

Рис. 4. Рассчитанная видимость ЗСИП типов ЗЛС338Б (1) и ИВ-22 (2) в зависимости от внешней освещенности при угловом размере высоты знаков $30'$

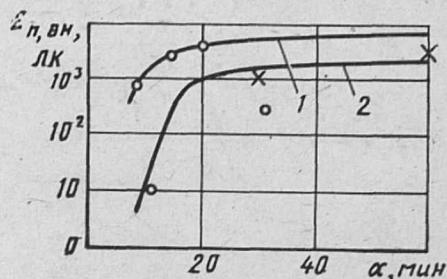


Рис. 5. Пороговая освещенность ЗСИП типов ЗЛС338Б и ИВ-22 в зависимости от углового размера высоты знаков:
1 — ЗЛС338Б; 2 — ИВ-22 (экспериментальные точки: ○ — из [6], ✕ — из [7])

имеют почти 10-кратное отличие в коэффициентах яркости фона, но их эквидистантность сохраняется.

Для проверки рассчитанных зависимостей видимости сравним также пороговую освещенность для рассматриваемых ЗСИП, полученную из эксперимента и с помощью модели. Расчет пороговой освещенности (термин для ИП — потеря видимости) возможен при учете связи контраста с освещенностью ЗСИП [см. (2) и (4)] при фиксированной яркости ЗСИП. На рис. 5 показаны расчетные зависимости

пороговой освещенности ЗСИП типов ЗЛС338Б (яркость $250 \text{ кд}/\text{м}^2$, $\beta_\Phi=0,56$) и ИВ-22 (яркость $100 \text{ кд}/\text{м}^2$, $\beta_\Phi=0,9$) от углового размера (рис. 5). Для сравнения на кривой 1 нанесены полученные нами по методике из [3] экспериментальные точки, а на кривой 2 — другими авторами [6, 7].

Хорошее согласие теоретических расчетов с экспериментальными данными дает основание использовать предложенную модель при расчете видимости ЗСИП и в более широких условиях внешней засветки, а также для других ИП.

29.11.91

09.03.92

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочная книга по светотехнике/ Под ред. Ю. Б. Айзенберга. М.: Энергоатомиздат, 1983, 472 с.
2. Мешков В. В., Епанешников М. М. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972, 360 с.
3. Васьковский А. А., Латышев В. А., Романов С. С. Расчет вероятности опознавания знаков на знакосинтезирующих индикаторах// Светотехника. 1990. № 11. С. 5—8.
4. Васьковский А. А., Романов С. С. Расчет пространственно-частотных функций органа зрения при обнаружении и опознавании объектов наблюдения// Оптико-механическая промышленность. 1987. № 9. С. 13—16.
5. ГОСТ 29.05.002—82. Индикаторы цифровые знакосинтезирующие. Общие эргономические требования.
6. Быстров Ю. А., Литвак И. И., Персианов Г. М. Современные индикаторы// Обзоры по электронной технике. Сер. 4. Электровакуумные и газоразрядные приборы 1983. Вып. 3. 41 с.
7. Иванова В. П., Мурашова М. А. Вопросы восприятия информации с индикатора ИВ-22// Актуальные вопросы охраны труда: Сб. научн. работ ин-тов охраны труда ВЦСПС. М., 1986, с. 104—109.

* * *

Theoretical bases and indicators' visibility calculation method are put forward. A flow diagram for calculation on computer is given. Dependences are listed of threshold contrast versus segment variable luminances, sign-synthesized indicator's visibility when viewed from various angles versus external illuminance direction, and also for threshold illuminance versus angle size of indicator's signs.

УДК [628.9.621.327]:535.2

МНОГОСЛОЙНЫЕ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ В РАЗРЯДНЫХ ЛАМПАХ

В. Б. ГРИЦКЕВИЧ, инж.,
А. С. ИВАНЦЕВ, канд. физ.-мат. наук

Всесоюзный институт источников света
им. А. Н. Лодыгина

В современных РЛ возможно использование оптических пленок для коррекции спектров излучения и повышения световой отдачи [1]. Применяются полупроводниковые пленки SnO_2 , In_2O_3 , CdSnO_4 и диэлектрические — TiO_2 . Следует отметить, что параметры этих пленок не поддаются расчету [2, 3], а технологии осаждения некоторых из них неэкологичны.

