

Рис. 1. Спад светового потока люминесцентных ламп.  
1 — на основе люминофора ФЛ-580-4500-1; 2 — на основе люминофора ЛГ-6.

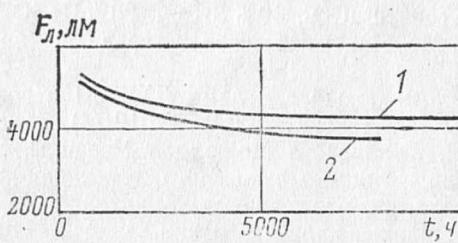


Рис. 2. Спад светового потока люминесцентных ламп.  
1 — на основе люминофорной супензии, приготовленной на смеси лаков; 2 — на основе люминофорной супензии, приготовленной на лаке БМК-5.

люминофорной супензии, нанесения слоя, его температурная и вакуумная обработка. При изготовлении ламп ЛХБ80-1 применялась люминофорная супензия, отличающаяся от используемой на заводах составом лака (смола БМК-5 и коллоксилин в соотношении 4:1). Наличие в составе супензии двух органических связующих позволяет дополнительно получить следующие положительные свойства люминофорных покрытий:

хорошую адгезию люминофора со стеклом трубки-колбы лампы;

горючие компоненты (кислород и другие кислородсодержащие соединения), выделяющиеся из коллоксилина при термообработке люминофорного слоя, вызывают дополнительный местный нагрев слоя, способствующий более полному удалению продуктов разложения связующего;

меньшее количество неудаленных компонентов связующего вещества (за счет меньшего количества в слое смолы БМК-5);

люминофорный слой меньше адсорбирует ртуть при эксплуатации ламп.

Люминофорная супензия с лаком, состоящим из 20% нитролака и 80% лака БМК-5, позволяет повысить номинальный световой поток и увеличить его стабильность в процессе срока службы ламп. Из рис. 2 видно, что лампы, изготовленные с использованием смеси лаков, имеют больший световой поток по сравнению с лампами, изготовленными на лаке БМК-5, как после 100 ч горения, так и в процессе срока службы. Весьма важно является также использование на операции удаления биндера устройства для нагрева и поддува воздуха в трубки-колбы люминесцентных ламп.

Данные, характеризующие световые и цветовые характеристики, а также стабильность светового потока в процессе срока службы ламп, изготовленных на нескольких партиях люминофора ФЛ-580-4500-1, приведены в табл. 2. Из таблицы видно, что лучшие результаты по световому потоку и его стабильности в процессе срока службы достигнуты в лампах на основе люминофора ФЛ-580-4500-1 с новой рецептурой связующего вещества в составе люминофорной супензии.

Было установлено [4], что наполнение ламп ЛХБ80-1 чистым аргоном до давления 333 Па является оптимальным по световому потоку, его стабильности и сроку службы.

Из табл. 3 видно, что световые характеристики и продолжительность горения лампы ЛХБ80-1 превышают значения, рекомендуемые МЭК [5].

Лампы ЛХБ80-1, выпускаемые СмЭЛЗ по ТУ 16.545.318-80, по световому потоку практически не отличаются от ламп ЛБ80. Они найдут широкое применение для освещения промышленных, административных и общественных зданий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 6825-74. Лампы люминесцентные ртутные низкого давления.
2. Nouga Y., Hasimoto T. — Toshiba Rev., 1957, vol 12, № 10.
3. Патент Японии № 43-29530.
4. Высокоэффективная люминесцентная лампа типа ЛХБ80/А. В. Басалаева, Г. А. Блинникова, А. П. Кирсанов и др. — Светотехника, 1977, № 10, с. 9—10.
5. Публикация МЭК 81, 1974.

7,0, 12  
P - 0,01

УДК 621.327.534.15

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОК-КОЛЬ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Г. В. СИЗГАНОВА, инж., А. Е. СКРЕБЛЮКОВ, канд. физ.-мат. наук

Всесоюзный институт источников света им. А. Н. Лодыгина

Анализ отечественных и зарубежных данных [1—5] показывает, что защитная пленка (ЗП) стабилизирует световые параметры люминесцентных ламп (ЛЛ). Систематизация различных способов создания ЗП позволяет выделить несколько направлений. Во-первых, использование окисла титана отдельно или совместно с другими окислами ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{Ba}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}_2$ ) и соединениями ( $\text{MgF}_2$ ) [1—3], причем исходными веществами для формирования ЗП могут быть сами окислы, либо соли плавиковой кислоты, либо металлоорганические соединения (титанаты, алюминаты, антимонаты, триэтилсульфид, нафтенат индия, бораты и др.). Они наносятся из растворов или супензий как методом полива, так и путем напыления на стеклянную подложку. В большинстве случаев супензии готовятся на основе

