

## ТЕМА 13.

### Безэлектродные разрядные лампы

Лампы типа QL, Genura R80, Endura и СВЧ «серная» лампа.

Революционным достижением, обеспечивающим начало нового развития источников света, является разработка и освоение производства безэлектродных индукционных ВЧ ламп (БИЛ) с люминофором: QL (Philips, 1991 г), Genura R80 (GE, 1994 г), Endura (Osram, 1997 г) и СВЧ «серной» лампы (Fusion Systems, 1992г).

ВЧ-разрядная лампа QL. Колба лампы QL по форме и габаритам близка к лампам накаливания общего назначения мощностью 200-300Вт.

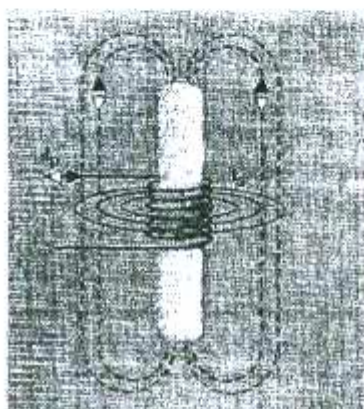
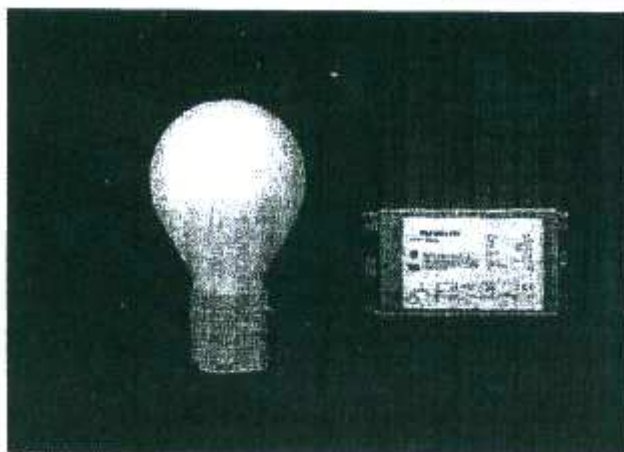


Рис.13.1 – Общий вид комплекта «БИЛ типа QL+ВЧ генератор» и принцип индукции.

Питание осуществляется от выносного электронного ВЧ-генератора, соединенного отрезком экранированного кабеля длиной 400мм с соленоидным индуктором на ферритовом сердечнике, который размещен внутри колбы. Индуктор под действием генератора создаёт в колбе высокочастотное электромагнитное поле (2,65 МГц), инициирующее в парах ртути и инертном газе резонансное УФ-излучение, воздействующее на люминофорное покрытие (трехкомпонентная смесь гексагональных алюминатов, активированных редкоземельными элементами). Эти люминофоры обеспечивают высокое

качество цветопередачи ( $R_a > 80$ ). Лампы типа QL выпускаются двух оттенков: тепло-белого света с  $T_{ц}=2700$  и  $3000$  К и нейтрально-белого света с  $T_{ц}=4000$  К. Лампы рассчитаны на питание от сети с номинальным напряжением 220 или 120 В и частотой 50(60)Гц. Надежное зажигание ламп гарантировано при температурах воздуха до минус  $20^{\circ}\text{C}$ , при положительных температурах лампы зажигаются и перезагреваются практически мгновенно. Основные характеристики ламп QL приведены в таблице 13.1.

Таблица 13.1-Характеристики без электродных индуктивных ламп типа QL.

Мощность, потребляемая комплектом «лампа+ПРА», Вт	Световой поток, лм	Световая отдача комплекта, лм/м <sup>2</sup>	Средняя яркость, ксд/м <sup>2</sup>	Т <sub>ц</sub> , К	Габариты		Параметры питающей среды	
					Лампа	ПРА	Напряжение, В	Частота, Гц
55	3500	64	6,5	2700 3000 4000	D=85, H=140,5	130×130×41,5	220-240, 120	50/60
85	6000	71	6,5	2700 3000 4000	D=111, H=180,5	130×130×41,5	220-240, 120	
165	12000	73	22	2700 3000 4000	D=131, H=210	161×161×50	220-240	

Необходимо отметить, что данные БИЛ за счет удачного решения проблемы экранировки не создают помех для работы радио и видео аппаратуры, высокочувствительной электронной медицинской аппаратуры и удовлетворяют требованиям Европейских норм EN 60555/2 и EN55015 по электромагнитной совместимости.