В оптике известны многослойные интерференционные покрытия (МИП), они уже довольно широко применяются в ЛН, особенно в галогенных [4, 5]. В данной работе МИП рассматриваются в аспекте применения в РЛ для повышения световой отдачи, а также коррекции спектров излуче-

ния в любом спектральном диапазоне. Современные научные методы позволяют с достаточно высокой степенью точности рассчитывать МИП [5—8].

Расчет МИП складывается из двух этапов: анализа и синтеза. Анализ заключается в том, чтобы исходя из требований к спектральным характеристикам РЛ $dr'(\lambda)$ найти спектральные характеристики отражения $\rho(\lambda)$ или пропускания $\tau(\lambda)$ МИП. Спектральные характеристики обычной РЛ $dr(\lambda)$ всегда известны. Совместное решение выражений для $dr'(\lambda)$ и $dr(\lambda)$ дает значение для $\tau(\lambda)$ или $\rho(\lambda)$ МИП. Решение может быть выполнено как графически, так и аналитически по методике, изложенной в [9].

Синтез МИП предполагает определение по спектральным характеристикам отражения или пропускания параметров слоев, образующих МИП, а именно: количества слоев, показателей преломления и толщины каждого слоя. При этом МИП должны обладать характеристиками, близкими к заданным. При синтезе необходимо учитывать последующий этап реализации — стремление к возможно меньшему количеству слоев, предпочтительность выбора технологичных материалов для слоев. При этом выбор тех или иных материалов может привести к необходимости увеличения числа слоев МИП. На практике задача синтеза МИП решается на ЭВМ по программе расчета, описанной в [1].

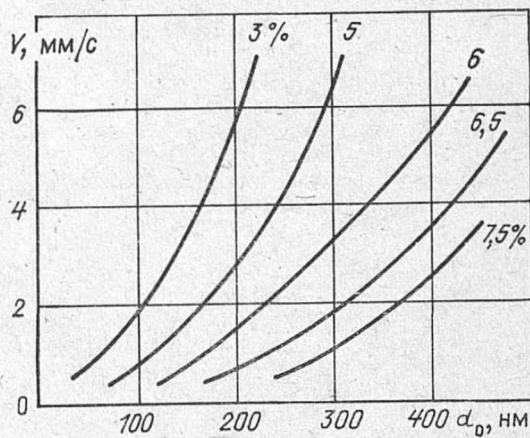


Рис. 1. Номограмма зависимости толщины пленок TiO_2 от скорости вытягивания и концентрации раствора

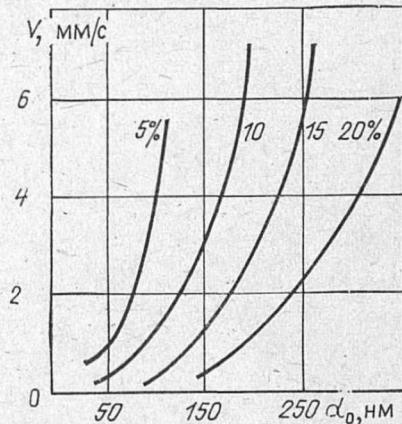


Рис. 2. Номограмма зависимости толщины пленок SiO_2 от скорости вытягивания и концентрации раствора

Этим методом синтезированы МИП для безозонных ксеноновых ламп сверхвысокого давления и НЛ ВД с повышенной световой отдачей. И в том, и другом случае число слоев МИП было выбрано равным 3. В качестве материала с высоким показателем преломления была взята двуокись титана TiO_2 , в качестве материала с низким показателем преломления — двуокись кремния SiO_2 . Многослойные интерференционные покрытия на колбы осаждались экологически чистым химическим методом равномерного вытягивания из растворов органических соединений тетраэтоксититана и тетраэтоксикремния с последующей термообработкой [10]. Для получения пленок заданной толщины была экспериментально выяснена ее связь с концентрацией пленкообразующих растворов и скоростью вытягивания. Результаты приведены на рис. 1 и 2. Для построения номограммы пленки TiO_2 и SiO_2 наносились как на плоские пластины, так и на наружные поверхности кварцевых труб. Результаты оказались идентичными. Для приготовления раствора, содержащего соединения титана, использовался 96 %-ный, а для кремния — 99 %-ный этиловый спирт. Термическая обработка первого пленкообразующего компонента (TiO_2) производилась на воздухе при 550°C в течение 15 мин, второго (SiO_2) — также на воздухе при 450°C в течение 10 мин. Нанесение пленок осуществлялось в помещении с температурой 20°C и относительной влажностью 50—60 %. Полученные пленки были про kontrolированы по структуре, химическому составу, показателю преломления и толщине.

