

Мощность, потребляемая лампой — 2000 Вт, напряжение на лампе — 230 В, сила тока — 9,2 А, срок службы — 3000 ч, бактерицидный поток — 100,0 бакт.

Внешний вид лампы представлен на рис. 11.

Для фотоэкспонирования печатных плат усовершенствованы МГЛ типа ДРТИ 2000 и созданы лампы аналогичного назначения мощностью 3000 Вт. В лампах (рис. 12) оптимизирован спектральный состав излучения для процессов фотоэкспонирования при неизменных электрических параметрах. Лампы выпускаются по ТУ 16—675.197—87.

Многообразие выпускаемых ИС и создание принципиально новых типов ламп позволяют поддерживать постоянный интерес потребителей к нашей продукции.

УДК 628.327.534:546.13

ПРОБЛЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ И ПЕРЕЗАЖИГАНИЯ КОМПАКТНЫХ МЕТАЛЛОГАЛОГЕННЫХ ЛАМП

И. Ф. МИНАЕВ, канд. техн. наук

Завод специальных источников света и электровакуумного стекла. г. Саранск

Вследствие отрицательного воздействия галогенидов металлов на электроды МГЛ, связанного с увеличением работы выхода электронов, и на проводимость разрядного промежутка, зажигание МГЛ не удается осуществить питающим напряжением. Поэтому для обеспечения стабильного зажигания МГЛ используется высоковольтный электрический импульс, амплитуда которого изменяется от 4—5 до 50—60 кВ в зависимости от типа ламп и необходимости их зажигания в горячем состоянии [1]. Устройства, генерирующие высоковольтный импульс, выполняются либо отдельно от лампы [2], либо вводятся непосредственно в конструкцию лампы, например, во внешний баллон МГЛ [3]. Наряду с использованием высоковольтного импульса, существуют многочисленные технические решения, обеспечивающие стабильное зажигание ламп. Они связаны и с разработкой новых эмиссионных материалов [4] и усовершенствованием конструкции электродов [5].

Целый ряд решений направлен на улучшение среды разряда. Для поглощения водорода в горелках МГЛ используют селективные газопоглотители, например, сплав циркония с алюминием [6], смесь перекиси бария и меди [7]. Использование смеси неона и аргона в [8] позволяет настолько снизить напряжение зажигания, что в ряде случаев обеспечивает зажигание ламп непосредственно от питающего напряжения. В [9] го-

ворится о стабилизации напряжения зажигания в процессе срока службы за счет введения в горелки МГЛ металлов, связывающих свободные галогены. В [10] рассматриваются попытки создания МГЛ для работы с ПРА ртутных ламп ВД моноидной композиции InI, обеспечивающей отсутствие в разрядной трубке свободного иода.

Все перечисленные технические решения обеспечивают пробой газоразрядного промежутка в переходе разряда в дуговой. Технических же решений, которые бы решали задачи стабилизации работы МГЛ в пусковой период, практически нет. Между тем, явления, происходящие в период разгорания МГЛ, весьма многообразны, а в маломощных компактных МГЛ они могут привести к погасанию ламп и невозможности их эксплуатации.

Наиболее актуальна проблема стабилизации работы в период разгорания для компактных МГЛ, используемых в световых приборах для освещения в цветном телевидении и цветной киносъемке (лампы типов ДРИШ-1 и ДРИШ-2). Происходит это по следующим дополнительным причинам.

Если в большинстве МГЛ галогены используются в строгом стехиометрическом соотношении к излучающим металлам и принимаются меры по ликвидации свободных галогенов в процессе срока службы, то МГЛ типов ДРИШ-1 и ДРИШ-2 уже в составе дозировки имеют избыточные галогены в количестве 0,1—2,0 мг/см³ объема горелки, необходимые для обеспечения цикла возвращения распыленного вольфрама со стенок горелок на электроды. Электроотрицательное воздействие свободных галогенов еще более существенно, чем галогенидов излучающих металлов: диспрозия, гольмия и тулия, хотя последнее велико [11].

В компактных МГЛ указанного типа электроды с целью достижения специального теплового режима и ограничения количества компонентов наполнения (для обеспечения прохождения упомянутого вольфрамо-галогенного цикла) выполняются стержневыми, лишенными спиралей и не оксидаются.

Давление инертного газа в горелках ламп составляет не менее 13,3 кПа, что обеспечивает минимальное распыление электродов в процессе эксплуатации, но, вместе с тем, повышает напряжение зажигания.