Основное достоинство БИЛ типа QL-чрезвычайно большой срок службы (60 000 ч.), обусловленный отсутствием термоэмиссионных катодов. Кроме того, люминофор и стекло предохраняются от ртутного загрязнения бесцветным защитным покрытием. Это покрытие способствует тому, что спад светового потока после 60 тыс. часов горения составляет 30%. Готовятся к производству лампы мощностью 200Вт.

ВЧ-разрядная лампа Genura. компактная БИЛ под фирменной маркой Genura, разработанная компанией GE Lighting, функционирует на том же принципе, что и лампа типа QL. Общий вид, конструктивная схема и основные характеристики БИЛ Genura представлены на рис.13.2 и в табл. 13.2.

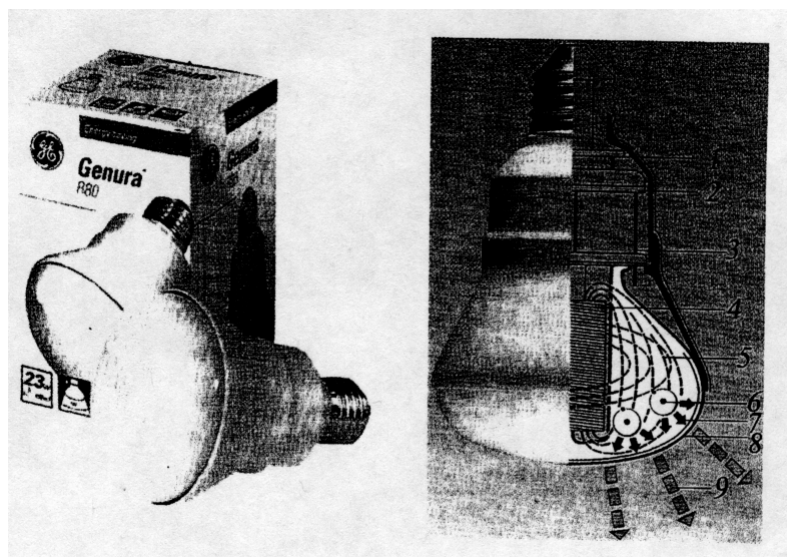


Рис.13.2 – Общий вид и конструктивная схема лампы типа Genura:  
 1 - выпрямитель; 2 - ВЧ-преобразователь; 3 - ВЧ-кабель; 4 - катушка индуктора;  
 5 - ВЧ магнитное поле; 6 - атом; 7 - фотон; 8 - люминофорное покрытие;  
 9 - видимое излучение.

По форме и габаритам лампа максимально приближена к стандартной зеркальной ЛН в выдувной колбе, мощностью в 100 Вт. БИЛ Genura, снабженная цоколем Е 27, не требует новой и специальной арматуры – она может быть установлена в любом подходящем для нее светильнике с резьбовым патроном. При такой замене может быть получена существенная экономия электроэнергии (более чем в 4 раза) и уменьшены расходы на обслуживание, так как срок службы БИЛ Genura в 15 раз больше, чем у ЛН.

Таблица 13.2-Основные характеристики БИЛ Genura.

Параметры	Значения
Потребляемая мощность, Вт	23
Питающая сеть: напряжение, В частота, Гц	220-240 50/60
Рабочая частота электромагнитного поля, МГц	2,5
Сетевой поток, лм	1100
Осевая сила света, кд	280
Световая отдача, лм/Вт	48
Средний срок службы, ч	15000
50%-й угол рассеяния светового пучка, град	120
Цветовая температура излучения, К	2700, 3000
Общий индекс цветопередачи $R_a$	$\geq 82$
Габариты: диаметр, мм длина, мм	82 127
Масса, г	200

Грибовидная колба наполнена небольшим количеством ртути и ксенона и покрыта изнутри трехкомпонентным люминофором, обеспечивающим такое же спектральное распределение энергии излучения и качество цветопередачи, как и у ЛЛ.

По оси колбы (внутри нее) расположен соленоидный индуктор с ферритовым сердечником, питаемый от встроенного в прицоковую зону колбы генератора ВЧ (2,5МГц). На поверхности колбы под слоем люминофора нанесено тонкопленочное электропроводящее покрытие из окиси цинка, препятствующее выходу излучения индуктора. Отсутствие электродов у БИЛ Genura позволило достичь срока службы 15 000ч. Время зажигания и перезажигания лампы Genura 0,1 с. Надежное зажигание гарантировано и при отрицательных температурах (до  $-10^{\circ}\text{C}$ ).

