

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники

Кафедра источников света

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

д-р техн. наук, доц.

 А. А. Ашрятов
(подпись)

«22» 06 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛОГАЛОГЕННЫХ
ЛАМП ТИПА ДМГТ 150 Вт/942**

Автор бакалаврской работы  15.06.2018 Н. С. Комаров
(подпись) (дата)

Обозначение бакалаврской работы БР-02069964-11.03.04-09-18

Направление 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Руководитель работы

ст. преп.  15.06.2018 Н. П. Нестеркина
(подпись) (дата)

Нормоконтролер

ст. преп.  15.06.2018 Н. П. Нестеркина
(подпись) (дата)

Саранск

2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»


Институт электроники и светотехники

Кафедра источников света

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

д-р техн. наук, доц.

 А. А. Ашрятов
(подпись)

«23» 04 2018 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

(в форме бакалаврской работы)

Студент Комаров Никита Сергеевич

1 Тема «Исследование характеристик металлогалогенных ламп типа ДМГТ 150/ 942»

Утверждена приказом № 9520-с от 24 ноября 2017 г.

2 Срок представления работы к защите 19 июня 2018 г.

3 Исходные данные для исследования (проектирования): лампы типа ДМГТ 150/ 942, нормативная документация

4 Содержание выпускной квалификационной работы

4.1 Состояние развития металлогалогенных ламп

4.2 Особенности конструкции и технологии изготовления металлогалогенных ламп типа ДМГТ

4.3 Экспериментальные исследования ламп типа ДМГТ 150 Вт/942

Руководитель работы

ст. преп.

 23.04.2018 Н. П. Нестеркина

Задание принял к исполнению Комаров 23.04.2018
подпись, дата

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 72 страницы, 28 рисунков, 12 таблиц, 21 использованный источник.

МЕТАЛЛОГАЛОГЕННАЯ ЛАМПА, СВЕТОВОЙ ПОТОК, СПЕКТР, КОНСТРУКЦИЯ, КОЛБА, МОЩНОСТЬ, ЦВЕТОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА, ИНДЕКС ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ.

Объектом исследования является металлогалогенная лампа типа ДМГТ 150 Вт/942.

Цель работы – изучение конструкции и исследование характеристик металлогалогенной лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 производства ООО «Лисма».

В результате работы были проведены исследования электрических, световых и цветовых параметров лампы, сравнение полученных экспериментальных значений с характеристиками, заявленными производителем, а также с каталожными данными металлогалогенных ламп аналогов зарубежных фирм.

Степень внедрения – частичная.

Область применения – результаты исследования могут быть использованы в учебном процессе, а также в качестве критериев при выборе источников света с высоким световым потоком и хорошей цветопередачей.

Эффективность проведенных экспериментальных исследований определяется возможностью снижения затрат на электроэнергию при использовании металлогалогенных ламп для целей освещения взамен галогенных ламп накаливания там, где нужно хорошо различать объекты по цвету – это музеи, выставки, магазины, текстильные предприятия.

					БР-02069964-11.03.04-09-18			
№ п/п	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Исполн		Комаров	Комаров	15.06.18	Исследование характеристик металлогалогенных ламп типа ДМГТ 150 Вт/942	Лит.	Лист	Листов
Провер		Нестеркина	Нестеркина	15.06.18			3	72
И. Констр		Нестеркина	Нестеркина	15.06.18		ИЭС, каф ИС, д\о, 412		
Исполн		Ашрятов	Ашрятов	12.06.18				