Удельные количества дозируемых галогенидов редкоземельных металлов в компактных МГЛ в связи с малым объемом их горелок в 3—10 раз выше, чем у большинства типов обычных МГЛ.

В процессе разработки ламп ДРИШ-1 и ДРИШ-2 малых мощностей (575 и 200 Вт) зафиксировано погасание и незажигание значительной части ламп, что потребовало тщательного изучения указанных явлений.

В процессе разработки МГЛ типа ДРИШ мощностью 200 Вт выявилось их погасание в период разгорания через 3—15 с после зажигания при питании током номинального напряжения. Подобные единичные случаи отмечались во время зажигания ламп мощностью 575 Вт, при изготов-

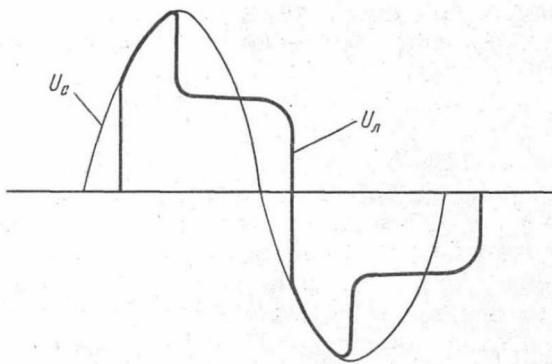


Рис. 1. Осциллограмма напряжений питающей сети (U_c) и лампы (U_l) в момент ее погасания.

лении же ламп мощностью 200 Вт процент гаснущих ламп составляет 30—35 %.

Погасание МГЛ происходит при величине напряжения на лампах 25—35 В, что исключает причину их неработоспособности вследствие высокого значения коэффициента нестабильности $K = U_l/U_c$ [12].

С целью выявления причин описываемого явления были сняты осциллограммы значений напряжений питающей сети U_c и лампы U_l во время погасания. На рис. 1 видно, что в момент погасания значение напряжения на лампе при перезажигании резко возрастает и лампа гаснет, поскольку перезажигание ламп в последующий полупериод еще менее вероятно из-за резкого увеличения времени деионизации газоразрядного промежутка. Таким образом, погасание обусловлено незажиганием разряда после прохождения тока лампы через нулевое значение.

С целью объяснения механизма погасания еще раз обратимся к составу компонентов наполнения ламп ДРИШ. В нем четко вырисовываются две группы компонентов с противоположными электрическими свойствами. Это электроотрицательные иодиды и бромиды ртути и электроположительные иодиды и бромиды щелочных металлов. На рис. 2 изображены кривые изменения давления паров указанных компонентов наполнения в зависимости от температуры.

При температуре 400 °C давление галогенидов ртути значительно и составляет 400 кПа. При этой температуре давление галогенидов цезия еще совсем мало, т. е. в диапазоне 300—600 °C в разрядном промежутке уже много электроотрицательных галогенидов ртути и еще мало электроположительных галогенидов цезия. Измерение температуры горелок, при которой происходит погасание разряда, дало результат 200—500 °C, т. е. на 100 °C ниже значений температур, представленных на рис. 2 и при которых создаются наиболее неблагоприятные условия для развития разряда. Именно такой перепад температур характерен для кварцевой колбы толщиной 2 мм.

Значит, погасание ламп как раз и происходит при температуре внутренней стенки горелок 300—600 °C. Из рис. 2 можно предположить, что при температурах больших 600 °C условия развития разряда будут улучшаться: давление электроотрицательных галогенидов ртути при этих усло-

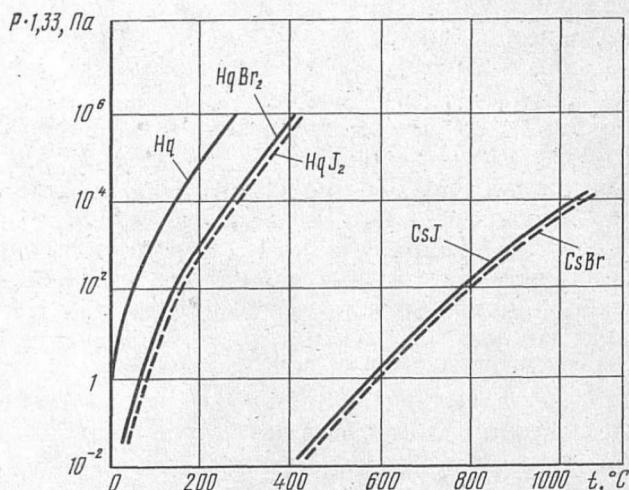


Рис. 2. Температурная зависимость давления насыщающих паров Hg , HgI_2 , $HgBr_2$, CsI , $CsBr$