Кристаллическая структура и химический состав пленок исследовались рентгенографическим методом на дифрактометре типа ДРОН-1 в отфильтрованном $\text{CuK}\alpha$ излучении. Установлено, что начиная с температуры отжига 350 — 400°C пленки TiO_2 аморфны, имеется небольшая примесь кристаллической модификации анатаза. С увеличением температуры отжига до 550°C содержание кристаллической фазы увеличивается незначительно даже при дли-

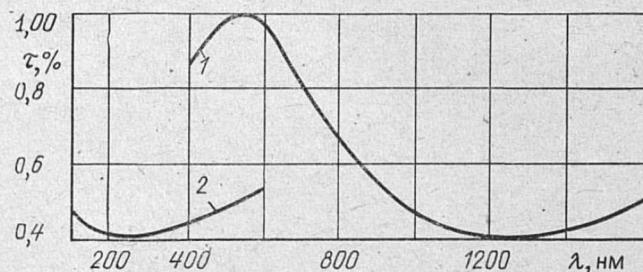


Рис. 3. Спектральные характеристики пропускания МИП:
1 — для повышения световой отдачи; 2 — для получения безозонных ламп

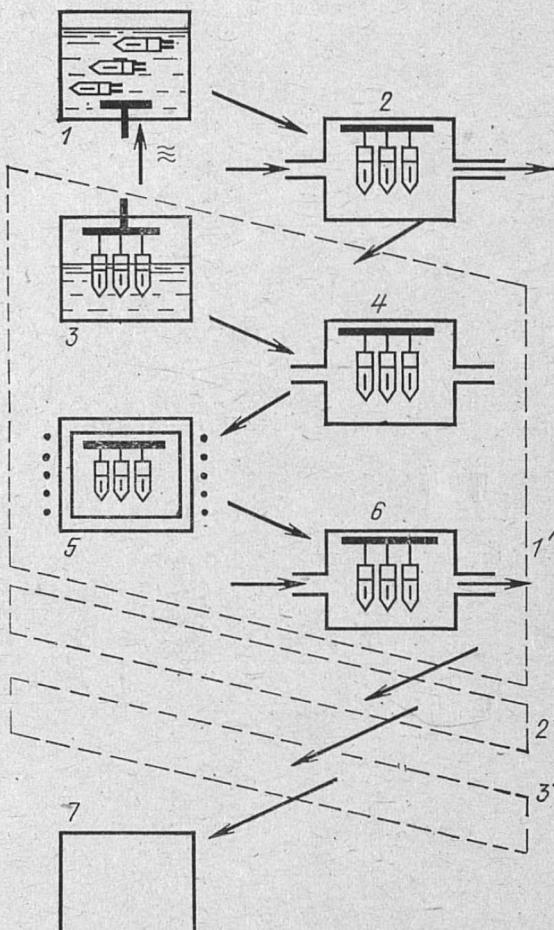


Рис. 4. Технологическая схема работы комплекта оборудования для нанесения МИП на колбы РЛ:
1 — очистка ламп; 2 — сушка ламп; 3 — осаждение пленок; 4 — накопитель ламп; 5 — отжиг ламп; 6 — охлаждение ламп; 7 — контроль и упаковка ламп; 1' — первый слой; 2' — второй; 3' — третий; 4' — п-й слой

тельном отжиге. При температуре выше 550°C появляются следы рутила, что вызывает некоторое увеличение показателя преломления. Эти данные позволили выбрать оптимальную температуру отжига 550°C . Пленки диоксида кремния остаются аморфными при температуре отжига 300 — 500°C . Показатель преломления изменяется незначительно.