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Состояние развития металлогалогенных ламп	8
1.1 Создание металлогалогенных ламп	8
1.2 Основные характеристики и особенности металлогалогенных ламп	9
1.3 Спектр излучения металлогалогенных ламп с различными излучающими добавками	12
1.4 Функции ртути в металлогалогенных лампах	16
1.5 Проблемы, связанные с эксплуатацией металлогалогенных ламп	17
1.6 Анализ выпуска металлогалогенных ламп в России и ведущими зарубежными фирмами	23
2 Особенности конструкции и технологии изготовления металлогалогенных ламп типа ДМГТ	28
2.1 Технические требования к лампам типа ДМГТ	28
2.2 Особенности конструкции ламп типа ДМГТ	29
2.3 Особенности технологии сборки ламп типа ДМГТ	31
2.3.1 Остекловывание вводов	33
2.3.2 Штамповка ножек	33
2.3.3 Сборка ножки смонтированной	34
2.3.4 Заварка ламп	35
2.3.5 Откачка ламп	36
2.3.6 Цоколевание ламп, обрезка и припайка вводов	42
2.3.7 Очистка лампы	43
2.3.8 Тренировка, контроль и упаковка	44
3 Экспериментальные исследования ламп типа ДМГТ 150 Вт/942	46
3.1 Измерительные комплексы, используемые в светотехнических лабораториях	46

									Лист
									4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	БР-02069964-11.03.04-09-18				

3.2 Измерение времени разгорания ламп	55
3.3 Исследование электрических, световых и цветовых параметров ламп	60
3.4 Измерение спектров излучения	62
3.5 Измерение распределения силы света	63
3.6 Исследование спектра излучения в зависимости от напряжения питающей сети	64
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	70

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

ВВЕДЕНИЕ

Среди различных источников света металлогалогенные лампы (МГЛ) считаются одними из самых «молодых»: они были изобретены сравнительно недавно. Это один из видов газоразрядных ламп наряду с люминесцентными лампами и разрядными лампами высокого давления типа ДРЛ. МГЛ более компактны, они не занимают много места, производятся мощностью от 20 до 2000 Вт. Поэтому их используют в самых различных областях деятельности: в архитектурном дизайне, в строительстве, в театральной сфере, в садоводстве и овощеводстве для подсветки растений в теплицах. МГЛ универсальны и надёжны.

МГЛ применяются в самых различных сферах, чаще всего — в промышленности или в ландшафтном дизайне. Мощные и компактные, они довольно часто присутствуют в приборах ночного освещения на улицах, в парках и скверах, в подсветке памятников или зданий. Также МГЛ — неизменный атрибут стадионной подсветки, светового дизайна цирков и арен, торговых и офисных зданий, рекламных и прочих конструкций. Это очень удобный и порой просто незаменимый источник достаточно сильного светового потока.

МГЛ широко используются по причине уникального сочетания невысокой цены, отличной энергетической эффективности, мощности и неприхотливости. Срок эксплуатации ламп также достаточно велик, поэтому их приобретение является выгодной покупкой. Кроме того, этот источник света можно устанавливать в труднодоступных местах, для чего требуется обращаться, например, к услугам промышленного альпиниста. Часто менять лампы не придётся, чем и обуславливается выбор именно этого типа светового оборудования [1].

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

Целью бакалаврской работы является исследование характеристик металлогалогенной лампы типа ДМГТ 150Вт/942 производства ООО «Лисма»

Задачами данной бакалаврской работы являются:

- анализ современного состояния развития МГЛ;
- анализ конструкций и характеристик МГЛ различных производителей;
- исследование электрических и светотехнических характеристик лампы типа ДМГТ 150Вт/942;
- исследование пространственного светораспределения лампы типа ДМГТ 150 Вт/942.

Новизна бакалаврской работы – это результаты экспериментальных исследований лампы типа ДМГТ 150Вт/942, анализ соответствия результатов измеренных характеристик значениям, заявленным производителем, а также сравнение измеренных характеристик лампы типа ДМГТ 150Вт/942 с характеристиками ламп-аналогов передовых зарубежных фирм.

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1 Состояние развития металлогалогенных ламп

1.1 Создание металлогалогенных ламп

Революцию в светотехнической промышленности сделали металлогалогенные лампы. Их многообещающие перспективы обусловлены тем обстоятельством, что они сочетают высокую световую отдачу и хорошую цветопередачу, присущие люминесцентным лампам, с высокой удельной мощностью излучения, которой отличаются ртутные лампы высокого давления; вследствие этого они лишены существенных недостатков обоих типов ламп, в ряде случаев работают лучше, чем какая-либо прежняя лампа, и в настоящее время вытесняют оба типа ламп из некоторых областей применения, в которых эти лампы использовались в течение десятилетий.