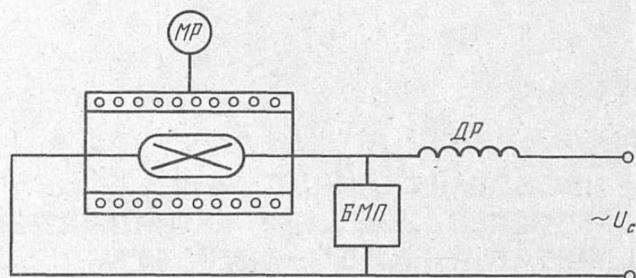


Рис. 3. Схема зажигания лампы с предварительным подогревом

виях быстро растет и вероятно, что при нагревании ламп до температуры порядка 600—700 °C они не будут погасать.

Для экспериментальной проверки этого предположения лампы типа ДРИШ 200-2 помещались в электронагревательную печь с регулируемой прибором $МР$ температурой (рис. 3). Лампы включались в сеть по традиционной схеме питания. Для испытаний были отобраны МГЛ, неизменно гаснувшие при включении их в сеть с номинальным напряжением. Производилось включение ламп при различных значениях температуры горелок. Из результатов испытаний, представленных на рис. 4, видно, что уже при температуре 300 °C 30 % ламп нормально входят в режим и работают стably; при 600 °C практически все лампы (19 из 20) не гаснут во время разгорания. Таким образом, можно осуществлять тренировку гаснущих ламп. Через 1,5—2 ч горения до 30 % ламп ранее гаснувших при включении их в нормальных условиях работают стably и входят в номинальный режим работы лампы. Еще одним подтверждением правильности предложенного механизма разгорания является наличие при охлаждении ламп после отключения периода времени, в течение которого стабильность зажигания резко снижается (рис. 5). У ламп ДРИШ 200-2 он располагается в диапазоне 80÷200 с, у ламп ДРИШ 575—105÷180 с, ДРИШ 1200—230÷150 с, у ламп большей мощности ухудшение зажигания не проявляется. Эти данные хорошо согласуются

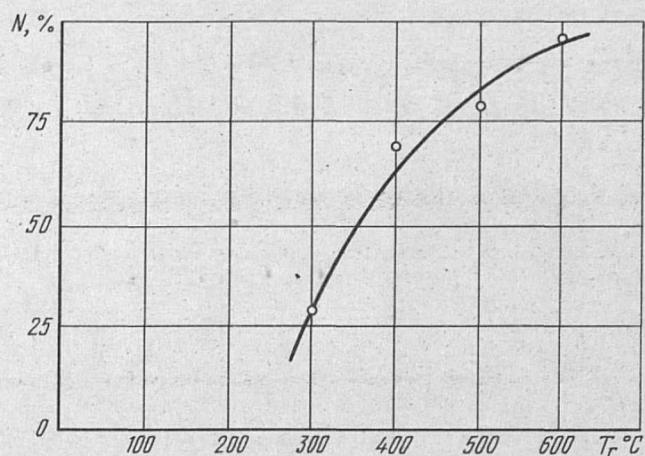


Рис. 4. Зависимость стабильности зажигания ламп ДРИШ 200-2, гаснущих при неблагоприятных условиях развития разряда от температуры горелки

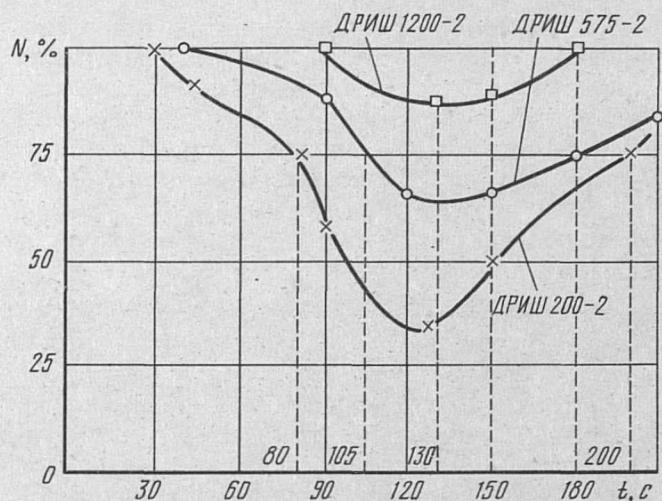


Рис. 5. Стабильность зажигания компактной МГЛ в процессе остывания:
1 — ДРИШ 200-2, 2 — ДРИШ 575-2, 3 — ДРИШ 1200-2