лаков полимерных материалов. Это требует предварительного высокотемпературного отжига трубок-колб с целью формирования ЗП, толщина которого поддерживается в пределах 0,02—0,3 мкм. Во-вторых, создание ЗП на основе исходных материалов в виде водного раствора азотнокислого бария и супензии дисперсионной окиси алюминия в полиоксиэтилене, гидрооксиэтилене и глиоксале [2]. В-третьих, изготовление ЗП с использованием кремний-органических соединений (полиэтилсиликсан, полифенилсиликсан, полиметилсиликсан и тетраэтоксилилан) [2, 4, 5]. Согласно патентам США закрепление ЗП на основе полиэтилсиликсана производится при высокой температуре в течение нескольких минут в воздушной среде, содержащей 1% двуокиси азота. Предлагаемая нами ЗП на основе тетраэтокси-

силана [4, 5] формируется самопроизвольно при комнатной температуре и не требует дополнительной высокотемпературной обработки и специальной газовой среды.

Из описаний патентов [2, 3] следует, что предлагаемым решениям присущи некоторые недостатки: 1) непрозрачные окислы металлов на стекле значительно снижают пропускание видимого излучения ЛЛ. Особенно большой поглощательной способностью обладают окислы сурьмы и титана: они поглощают больше в 3—4 раза, чем окись алюминия;

2) многокомпонентные ЗП имеют худшие адгезионные и защитные свойства и должны быть более толстыми;

3) для формирования ряда ЗП необходим предварительный высокотемпературный отжиг, часто в специальной газовой среде, например, с добавкой к воздуху двуокиси азота;

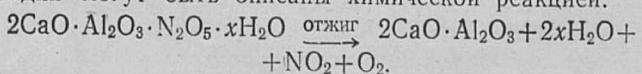
4) при формировании ЗП совместно с люминофорным покрытием возникают дополнительные потери светового потока ЛЛ;

5) большинство ЗП не обладает геттерирующими свойствами.

Еще одно направление создания ЗП основано на использовании двойных окиссолей (оксинитратов) магния-алюминия и кальция-алюминия ( $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot N_2O_5 \cdot xH_2O$  и  $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot N_2O_5 \cdot xH_2O$ ) которые были разработаны ЛТИ им. Ленсовета. Согласно [6] двойная окисоль магния-алюминия (0,1—1,5 вес.%) растворяется в воде, и раствор наносится методом полива на внутреннюю поверхность трубки ЛЛ. Затем производится сушка и отжиг при температурах 70—90 и 500—550°C. На отожженную ЗП наносится люминофорное покрытие, которое отжигается при температуре 500—550°C.

При испытании ЗП на основе окиссоли магния-алюминия было установлено, что к 6000 ч горения спад световой отдачи ЛЛ типа ЛБ40 на 4% меньше спада, получаемого для ЛЛ с применением ЗП на основе оксинаитрата алюминия [6]. Недостаточно надежная защита пленкой на основе окиссоли алюминия объясняется тем, что в процессе химического взаимодействия окиси алюминия со щелочами стекла образуются алюминаты калия и натрия, которые не устраниют контакта люминофорного покрытия с диффундирующими щелочами. В результате формирования ЗП на основе окиссоли магния-алюминия на стеклянной подложке при отжиге образуются алюминаты магния, которые значительно улучшают защитные свойства ЗП. Однако, как показали наши дальнейшие исследования, ЗП на основе окиссоли магния-алюминия обеспечивает менее надежную защиту люминофорного покрытия от щелочи по сравнению с ЗП на основе окиссоли кальция-алюминия. Кроме того, в отличие от оксинаитратов кальция-алюминия у растворов на основе окиссолей магния-алюминия с течением времени быстрее увеличивается вязкость, имеется склонность к переходу в гели, что исключает возможность создания качественной ЗП. В связи с этим отработка технологии формирования ЗП производилась на основе окиссоли (оксинаитрата) кальция-алюминия. Для исследований использовались водные растворы с концентрацией 0,1—3,0%. Сушка и отжиг ЗП осуществлялись при тех же температурах, что и для окиссоли магния-алюминия.

Термографическим анализом было установлено, что разложение оксинаитрата протекает в три стадии: при температуре 100°C удаляется поглощенная вода, при 200—250°C — окислы азота, при 400°C из материала выделяется кристаллизационная вода. Вторая и третья стадии могут быть описаны химической реакцией:



Выделяющиеся при разложении продукты являются сильными окислителями, поэтому они влияют на термодеструкцию связующего в люминофорном покрытии (смолы БМК-5). На рис. 1 приведена зависимость нормированной световой отдачи люминофорных ламп типа ЛБ40 от времени горения.