В настоящее время МГЛ совершенствуются год от года, хотя основной принцип их работы был открыт Штейнметцом в 1911 г. Исследуя лампы с ртутным катодом, Штейнметц обнаружил, что при введении в систему иодидов разных металлов, можно от разряда получить спектр соответствующего металла. Во время разряда иодид металла испарялся, разлагался в дуге и свободные атомы металла возбуждались за счет соударений с электронами, излучая при этом соответствующие им спектральные линии.

Проблема заключалась в том, что идеи Штейнметца значительно опередили свое время. Применение жидких катодов означало, что он был ограничен низкими температурами порядка точки кипения ртути 357°C . При этой температуре давления паров иодидов металлов очень низки, обычно в пределах от 10^{-3} до 10^{-1} Па (10^{-5} – 10^{-3} мм рт. ст.), поэтому парциальные давления этих металлов сравнительно низки и яркости их спектра незначительны. Однако иодид таллия и иодид индия имеют при этих температурах давления паров 67 Па (0,5 мм рт. ст.) и 270 Па (2 мм рт. ст.)

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

соответственно, и Штейнметц имел возможность получать от них яркие спектры. Даже если бы Штейнметц не был ограничен температурой ртутного катода, он имел бы возможность повысить температуру холодной зоны примерно только на 50°C вследствие ограничений, связанных температурами размягчения стекла, из которого были изготовлены его разрядные трубки.

Более поздние указания на применение иодидов в разряде относятся к 1953 г. и касаются изготовления кварцевых спектроскопических ламп, в которых использовался иодид тория и применялось высокочастотное возбуждение, так что отпадала необходимость в электродах. Такие трубки могут с успехом работать при температуре в 1000 К, при которой давление паров ThI₄ составляет $2,1 \times 10^4$ Па (160 мм рт. ст.), и создают яркий белый свет, состоящий из множества линий излучения тория. В конце 1950 и начале 1960 гг. применение этого принципа для изменения цвета излучения ртутных ламп успешно исследовалось в ряде лабораторий. В течение двух лет, начиная с 1962 г., почти все крупные фирмы электроламповой промышленности рекламировали выпускаемые ими лампы с иодидами металлов [19].

1.2 Основные характеристики и особенности металлогалогенных ламп

Определенная форма дуги во внутренней колбе оказывает влияние на фиксированное положение лампы, что и определяет её тип: одноцокольные (односторонние) МГЛ с условным обозначением SE (single-ended) вставляются в патрон при помощи резьбы на цоколе; двухцокольные (двусторонние) МГЛ имеют условное обозначение DE (double-ended) и вставляются в патроны, которые находятся с обеих сторон лампы; универсальные МГЛ с маркировкой «universal», которые могут работать в горизонтальном или вертикальном положении. Сегодня лампы типа МГЛ

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

выпускаются в широком диапазоне мощностей. Для наружного освещения применяют лампы мощностью 70, 150, 250, 400, 1000, 2000 Вт, одноцокольные или двухцокольные, со штыревыми или софитными цоколями.

Поскольку на плазму дуги действует сила тяжести, рабочее положение лампы должно быть строго определенным. Так, МГЛ бывают горизонтальной ориентации, вертикальной ориентации и универсальные. Маркировки соответственно: ВН, ВUD, U – base horizontal, base up/down, и universal. Если лампу использовать не в надлежащем рабочем положении, то ее срок службы будет меньше, а рабочие характеристики окажутся хуже. Цвет свечения МГЛ и цветовая температура, связаны главным образом с видом применяемого галогенида металла. Соединения натрия дают желтый оттенок, таллия — зеленый, индия — голубой. Изначально МГЛ применяли там, где требовался свет близкий к естественному, белый, без примеси синего.

Возможно получить от МГЛ чистый дневной свет с индексом цветопередачи выше 90. Принципиально достижима любая цветовая температура из диапазона от 2500 до 20000 К.

