы пленка отсутствовала. Далее в колбах зажигался разряд и при одном и том же начальном разрядном токе контролировалось изменение падения напряжения на лампе в зависимости от времени. Полученные результаты приведены на Рис.1.

Как видно из Рис.1 кривые падения напряжения на лампах для каждой из групп имеют два ярко выраженных участка, отличающихся наклоном: первый участок медленного роста напряжения и второй участок быстрого роста напряжения, который заканчивается самопроизвольным погасанием лампы. Попытки снова зажечь лампы из каждой группы после их погасания успеха не имели. Время перехода от первого участка - медленного изменения падения напряжения ко второму – быстрому, увеличивается в зависимости от увеличения площади покрытой пленкой оксида металла внутренней поверхности колбы лампы. Длительность первого участка минимальна для непокрытой



оксидом колбы и максимальна для колбы полностью покрытой оксидом. Таким образом, наличие оксидной пленки на внутренней поверхности кварцевой колбы лампы существенно меняет наклон и длительность кривой медленного роста напряжения по сравнению с лампами без пленки оксида.

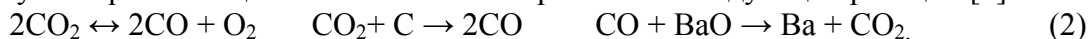
Для проверки влияния второго фактора нами была проведена следующая работа. Разработан триспиральный оксидный катод, обеспечивающий срок службы лампы не менее 12 000 часов при заданном разрядном токе. На его основе изготовлены ряд амальгамных ламп мощностью 300 Вт и проведены исследования влияния качества термообработки катодов на спад УФ-излучения ламп.

Так как разработанный катод получился достаточно массивным по причине необходимости нанесения на него необходимого количества эмиттирующего вещества для длительной работы ламп [4], возникли определенные трудности при его термообработке на откачном посту, а качество термообработки оксидных катодов, как показано в [5], оказывает существенное влияние на спад УФ-излучения как в начальный, так и в последующий периоды работы лампы.

Эмиттирующая суспензия, которую мы применяем, состоит из карбонатов щелочноземельных металлов (ЩЗМ), предназначенных для получения эмиттирующего вещества и органического связующего вещества (биндера), необходимого для закрепления карбонатов ЩЗМ на вольфрамовой основе катода. В качестве эмиттирующего вещества использованы оксиды, которые получают путем разложения карбонатов ЩЗМ в процессе термообработки катодов ламп на откачных постах по следующей схеме [6]:



Во время протекания данных реакций вредные для работы лампы продукты, находящиеся в газообразной фазе, удаляются из колбы лампы путем их откачки. При большом количестве эмиттирующей суспензии на катоде в процессе его термической обработки возрастает вероятность неполного разложения карбонатов [6], которые могут разлагаться в процессе горения лампы под действием температуры и плазмы по схеме 1. В этом случае в работающей лампе возможно протекание следующих реакций [6]:



что вызывает повышенный расход эмиттирующего вещества, разнос продуктов его разложения по колбе лампы, связывание их с атомами ртути во время работы лампы, и, как следствие, увеличение спада УФ-излучения. Исходя из этого были сделаны следующие предположения:

- требуемую степень разложения карбонатов, которая может оказаться недостижимой в процессе обычной термообработки из-за малой теплопроводности образующихся оксидов [6], можно получить с помощью дополнительного прокаливания катодов электрическим разрядом низкого давления, который зажигается в процессе обработки лампы на откачном посту.

В этом случае мы сможем откачать из колбы лампы газообразные продукты разложения по схеме 2, а также удалить твердые продукты разложения из зоны действия положительного столба разряда до окончания технологического процесса обработки лампы. В итоге мы должны получить уменьшение спада УФ-излучения.

Для проверки этого предположения был изготовлен ряд амальгамных ламп мощностью 300 Вт, отличающихся режимом термообработки катодов. Катоды ламп из группы 1 были подвергнуты обычному термическому нагреву. Катоды ламп из групп 2 - 5 были подвергнуты термическому нагреву и последующей обработке разрядом с током 3 А в течение 5, 30, 60, 120 секунд соответственно.

Относительные спады УФ-излучения этих ламп, полученные после 500 часов их горения и приведенные к 100 часам (начальная точка отсчета), показаны на Рис. 2.

