

ды и коэффициентом пропускания рубинового стекла. По техническому заданию ВНИСИ на МЭЛЗ была разработана и изготовлена специальная лампа накаливания мощностью 3700 Вт с номинальным световым потоком 80 000 лм. Ее тело накала состоит из двух, параллельно включенных моноплановых блоков спиралей, расположенных под углом 30° к продольной оси лампы. Такая конструкция помимо высокой степени надежности осветительной системы позволяет иметь примерно одинаковые проекции светящего тела в направлении всех лучей звезды, что обеспечивает правильную работу рефрактора. Рабочее положение лампы — вертикальное, цоколем вниз, что позволяет вводить ее во внутреннюю полость звезды вертикальным перемещением внутри трубчатого основания. С этой целью колбе лампы придана цилиндрическая форма, ее диаметр (130 мм) ограничен внутренним диаметром основания звезды.

Расчет оптики выполнен исходя из условия, что допуск на точность установки лампы не превышает ± 1 мм. Для обеспечения этой точности сотрудниками ВНИСИ и проектного института Моспромпроект, разработавшего металлоконструкции звезды, предложено специальное фокусирующее устройство*, позволяющее производить точную установку тела накала лампы по высоте и его азимутальному расположению по отношению к оптической системе с помощью визиров, размещенных в служебном помещении на 23 м ниже уровня звезды. Установленные в нужном положении лампа с патроном, укрепленные на штанге, с помощью движущейся по монорельсу каретки доставляются в полость звезды и совмещаются с фокусом оптической системы с необходимой точностью, что обеспечивается специальными стопорными устройствами.

В ночное время лампа включается на пониженное напряжение питания. При этом вследствие уменьшения ее яркости и смещения спектра излучения в длинноволновую область цвет звезды воспринимается достаточно насыщенным. Днем лампа работает в номинальном режиме. Совокупное действие проходящего изнутри звезды светового потока с отраженным от молочной подложки после двойного прохождения сквозь красный слой дневным светом в достаточной мере создает ощущение красного цвета звезды.

Особо стоял вопрос о прочности звезды, так как ее составные части испытывают значительные механические (ветровые) и тепловые нагрузки. С этой целью к накладному рубиновому стеклу были предъявлены повышенные требования на механическую прочность и теплостойкость. Все стеклянные детали прошли тщательную проверку. Оптическая система находится в непосредственной близости от лампы, наружная поверхность колбы которой имеет температуру 400°C. Ее элементы были выполнены из наиболее теплостойкого стекла марки МКР-1, имеющего малый коэффициент линейного расширения.

Введение в накладное рубиновое стекло молочного (рассеивающего) внутреннего слоя позволило смягчить требования к точности изготовления оптических элементов рефрактора. Поэтому эти элементы изготовлены на стеклозаводе «Автостекло» (г. Константиновка, Калининской обл.) методом прессования без дополнительной обработки оптических поверхностей. Для улучшения охлаждения и упрощения технологии изготовления каждый оптический элемент выполнен из двух отдельных пластин, одна из которых перераспределяет световой поток лампы в продольной, а другая — в поперечной плоскости. Пластины установлены несущими слоями внутрь с зазором 10 мм. Для их прессовки были разработаны и изготовлены 12 пресс-форм специальной конструкции.

Для охлаждения элементов осветительной системы звезды применена приточная вентиляция фильтрованным воздухом ее внутреннего объема. Включение вентилятора блокировано с питанием лампы таким образом, что лампа может быть включена лишь при работающем вентиляторе. Охлажденный воздух подается через трубчатое основание звезды, обтекает лампу и оптическую систему и

выходит через отверстия в нижних плоскостях нижних зубцов звезды. Для надежности работы установлены два вентиляционных блока: рабочий и резервный с автоматическим их переключением в случае необходимости.

Для освещения рубиновой звезды предусмотрены следующие режимы управления ИС: 1) автоматический, имеющий два варианта включения — непрерывная работа с переключением напряжения на лампе на ночной и дневной режим с помощью фотореле или лишь ночной режим с включением вечером и отключением утром; 2) режим ручного местного или дистанционного управления.

Высокое качество изготовления всех систем рубиновой звезды отмечено отличной оценкой приемочной комиссии.

Накануне 43 годовщины Сентябрьского народного вооруженного восстания в столице Народной Республики Болгарии Софии зажглась новая светящаяся рубиновая звезда.

* * *

The paper is concerned with the development of a unique lighting device in the form of a luminous ruby star installed on the building of the Bulgarian Communist Party Central Committee in Sofia. Its design features requirements for the ruby glass and its facing, optical system, luminous flux distribution and light source are described. Possible ways for the solution of these problems are analyzed.