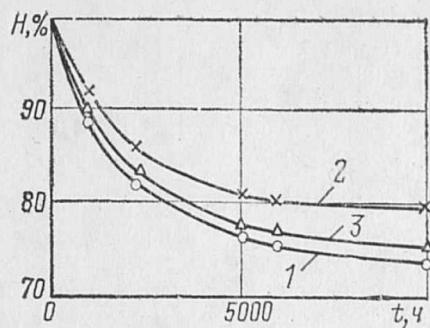


Рис. 1. Зависимость нормированной световой отдачи люминофорных ламп типа ЛБ40 от времени горения.  
1 — без защитной пленки; 2 — с однократно отожженной защитной пленкой; 3 — в двукратно отожженной защитной пленкой.

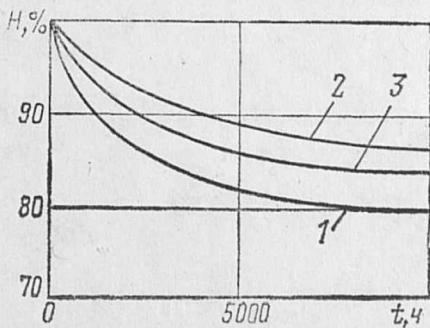


Рис. 2. Зависимость нормированной световой отдачи люминофорных ламп типа ЛБ40 от времени горения.  
1 — без защитной пленки; 2 — с защитной пленкой на основе растворов окиссоли кальция-алюминия с концентрацией 1%; 3 — то же, что и 2, но с концентрацией 1,5%.

нормированной световой отдачи ЛЛ типа ЛБ40, одновременно изготовленных с однократно и двухкратно отожженной ЗП и без нее с использованием одной и той же партии люминофора ЛГ-1-2. При нанесении ЗП концентрация водного раствора окиссоли равнялась 1%. Однократным мы называем одновременный отжиг ЗП и люминофорного покрытия при температуре 550°C в течение 3 мин, двухкратным — предварительный отжиг ЗП, а затем отжиг ЗП с люминофорным покрытием при той же температуре и в течение того же времени. На рис. 1 видно, что к 10 000 ч горения наибольший спад световой отдачи (25%) имеют контрольные ЛЛ (без ЗП), наименьший (20%) — ЛЛ с однократно отожженной ЗП. Двухкратный отжиг ЗП несколько снижает стабильность светоотдачи ЛЛ (на 4%). Это объясняется тем, что в случае совместного отжига выделяющиеся окислители ускоряют процесс термодеструкции полимера в люминофорном покрытии, а также уменьшается количество щелочи, диффундирующей из объема стекла. Таким образом, одновременное формирование ЗП и выжигание полимера является более эффективным для получения высоких параметров ЛЛ. Оно также целесообразно с технологической точки зрения, так как исключает дополнительную технологическую операцию.

Исследование влияния толщины ЗП показало, что при концентрации раствора менее 0,5% (тонкая ЗП), стабильность световой отдачи ЛЛ не отличается от контрольных, а при концентрации более 2% (толстая ЗП) наблюдается брак на заварке трубок-колб ЛЛ с ножками (плохо проведен шов). Оптимальная толщина ЗП получается при поливе трубок-колб раствором окиссоли с концентрацией в пределах 1—2%.

На рис. 2 приведена зависимость нормированной световой отдачи ЛЛ типа ЛБ40, изготовленных без ЗП (контрольные) и с ЗП на основе растворов окиссоли с концентрацией 1—2%, от времени горения. Видно, что к 10000 ч горения стабильность световой отдачи ЛЛ с ЗП на 4—5% выше по сравнению с контрольными. Все три партии ЛЛ типа ЛБ40 изготавливались с применением люминофора ФЛ-580-3500-1. Эти результаты показывают, что концентрация водного раствора долж-

на быть в пределах 1—2%. Нанесение ЗП производится непосредственно на комбайне мойки трубок-колб и нанесения люминофорного покрытия сборочной линии.

Предложенная ЗП обладает также геттерирующим свойством. Она адсорбирует газы и другие соединения, которые выделяются в процессе работы ЛЛ из катода и люминофорного покрытия.