ВЧ-разрядная лампа Endura. Разрядная трубка лампы имеет форму вытянутого кольца, на коротких противоположных участках которого расположены кольцевые соленоидные индукторы на ферритовых сердечниках (рис.13.3.), питаемые от специального ВЧ-ЭПРА.

Применение замкнутых магнитопроводов кольцевой формы для индукторов позволило повысить КПД передачи ВЧ энергии в разряд. Кроме того, этому способствовал выбор более низкой частоты для ВЧ поля (250кГц). Это позволило довести световую отдачу комплекта до 80лм/Вт. Хорошее качество цветопередачи обеспечено применением улучшенных трехкомпонентных люминофорных смесей.

Основные характеристики выпускаемых ламп типа Endura приведены в табл. 13.3.

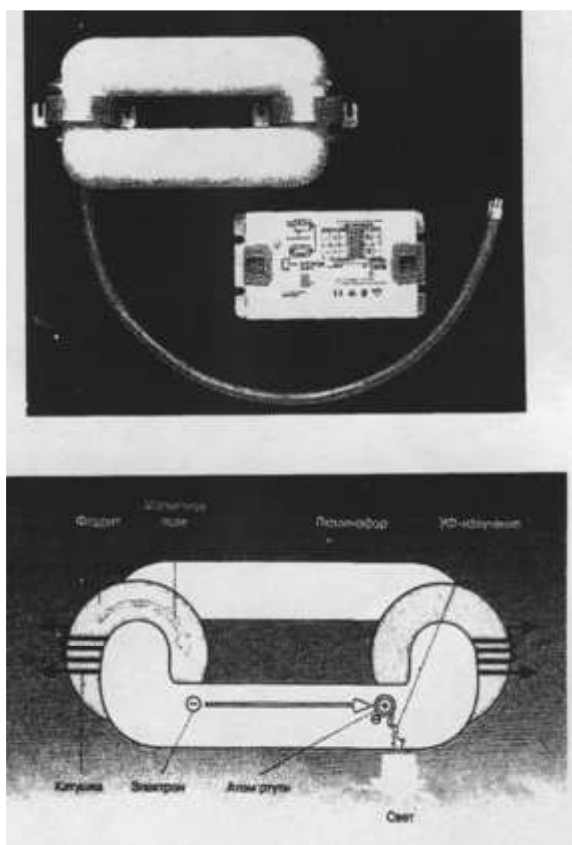


Рис.13.3 – Безэлектродная индукционная лампа Endura.

Таблица 13.3-Характеристики ламп типа Endura (Icetron)

Мощность лампы, Вт	Световой поток, лм	Световая отдача, лм/Вт	Цветовая температура, К	Габариты, мм $i \times b \times h$
70	6500	71-82	3500	315×139×75
100	8000		4100	315×139×75
150	12000		5000	415×139×75

Лампы типа Endura разработана и выпускается фирмой Osram. Фирма Sylvania выпускает лампу такого типа под названием Icetron.

Основными преимуществами ламп типа Endura являются: очень большой срок службы – 60 000ч; мощный световой поток; мгновенное зажигание; большая световая отдача  $>80$ лм/Вт; хорошая цветопередача ( $R_a > 80$ ).

“Серная” СВЧ-разрядная лампа. Источник света представляет собой сферическую колбу из прозрачного безводного кварцевого стекла диаметром от 5 до 30мм, наполненную дозированным количеством серы и аргона. Наполнение не содержит ртути. Разряд возбуждается СВЧ-полем, подводимым к лампе волноводной системой, на частоте 2,45ГГц, широко используемой в промышленности, науке, медицине. На этой же частоте работают распространенные во всем мире бытовые микроволновые печи.

Лампа снабжена системами интенсивного воздушного охлаждения и вращения колбы, обеспечивающими необходимый тепловой режим и его равномерность.

Схематический вид безэлектродной микроволновой «серной» лампы фирмы FSC и общий вид светового прибора с ней показан на рис.13.4. Блок-схема СВЧ-светового прибора представлена на рис.13.5.