УДК 621.32:66.017

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ ДЛЯ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

В. М. ЛИСИЦЫН, проф., доктор
физ.-мат. наук

Томский политехнический институт

Светотехническая промышленность является потребителем большого количества разнообразных материалов. Почти 70 элементов таблицы Менделеева используются в ИС [1]. Это и тугоплавкие материалы для тела накала, газы и добавки к ним для создания излучающей плазмы, люминофоры и колбы, вспомогательные конструкционные материалы и т. д. И в дальнейшем число используемых элементов, очевидно, будет расти.

При высоком уровне потребления материалов светотехнической промышленностью возникает естественный вопрос об обеспеченности материалами в будущем. Наиболее остро стоит вопрос со ртутью, вольфрамом. Ограничены запасы редкоземельных элементов, а около 30 % всего добываемого в мире иттрия, европия (80 и 5 т соответственно) расходуется на изготовление ИС [2]. Назрела необходимость поиска новых материалов. Остро стоит проблема уменьшения потерь материалов при производстве ИС: коэффициент использования основных материалов составляет 50—75 %.

Известно, что повышение световой отдачи ИС или создание принципиально нового ИС всегда связано или определяется применением новых материалов. Например, создание РЛ ВД с натриевым наполнением стало возможным лишь после разработки технологии синтеза поликристаллической окиси алюминия. Повышение световой отдачи ЛЛ было достигнуто благодаря применению новых редкоземельных люминофоров вместо галофосфатных. Совершенно очевидно, что срок службы ИС определяется в значительной мере качеством материалов, используемых для их изготовления. Доказательством может служить большой разброс значений срока службы отдельных образцов изделий. Известны примеры, когда ЛН работают до выхода из строя свыше 10 тыс. ч, а ЛЛ — свыше 30 тыс. ч. Следовательно, принципиально возможно создать ИС со сроком службы, в несколько раз превышающим имеющийся в настоящее время. Это возможно лишь при успешной разработке способов получения качественных материалов и технологии их обработки. Повышение срока службы

* А. с. 1406321 СССР. Подъемное устройство для обслуживания высотных сооружений/ Г. С. Хромов, В. М. Царьков, А. С. Иноземцев и др.// Открытия. Изобретения. 1988, № 24..

должно в ближайшее время стать основным направлением в совершенствовании ИС.

Множество нерешенных материаловедческих задач имеется в технологии производства ИС. Недостаточно решены проблемы исполнения токовводов, изготовления трубок для НЛ ВД, что приводит к большому количеству брака, низкому качеству. Очевидно, могут быть найдены пути решения этих проблем, но только после того, как станут понятными физико-химические процессы, протекающие при выполнении соответствующих технологических операций, а также при эксплуатации ламп. Физико-химические процессы при любой технологической операции зависят от качества материалов. Даже незначительные изменения в составе, структуре исходного материала должны быть учтены при разработке технологического процесса.

Конструкционные материалы в ИС работают в чрезвычайно жестких условиях. Температура достигает 6000 К. На конструкционные материалы воздействуют световые потоки мощностью до десятков ватт на 1 см², потоки жесткой радиации достигают 0,01 Вт/см² (под жесткой радиацией понимаются кванты излучения в УФ области спектра и быстрые электроны с энергией, достаточной для ионизации материала). За время работы на одном квадратном сантиметре внутренней поверхности разрядной трубы поглощается до 100 кДж энергии жесткой радиации. И эта энергия поглощается очень тонким слоем у поверхности (толщиной около 10 мк). Следовательно, поглощенная доза радиации достигает 10¹³ рад. К перечисленным воздействиям на конструкционные материалы следует добавить еще и импульсный характер нагрузок при включениях и выключениях, квазинепрерывный режим при питании переменным током. Совершенно естественно, что в столь нагруженном состоянии конструкционные материалы старятся, т. е. со временем меняют свои свойства. Например, за 8 тыс. ч работы световой поток ЛЛ снижается из-за старения галофосфатного люминофора на 20—30 %, редкоземельного люминофора — на 10—20 %, при предельном сроке службы в 32 тыс. ч — на 50 % [3].

Хотя важность проблемы старения очевидна, имеются лишь отрывочные исследования в этой области [3, 4]. Причиной этому являются большие трудности при проведении глубоких исследований взаимодействия радиации с материалами как для каждого конкретного материала, так и в разработке общих подходов к решению проблемы. Вместе с тем известны и примеры, когда находились достаточно эффективные решения. Например, в 20 раз удалось уменьшить скорость старения окна водородной лампы ВУФ25 путем введения в разряд небольшой добавки ртути, излучающей в области поглощения центров окраски, наведенных жесткой радиацией [5].