Разработанный технологический процесс применим для всех типов стандартных и нестандартных ЛЛ. Использование ЗП совместно со стабильным люминофорным покрытием, аргоно-неоновой смесью, укороченной ножкой и более совершенным катодом дает возможность изготавливать ЛЛ типа ЛБ40 с номинальной световой отдачей 80 лм/Вт при снижении ее к 6000 ч горения до 85% номинального значения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Садахару Ц. Люминесцентные лампы. — Сёмэй гаккай дзасси, 1973, т. 57, № 11, с. 725—728.
2. Патенты США № 3748518, 3775161, 3847643, 3875455, 3890530, 4020385, № 4148935, № 3544828, № 3547680.
3. Патенты Японии № 51-38190, № 53-1593, № 53-46038 и № 49-47514.
4. А. с. № 406250 (СССР). Способ нанесения на внутреннюю поверхность колб трубчатых газоразрядных ламп защитной пленки/ А. Е. Скреблюков, В. А. Горюнов, Л. П. Иванцева. Опубл. в БИ 1973, № 45.
5. Скреблюков А. Е., Иванцева Л. П. Диффузия натрия и защита внутренней поверхности люминесцентных ламп. — В кн.: Электрические источники света. Труды ВНИИС. — Саранск: Мордовское книжное изд-во, 1976, вып. 7, с. 105—112.
6. А. с. № 647768 (СССР). Состав для получения защитного слоя/ О. М. Меркушев, В. Е. Евстишенкова и др. Опубл. в БИ 1979, № 6.

## ① работе международных организаций

УДК 628.9.061.3

## «ОСВЕЩЕНИЕ И ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ» (МЕЖДУНАРОДНАЯ СВЕТОТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В БУДАПЕШТЕ)

С 14 по 17 сентября 1981 г. в Будапеште (ВНР) состоялась международная светотехническая конференция «Освещение и экономия электроэнергии», организованная Светотехническим комитетом Венгерского электротехнического общества и Светотехническим комитетом Академии наук ВНР совместно с Венгерским национальным комитетом МКО.

Конференция, в работе которой приняли участие 240 специалистов 20 стран (Австралии, Бельгии, ВНР, ГДР, Дании, Испании, Италии, Кубы, НРБ и др.) ставила своей целью обсудить вопросы и задачи связанные с необходимостью экономии электроэнергии и с выявлением условий освещения, обеспечивающих высокую производительность труда и не оказывающих вредного действия на здоровье человека.

На пленарных заседаниях специалистами было сделано более 40 докладов и сообщений по таким основным направлениям как новые экономичные источники света, системы комбинированного искусственного и естественного освещения, новые световые приборы, техника освещения городов и помещений различного назначения, регулирование и управление освещением. Приводились также конкретные примеры решения светотехнических установок, обеспечивающих рациональное расходование электроэнергии, безопасность осветительных установок и современные способы устранения неисправностей в них.

От Советской Стороны был представлен доклад на тему «К вопросу о рациональном использовании электроэнергии, расходуемой на цели освещения». Интерес представили обзорные доклады И. Швегла «Освещение и экономия электроэнергии в мире», П. Массара «Отражение энергетического кризиса на технике освещения», Е. Ветешн «Экономия электроэнергии в осветительных системах», Л. Ди Фрайа «Анализ потребления электроэнергии осветительными системами», П. Биллинг «Новые источники света на службе экономного освещения», Я. Коссаковски «Бытовые светильники — сочетание освещенности, экономичности и эстетики», Р. Сан-Парамо «Экономия электроэнергии при освещении города», Ж. Рено «Экономия электроэнергии при освещении общественных зданий во Франции», Ж. Рубели «Экономичные установки для наружного освещения», Д. Залай «Освещение общественных помещений металлогалогенными и натриевыми лампами высокого давления в Будапеште», П. Балла «Свет и электроэнергия при создании физического окружения человека», У. Джгулиана «Применение автоматических светорегуляторов в школах», И. Молнара «Автоматические выключатели осветительных приборов как средство экономии электроэнергии на рабочем месте».

В. П. ЧЕРНЫШЕВ, канд. техн. наук  
ВНИИСИ

## НОВЫЕ КНИГИ

Х. Г. Шёпф. От Кирхгофа до Планка. Пер с нем./ — М.: Мир, 1981. — 192 с., ил. 9.

Книга проф. Х.-Г. Шёпфа (ГДР) представляет собой краткое изложение истории развития теории теплового излучения. Автор очень интересно преподносит ее читателям: в первой части он излагает теорию теплового излучения с современной точки зрения, во вторую часть включает оригинальные работы основоположников теории теплового излучения — Кирхгофа, Больцмана, Вина, Рэлея, Планка.

Книга позволяет читателям (от студентов-физиков до широких кругов научных сотрудников в области физики) познакомиться с одной из наиболее ярких идей нашего века — идеей квантования излучения.

7.0.02