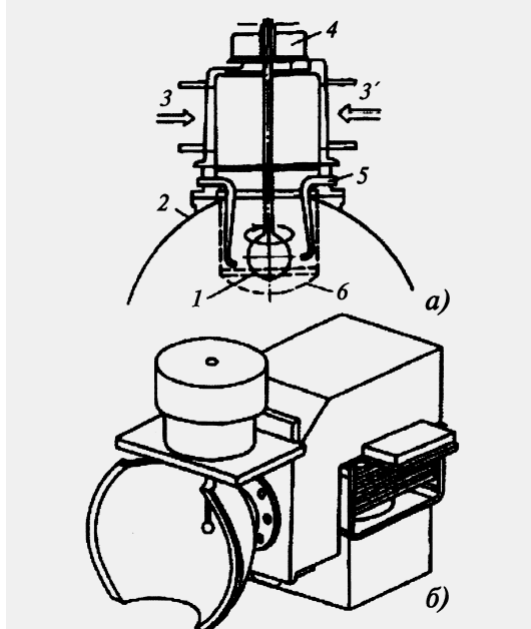


Рис.13.4 – Микроволновая «серная» безэлектродная лампа фирмы Fusio Lighting и световой прибор к ней:

- а - схема лампы; 1 - шаровая колба; 2 - отражатель; 3, 3' - микроволновая энергия;  
 4 - блок вращения колбы; 5 - охлаждающий воздух; 6 - защитная сетка;  
 б - общий вид светового прибора.

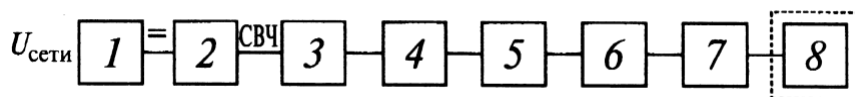


Рис.13.5 – Блок-схема СВЧ-светового прибора:

- 1 - источник вторичного питания; 2 - магнетронный генератор СВЧ-колебаний; 3 - СВЧ-адаптер; 4 - СВЧ-тракт; 5 - СВЧ-возбудитель; 6 - светопрозрачный СВЧ-резонатор; 7 - безэлектродная серная лампа; 8 - оптическая система.

«Серные» СВЧ-лампы ВД дают непрерывное по спектру излучение, преимущественно в видимой области;  $R_a$  от 79 до 86;  $T_c$  от 4000 до 8000 К в зависимости от условий разряда;

Световая отдача установки 90-95 лм/Вт. Светящее тело имеет шаровую форму малых размеров с равномерно высокой яркостью, очень удобное для СП прожекторного типа.

Промышленно выпускается только один базовый образец под маркой Solar 1000 с потребляемой из сети мощностью 1,4кВт, световым потоком 135-140клм,  $T_c=6000K$ ,  $R_a\sim 79$ , диаметром горелки-28-30мм.

Основные достоинства «серных» ламп ВД: сплошной квазисолнечный спектр с максимумом спектральной плотности излучения, совпадающим с максимумом кривой относительной спектральной чувствительности глаза; высокая световая отдача установки (90-95 лм/Вт); высокий срок службы (до 45 тыс. ч.); малогабаритность и равномерность светящего тела, облегчающие оптимизацию оптической системы; возможность регулирования яркости.

Однако наряду с перечисленными выше достоинствами «серные» лампы ВД имеют серьезные недостатки. Для обеспечения работы ламп необходимо применение блока магнетронной накачки, состоящего из генератора СВЧ с системой принудительного воздушного охлаждения магнетронов, а также специальной волноводной конструкции, обеспечивающей эффективный подвод и «закачку» энергии в разрядный объем, и системы надежной защиты окружающего пространства от распространения СВЧ-излучения. По сути, срок службы комплекта обусловлен сроком службы магнетронов, который, как правило, не превышает 15 тыс. ч.

В результате мощная «серная» лампа превращается в сложный агрегат, состоящий из разнородных блоков и узлов, обеспечивающих работу самого светящегося объема. Это приводит к снижению общего КПД установки (до 37% подводимой мощности), снижению ее надежности, значительно усложняются условия эксплуатации, а, следовательно, ограничиваются области применения. При этом надо учесть весьма высокую стоимость ряда агрегатов, входящих в систему блоков и узлов. Поэтому вопрос об экономической целесообразности применения «серных» ламп в данное время нуждается в уточнении. Ведущая фирма по разработке «серных» ламп временно приостановила работы по их созданию.