Специальные типы МГЛ применяются в парниках и теплицах для растений, в аквариумах для животных, где требуется особый спектр. При этом, выбирая лампу важно помнить, что характеристики цвета в реальности будут сначала отличаться от тех, что указаны в спецификации, поскольку указанные характеристики относятся к лампе, уже отработавшей 100 часов, то есть в первые часы горения они будут несколько отличаться [14].

Наибольшее расхождение по характеристикам наблюдается у МГЛ с предварительным прогревом, в них различие по цветовой температуре доходит до 300 К. У ламп с импульсным зажиганием расхождение меньше — от 100 до 200 К.

Длительное отклонение питающего напряжения от номинального может привести к изменению цветности света и светового потока. Резкое

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

колебание сетевого напряжения свыше $\pm 10\%$ может привести к выключению ламп. Если напряжение питающей сети сильно меняется, цветовая температура также будет изменяться — если напряжение меньше номинального, то свет будет холоднее, поскольку добавки, ответственные за цвет не ионизируются в достаточном количестве. Если же напряжение окажется больше номинала — цвет окажется теплее, однако длительное превышение напряжения грозит взрывом колбы из-за повышенного давления в ней. Лучше всего предусмотреть стабилизацию питающего напряжения [16].

Спектральные и электрические характеристики МГЛ могут очень широко варьироваться, ассортимент рынка огромен. Качество света и высокая светоотдача объясняют широкое распространение МГЛ сегодня в различных осветительных установках и светосигнальных приборах [15].

Лампы компактны, мощны, эффективны в качестве источника света, и являются сегодня перспективной заменой традиционным дуговым ртутным люминесцентным лампам (ДРЛ) и натриевым лампам высокого давления (НЛВД), благодаря более мягкому и безопасному для человека спектру. Световой поток ламп МГЛ до 4 раз выше чем у ламп накаливания, а световая отдача составляет в среднем 80–100 лм/Вт. Цветовые температуры: 6400 К (холодный дневной свет), 4200 К (естественное освещение) или 2700 К (теплый свет), – легко достижимы при индексе цветопередачи порядка 90–95% – это очень хорошая цветопередача для лампы, КПД которой в 8 раз выше чем у лампы накаливания.

МГЛ выпускаются мощностью от 20 Вт до 3500 Вт, бесперебойная работа не зависит от температуры окружающей среды и от ее перепадов, если лампа уже зажглась. Срок службы лампы МГЛ в среднем составляет 10000 часов непрерывной работы [6].

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		11

1.3 Спектр излучения металлогалогенных ламп с различными излучающими добавками

В качестве добавок могут быть использованы йодиды почти всех металлов периодической системы. Фирма “Сильвания” изготовила экспериментальные лампы с 59 различными металлами, которые излучали спектры металлов добавки; были исключены только бериллий, мышьяк и селен вследствие высокой токсичности их паров. Были изготовлены лампы с добавками платино-палладиевых групп и исследованы спектры их элементов, однако нестабильность их галогенных соединений обуславливала образование очень неустойчивых спектров и значительных осадений металла на стенках колбы. Медь, серебро и золото неудовлетворительно работают с йодидами вследствие неустойчивости этих соединений при необходимой температуре колбы. Кальций, стронций и барий также неэффективны вследствие низкой упругости паров всех галогенидов, что характерно также и для некоторых редкоземельных металлов. Бром и алюминий также недостаточно эффективны, так как все их галогениды имеют высокую упругость паров при комнатной температуре, и лампы с этими добавками требуют высокого напряжения зажигания. Таким образом, остается около 50 металлов, йодиды которых могут быть с успехом применимы.

Если признать возможным одновременное применение двух металлов, то число возможных сочетаний (не считая изменения концентрации) составляет 1225. Конечно, можно одновременно использовать три, четыре или пять металлов, что увеличивает количество возможных сочетаний до 19600, 230300 и 2118760. Очевидно, что для изготовления всех этих ламп и их исследования потребовалось бы несколько столетий.