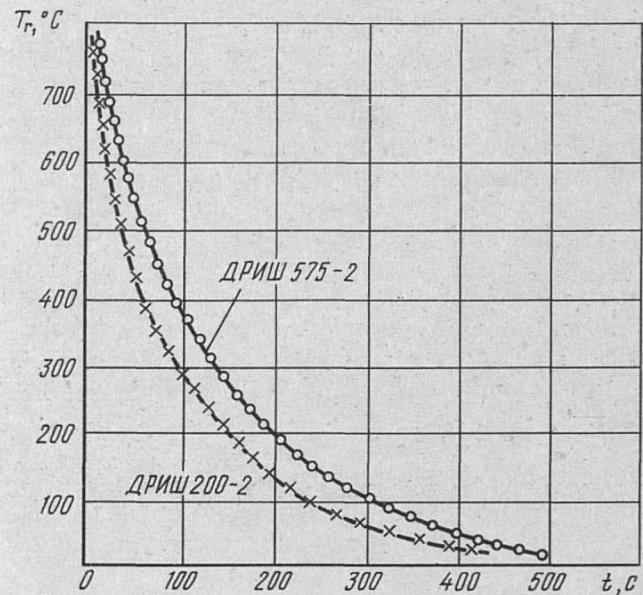


Рис. 6. Изменение температуры нижней части горелки компактной МГЛ в процессе остывания.

с кривыми снижения температуры ламп после отключения (рис. 6), если учитывать наличие перепада температур 100°C по стенке колбы горелок.

С целью устранения явления погасания проведен комплекс работ по усовершенствованию технологического процесса изготовления ламп ДРИШ малых мощностей, направленных на снижение загрязнений, попадающих в горелки вместе с компонентами наполнения. Эти работы совместно с совершенствованием состава компонентов в части определения оптимального молярного соотношения галогенидов цезия к галогенидам ртути ($20 > \text{CsI}/\text{HgI}_2 > 10$) позволили снизить долю гаснущих ламп ДРИШ 200-2 до 8—10 %, что находится на уровне достигнутого выхода годных при изготовлении МГЛ типа ДРИШ 575.

При отключении питающего напряжения в первые 20—30 с после зажигания «холодной» лампы повторные зажигания часто воспроизвести не удается. Наиболее четко этот дефект выражен у ламп ДРИШ мощностью 200 и 575 Вт. У ламп ДРИШ 1200 он выражен слабее; редко, но встречается при эксплуатации ламп типа ДРИШ 1500. Лампы мощностью 4000 и 7000 Вт лишены этого недостатка.

Причиной незажигания ламп является токопроводящая пленка компонентов наполнения (в основном, ртути), которая образуется при отключении электроэнергии в указанный период времени (20—30 с).

Высоковольтный импульс блока мгновенного перезажигания при включении ламп в значительной части замыкается по токопроводящей пленке и не обеспечивает зажигания.

Образование пленки происходит вследствие распыления значительных количеств ртути, находящихся на электродах, разогреваемых высоковольтным импульсом. Пленка сохраняется при разогорании в течение 20—30 с, после чего ртуть испаряется со стенок горелок вследствие повышения температуры.

С целью устранения незажигания ламп была изготовлена экспериментальная партия ламп с использованием в качестве материала электрода вольфрама марки ВТ-15 вместо вольфрама марки ОЧВ. Результаты испытаний показали практическое отсутствие явления незажигания, хотя пленка компонентов наполнения сохранялась и высоковольтный импульс частично по ней замыкался. Однако снижение работы выхода электронов при переходе от вольфрама ОЧВ к вольфраму ВТ-15 (с 4,5 до 2,7 эВ) оказалось достаточным для обеспечения зажигания разряда даже при разветвлении высоковольтного импульса. Можно констатировать, что применение вольфрама марки ВТ-15 устраниет незажигание ламп типов ДРИШ 200 и ДРИШ 575. Однако при испытаниях на продолжительность горения выяснилось, что уже через 100—150 ч горения лампы выходили из строя вследствие почернения колбы. Происходит это из-за большей склонности вольфрама ВТ-15 к почернению (по сравнению с вольфрамом марки ОЧВ).

К частичному устранению незажигания привело применение химически инертных окислов редкоземельных элементов, которые позволяют снизить количество загрязнений, попадающих в горелки.

Из анализа механизма незажигания ламп ДРИШ при отключении питания в период разгорания следует, что если каким-либо образом предотвратить конденсацию основной массы ртути на электродах, можно ожидать полного устранения незажигания.