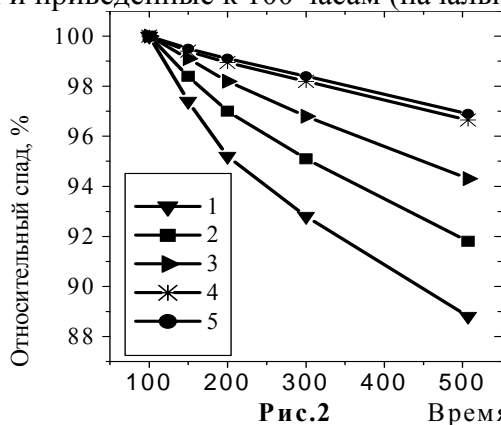


Рис.2

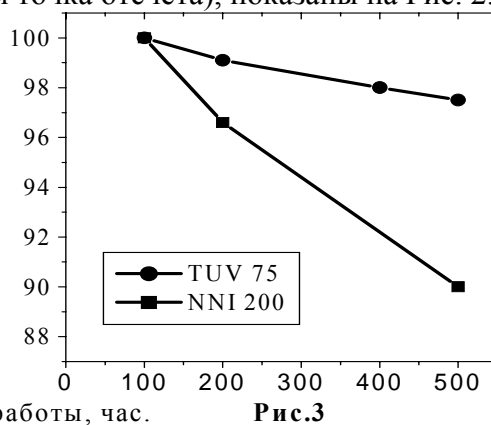


Рис.3

Как видно из Рис.2, за 500 часов горения ламп наибольший спад УФ-излучения показали лампы из группы 1, катоды которых не подвергались обработке разрядом. Спады УФ-излучения ламп из групп 2 - 5 соответственно уменьшаются с увеличением времени обработки разрядом катодов и для ламп из групп 4 и 5 они практически одинаковы. Для сравнения на Рис.3 приведены спады УФ-излучения после 500 работы ртутной лампы TUV-75, которая имеет спад УФ-излучения 20 % после 8000 часов непрерывного горения, и амальгамной лампы NNI-200, которая имеет спад УФ-излучения 28 % после 5000 непрерывного горения [2;3].

#### Выводы:

1. Применение оксидного покрытия на внутренней поверхности колб кварцевых ламп при наполнении их смесью инертных газов до давлений 0,3 торр приводит к увеличению времени горения лампы, что, возможно, может привести к уменьшению спада УФ-излучения при разряде в парах ртути.
2. Подтверждено, что начальный спад излучения мощных амальгамных ламп зависит от качества обработки оксидных катодов.
3. Применение дополнительной обработки разрядом катодов в процессе их термообработки на откачном посту приводит к уменьшению начального спада УФ-излучения амальгамных ламп и пропорционально зависит от времени обработки разрядом.
4. Обработка катодов разрядом более одной минуты не приводит к дальнейшему существенному уменьшению спада УФ-излучения ламп, что, возможно, является признаком полного разложения карбонатов.
5. Характер поведения кривых спада УФ-излучения исследуемых амальгамных ламп из групп 4 и 5 (Рис.2) и лампы TUV 75 (Рис.3) дают основание считать, что спад УФ-излучения амальгамных ламп мощностью 300 Вт будет аналогичным спаду УФ-излучения лампы TUV 75 и при дальнейшей работе амальгамных ламп из этих групп.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *UK Patent Application GB 2124019 A.*
2. *[www.lighting.philips.com/nam/hproduct\\_database/special/displayspecial.php?id=53](http://www.lighting.philips.com/nam/hproduct_database/special/displayspecial.php?id=53)*
3. *UV-C high power sources каталог Heraeus Noblelight HNG-D102E*
4. *Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. М.: Энергоатомиздат.1991. 720 с.*
5. *М.Е. Кузьменко Экспериментальные исследования разряда в парах ртути и инертных газов и разработка мощного источника УФ-излучения. Дис. на соиск. уч. ст. к.ф.м.н. Москва. 2000. 143 с.*
6. *Иориш А.Е., Кацман Я.А., Птицын С.В., Шейнгауз А.А. Основы технологии производства электровакуумных приборов. Л.: Энергия. 1971. 313 с.*