Для получения того или иного спектра излучения лампы можно подобрать соответствующие добавки. Очевидно, что каждой области

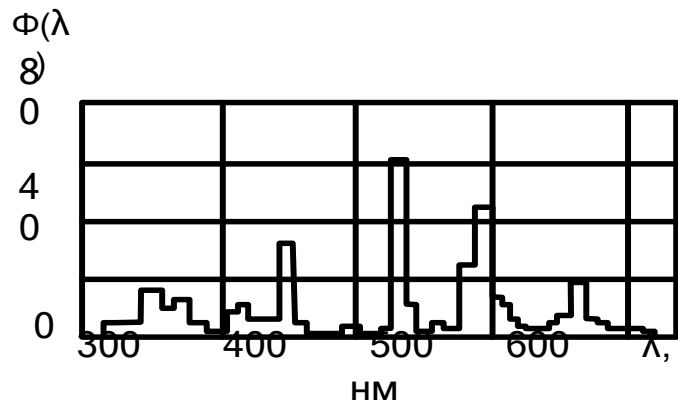
					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

применения лампы соответствует определенный оптимальный спектр излучения. Например, лампы, предназначенные для общего освещения, должны обычно излучать белый свет, включая все видимые длины волн, хотя имеются области применения этих ламп, спектр излучения которых для создания декоративных эффектов должен быть сильно насыщен различными цветами. В большинстве случаев для целей фотокопирования или полиграфических работ требуются источники света, энергия излучения которых лежит в синей и близкой ультрафиолетовой областях спектра. Для каждой области применения можно в качестве добавки подобрать те металлы, линии излучения которых строго соответствуют требуемой части спектра. На рисунке 1.1а показан спектр МГЛ с тройной смесью $\text{Hg}+(\text{NaI}+\text{TlI}+\text{InI}_3)$. Спектр таких ламп линейчатый, и качество цветопередачи удовлетворительно лишь для общего освещения. Красное отношение составляет 3 - 4 %

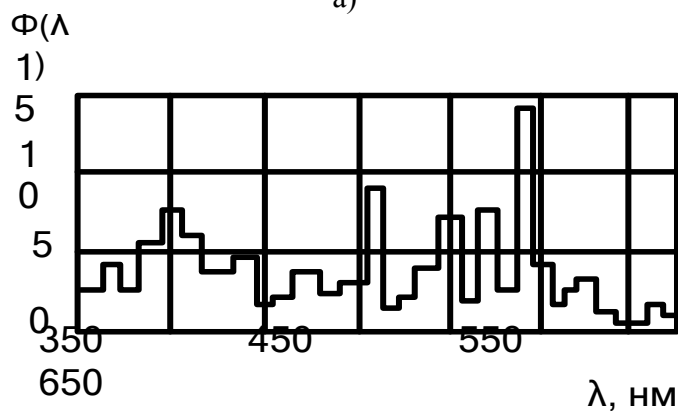
На рисунке 1.1б представлен спектр МГЛ с добавкой йодидов Sc, Na, Th . При использовании обычных спектральных приборов спектр выглядит как непрерывный - настолько густо расположены линии. Цветопередача достаточно качественная, поэтому дополнительной коррекции у лампы мощностью 400 Вт ($H = 80 \text{ лм/Вт}$, $R_a = 65$) не требуется. Однако для реализации условий достаточного возбуждения атомов скандия и получения приемлемой световой отдачи требуются более высокие температуры кварцевого стекла, чем для ламп с добавками йодидов таллия и натрия; из-за высокой температуры кварцевое стекло сравнительно быстро кристаллизуется.

При изготовлении осветительных ламп добавки йодида натрия вызывают ряд дефектов, поэтому их нужно заменить йодидом диспрозия. На рисунке 1.1в представлен спектр излучения МГЛ с добавками Dy, Ho, Tm. Лампы с йодидами диспрозия и других РЗМ имеют спектр, настолько густо заполненный линиями диспрозия, что производит впечатление непрерывного