Показатели преломления и толщины пленок TiO_2 и SiO_2 определялись эллипсометрическим методом с применением лазера на длине волны $632,8$ нм. Расчеты выполнялись на микроЭВМ типа ДЗ-28.

Номограммы позволили получить МИП с разбросом по спектральному коэффициенту пропускания не хуже 3—5 %. На рис. 3 приведены спектральные характеристики пропускания двух МИП — для повышения световой отдачи НЛ ВД и для ликвидации озонной составляющей в спектре излучения ксеноновых ламп СВД.

На рис. 4 приведена технологическая схема работы комплекта оборудования для нанесения МИП на цилиндрические колбы РЛ производительностью 50 тыс. ламп в год.

19.12.91
27.02.92

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Улучшение цветопередачи натриевых ламп высокого давления. Газоразрядные источники света / А. С. Иванцев, Л. И. Кирдяшкина, В. И. Коняшкина, Е. И. Левицкая. Тр. ВНИИС им. А. Н. Лодыгина. Саранск; 1990, вып. 22, с. 111—116.
2. Иванцев А. С. Об увеличении световой отдачи и изменении спектров излучения источников света // Межвуз. сб. «Светотехника и источники света». Саранск: 1978.
3. Иванцев А. С. Пленочные покрытия колб источников света // Светотехника. 1989. № 11. С. 11—12.
4. Иванцев А. С. Применение селективных покрытий в источниках света // Светотехника. 1979. № 12. С. 1—5.
5. Иванцев А. С. Оптические покрытия в источниках света // Тр. ВНИИС им. А. Н. Лодыгина. Саранск: 1988, вып. 20, с. 93—102.
6. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1986.
7. Свешников А. П., Тихонравов А. В., Яншин С. А. Синтез оптических покрытий // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1983. № 4.
8. Гришина Н. В., Тихонравов А. В. Синтез многослойных оптических покрытий с учетом дисперсии поглощения // Вестник Моск. ун-та. Сер. 3. Физика, астрономия. 1985. Т. 26. № 1. С. 11—16.
9. Иванцев А. С., Утенков В. И., Черников П. П. Галогенные лампы накаливания для телевидения // Светотехника. 1991. № 8. С. 4—6.
10. Суйковская Н. В. Методы получения тонких прозрачных пленок. Л.: Химия, 1971.

УДК 621.318.43(088.8)

СПОСОБЫ НАСТРОЙКИ БАЛЛАСТНЫХ ДРОССЕЛЕЙ ДЛЯ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП

В. Ф. БОЙКО, И. В. ДЗЮБИН, инженеры,
Н. Г. ТАРАСЕНКО, канд. техн. наук
ВПКТИсвет, г. Тернополь

Одной из основных операций в процессе производства балластных дросселей (БД) для РЛ является операция их настройки на заданный ток. Чем меньше погрешность в процессе настройки, тем реальнее производство БД, унифицированных по току. В результате становится возможным использование одного и того же БД как в качестве индуктивного, так и индуктивно-емкостного балласта, а также для стабилизации разряда двух последовательно включенных РЛ [1].

В общем случае полное сопротивление БД с немагнитным зазором для синусоидального тока без учета потерь в магнитопроводе определяется следующим образом [2]:

$$Z = \sqrt{(2\pi f \mu_{\text{экв}} W^2 S_{\text{ст}} / l_{\text{ст}})^2 + R_m^2}, \quad (1)$$

где f — частота питающей сети, Гц; $\mu_{\text{экв}} = \mu_0 \mu_r / (1 + \mu_0 \mu_r / l_{\text{ст}})$ — эквивалентная магнитная проницаемость; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$, Г/м; μ_r — относительная магнитная проницаемость ферромагнетика; $l_{\text{ст}}$ — длина немагнитного зазора, м; W — число витков обмотки БД; $S_{\text{ст}}$ — площадь поперечного сечения сердечника магнитопровода БД, м²; $l_{\text{ст}}$ — средняя длина магнитной силовой линии магнитопровода БД, м; R_m — активное сопротивление меди обмотки, Ом.