Таким образом, успехи в развитии ИС во многом зависят от решения проблемы материаловедения. В производстве используется огромное количество материалов, к которым предъявляются специфические требования. Очевидно объем проводимых работ в области материаловедения в подотрасли еще недостаточен. Для их увеличения необходим комплексный подход к решению научных проблем создания ИС. Необходимо выделить основные научные направления развития материаловедения, которые нам представляются следующими.

1. Создание материалов с повышенными светотехническими характеристиками.

2. Создание материалов и процессов, обеспечивающих высокоэффективные технологические параметры при производстве ИС.

3. Поиск путей снижения скорости старения материалов и, следовательно, повышения срока их службы.

4. Создание комплекса методов контроля качества материалов и технологических процессов, оказывающих на них воздействие.

5. Создание материалов для замены остродефицитных и исчезающих.

Для обеспечения оптимального выбора направлений работ в области материаловедения, сбалансированного их развития, координации действий, вовлечения нужных наук подразделений для решения задач необходимо создание компетентной организации. Образованный в 1987 г. в рамках программы «Человек и свет» проблемный совет

по материаловедению для ИС и светотехники, включающий в свой состав представителей ведущих институтов и предприятий отрасли, Комитета по народному образованию и других отраслей, может взять на себя эти функции. Однако эффективность работы может быть значительно выше при наделении его полномочиями в управлении процессом развития материаловедческих работ со стороны отрасли, приданием ему статуса головного проблемного совета по материаловедению в отрасли.

Решение проблем материаловедения для ИС невозможно без организации специализированных подразделений. Необходимо радикальное изменение отношения к фундаментальным исследованиям. Только опережающее развитие фундаментальных исследований позволит обеспечить выполнение программ по совершенствованию ИС, по удовлетворению быстро растущей потребности в световой энергии. Необходимы материаловедческие лаборатории для решения фундаментальных задач в вузах страны, научный потенциал которых для совершенствования ИС используется отраслью явно недостаточно. Примером высокой эффективности вложения средств в развитие фундаментальных исследований может быть электронная промышленность.

Должны быть созданы подразделения во ВНИИС, НПО ВНИСИ, прямо нацеленные на решение перспективных задач материаловедения. Имеет смысл создать специальную организацию по материаловедению для ИС и светотехники. Чтобы развивать материаловедение для ИС, необходима подготовка кадров, в том числе и высшей квалификации. Подготовку можно обеспечить по программе специальности светотехники и источников света в институтах отрасли и вузах. Повышению качества подготовки специалистов может существенно содействовать создание специализированных лабораторий в вузах.

Безусловно, во многом развитие материаловедения для ИС зависит от активной позиции журнала «Светотехника». Журнал, отражающий мнение научной общественности, должен привлечь внимание к этой проблеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lange T. Technische Rundschau, 1983, v. 75, № 27, p. 12—15.
2. Koedam M. Lighting Design and Application, 1985, v. 15, № 1, p. 18—27.
3. Markku N. Sahko, 1986, v. 59, № 11, p. 28—30.
4. Александров Л. Н., Золотков В. Д., Мордюк В. С. Ростовые и радиационные дефекты кристаллов люминофоров для источников света. Новосибирск, «Наука», 1986.
5. Лисицын В. М., Шишацкая Л. П.// Оптико-механическая промышленность. 1978. № 8. С. 53—54.

УДК 628.94.001.24

ОПТИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАТОРЫ

(Светотехнические свойства и расчет геометрических параметров)

А. И. РЫМОВ, канд. техн. наук,
В. И. СКОБЛОВА, инж.

Всесоюзный светотехнический институт

Светораспределение в световых пучках, сформированных путем предварительной концентрации излучения ИС с помощью эллипсоидных отражателей, не является равномерным. Повышение равномерности может быть осуществлено с помощью так называемых оптических интеграторов (ОИ), находящих все большее применение в имитаторах Солнца и других облучательных установках [1—4]. Оптический интегратор, установленный во втором фокусе эллипсоидного отражателя, позволяет создать световой пучок определенного углового размера с однородным, симметричным светораспределением, незначительно спадающим от оси к периферии. Оптический интегратор состоит из одинаковых по форме и размерам оптических элементов (ОЭ), установленных соосно, вплотную друг к другу (рис. 1). Конструктивно ОЭ могут быть выполнены или в виде стеклянного стержня со сферическими торцами