Конденсирование ртути на электродах ламп происходит вследствие того, что после отключения ламп охлаждение электродов до температуры конденсирования ртути быстрее кварцевой горелки. Для устранения этого необходимо, чтобы какая-то часть колбы охлаждалась до температуры конденсирования ртути быстрее электродов. Этого можно добиться, если после выключения ламп с поверхностью их колб соприкасалось какое-либо тело с высокой теплопроводностью: металлический стержень, стеклянный штабик и т. д. Все это однако приводит к неудобствам в эксплуатации ламп. Поэтому была исследована возможность устранения конденсирования ртути на электродах за счет изменения конструкции электродов и степени их заварки в кварцевое стекло ножек. Были изготовлены экспериментальные партии ламп, у которых на электродах в зоне заварки в кварцевое стекло выполнялись кольцевые проточки. Для электродов ламп ДРИШ 575 проточки на электроде диаметром 1,2 мм имеют следующие размеры: ширина — 1, глубина — 0,2 мм.

МГЛ, изготовленные с применением электродов, имеющих кольцевые проточки, при отключении напряжения питания в период разгорания не чернеют, так как ртуть в основном конденсируется на различных участках внутренней поверхности колб и при разгорании сплошной пленки ртути не образуется. Изготовленные таким образом МГЛ практически лишены явлений незажигания при аварийном отключении питающего напряжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочная книга по светотехнике. (Под ред. Айзенберга Ю. Б.). М.: Энергоатомиздат, 1983.
2. Пляскин П. В., Федоров В. В., Буханов Ю. А. Основы конструирования электрических источников света. М.: Энергоатомиздат, 1983, 360 с.
3. Патент Японии № 54—44197 МКИ НО 1 43/24.
4. Патент США № 3888391, НКИ 313—218.
5. Патент США № 3982154, НКИ 315—51.
6. Патент США № 3805105, НКИ 313—25.
7. Патент США № 3737710, НКИ 313—174.
8. Патент США № 38952251, НКИ 313—226.
9. А. С. СССР, № 813539 Металлогалогенная лампа.
10. Патент ГДР № 203430.
11. Пчелин В. М. О роли цезия в компактных МГЛ. // Светотехника, 1982. № 6. С. 12—15.
12. Рохлин Г. Н. Газоразрядные источники света. М.—Л.: Энергия, 1966.

УДК 621.327.534.001.2

ЭРОЗИЯ ОКСИДНЫХ ТЕРМОЭМИТТЕРОВ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП*

Ю. А. КОРОЧКОВ, канд. техн. наук

Всероссийский институт источников света им. А. Н. Лодыгина

Диссоциация и сублимация оксидных соединений в РЛ тесно связаны с эрозионными процессами, интенсивность которых обусловлена как термодинамическими свойствами веществ, так и условиями их эксплуатации (температурой, давлением, составом окружающей среды).

Задача расчета количества веществ, переносимого в процессе эрозии с поверхности термоэмиттера на стенку светопропускающей трубы, наиболее просто решается для катодов, работающих в вакууме или при низком давлении парогазовой среды, заполняющей междуподложное пространство, т. е. когда длина свободного пробега частиц больше диаметра горелки. В этом случае количество частиц, покидающих единицу поверхности в единицу времени dN/dt и достигающих стенки баллона, определяется выражением [1]**:

$$dN/dt = v n_s e^{-\Delta G/(kT)},$$

где v — частота колебаний атомом поверхности; n_s — поверхностная концентрация; G — изобарный потенциал.

Повышение давления парогазовой смеси усложняет процессы массопереноса: в стационарном режиме работы ламп при постоянстве полного давления парциальное давление наполняющей смеси и продуктов испарения в непосредственной близости от поверхности катода отличаются от значений вдали от раздела фаз. Если продукты сублимации могут свободно дифундировать во все точки объема, то для остальных компонентов газовой среды катод является непроницаемой перегородкой, способствующей концентрации частиц у поверхности термоэмиттера. В установившемся режиме работы сохраняется постоянство во времени распределения парциальных давлений всех компонентов парогазовой среды, и перемещение буферной смеси к поверхности испарения должно компенсироваться конвективным потоком, направленным от поверхности катода к стенке разрядной трубы.

Таким образом, при градиентах температуры, позволяющих не принимать в учет термоибародиффузию, суммарный поток частиц, покидающих поверхность термоэмиттера, складывает-

* Полный текст рукописи депонирован в редакции журнала

** Мойжес Б. Я. Физические процессы в оксидном катоде. М.: Наука, 1968, 450 с.