Из (1) следует, что Z БД определяется μ_r , W , $S_{\text{ст}}$, $l_{\text{ст}}$ и $l_{\text{ст}}$. Компенсировать влияние разбросов μ_r , W , $S_{\text{ст}}$ и

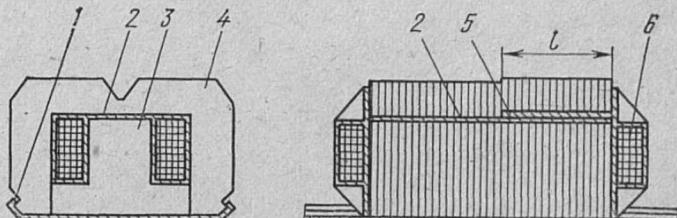


Рис. 1. Способ настройки БД с помощью двух немагнитных прокладок:

1 — основание; 2 — первая немагнитная прокладка; 3 — пакет Т-образных пластин; 4 — пакет П-образных пластин; 5 — вторая немагнитная прокладка; 6 — катушка

$l_{\text{ст}}$, неизбежных при изготовлении БД, на величину Z наиболее просто путем изменения $\mu_{\text{экв}}$ БД созданием на пути магнитного потока непрерывного немагнитного зазора. Именно к этому и сводится операция настройки БД, в процессе которой осуществляется изменение $l_{\text{ст}}$. С увеличением (уменьшением) $l_{\text{ст}}$ значение $\mu_{\text{экв}}$ уменьшается (увеличивается), что влечет за собой увеличение (уменьшение) тока БД.

В настоящее время известны следующие способы настройки БД на заданный ток:

1) подбором прокладки БД путем определения ее толщины по заданному значению Z БД с помощью специальным образом включенной и проградуированной в единицах расстояния линейной индуктивности на основе изменения числа ее витков [3];

2) введением в зазор магнитопровода двух немагнитных прокладок фиксированной толщины (рис. 1) [4]. Первая прокладка 2, равная по длине магнитопроводу БД, обеспечивает ток меньше номинального. Вторая прокладка 5 длиной l , определяемая по выражению

$$l = k(I_{\text{БД,ном}} - I_0), \quad (2)$$

где k — константа, определяемая экспериментально как угловой коэффициент прямой $l=f(I)$, мм/А; $I_{\text{БД,ном}}$ — номинальный ток БД, А; I_0 — ток дросселя, обусловленный первой немагнитной прокладкой, А, что обеспечивает получение номинального тока с погрешностью не более 2,5 %.

Длина второй прокладки не остается постоянной. Она изменяется в процессе производства в зависимости от отклонения тока от номинального. Значение приращения длины второй немагнитной прокладки Δl определяется для каждого последующего дросселя по выражению

$$\Delta l = k(I_{\text{БД,ном}} - I_{\text{БД,и}}), \quad (3)$$

где $I_{\text{БД,и}}$ — ток предыдущего БД, обусловленный двумя немагнитными прокладками, А;

3) формированием постоянного воздушного зазора 2, который образуется при сборке БД благодаря вырубке специальной конфигурации Т-образных пластин-замыкателей 3 магнитопровода БД (рис. 2). Изменение воздушного зазора с Δ на Δl возможно путем переворачивания на 180° части Т-образных пластин магнитопровода [5];

4) введением между отдельными составными частями магнитной системы БД легкодеформируемой немагнитной прокладки, изготавливаемой чаще всего из меди, алюминия или свинца. Исходная толщина немагнитной прокладки обеспечивает при сборке БД ток, значение которого всегда больше номинального. Поэтому для получения номинального тока необходимо произвести операцию настройки, которая заключается в деформации немагнитной прокладки с целью уменьшить ее толщину. Операция настройки заканчивается в момент достижения заданного значения тока.

Деформация немагнитной прокладки 3 (рис. 3) может осуществляться:

а) плавным сжатием с усилием F составных частей 4 и 5 магнитопровода БД в поперечном направлении (рис. 3, а);

б) локальным сжатием с усилием F составных частей 4 и 5 магнитопровода в поперечном направлении роликом 2, катящимся вдоль магнитопровода (рис. 3, б);