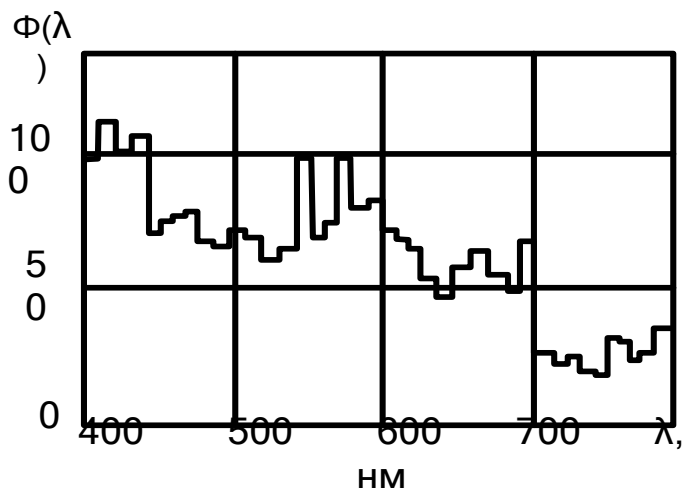
во всей видимой области, что обуславливает высокое качество цветопередачи при высокой световой отдаче (у ламп мощностью 400 Вт $H = 70 - 80$ лм/Вт, $R_a > 80$). На непрерывном фоне выделяются линии натрия и других металлов (рисунок 1.1).



а)



б)



в)

а) - NaJ + TlJ + InJ₃; б) - ScJ + NaJ + ThJ; в) - DyJ + HoJ + TmJ

Рисунок 1.1 – Спектры МГЛ с различными добавками

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

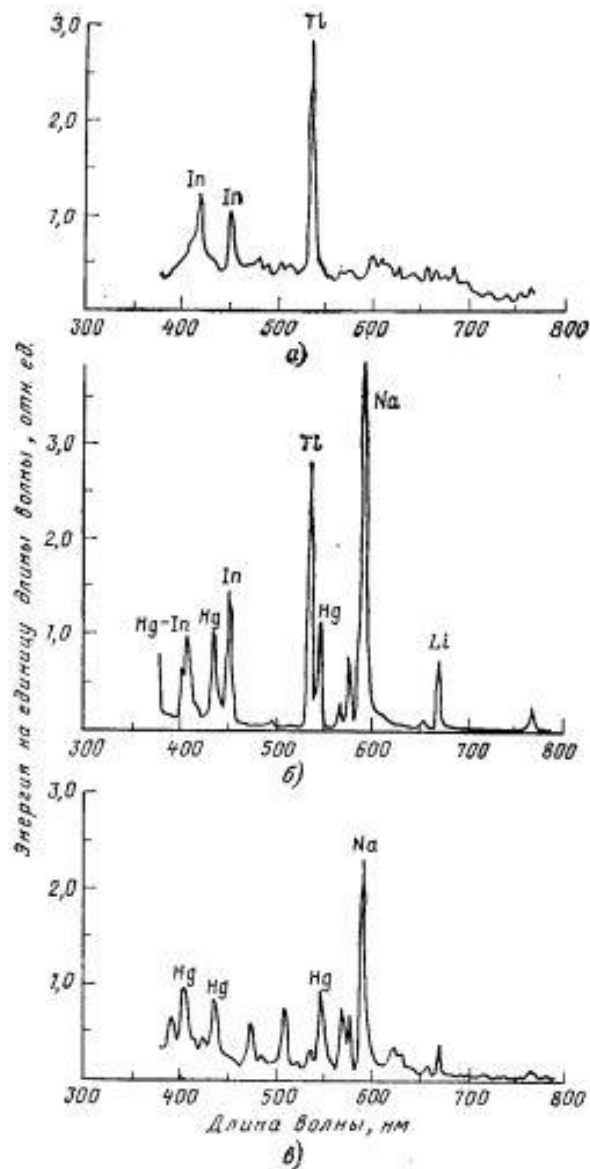
БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

14

На рисунке 1.2 представлено распределение спектральной энергии ламп трех типов. Улучшение световой отдачи и цветопередачи всех этих ламп по сравнению с ртутными лампами настолько значительно, что их следует рассматривать как новое изделие, а не только как усовершенствованную ртутную лампу. Самой ранней областью их применения было, конечно, уличное освещение, где повышенная световая отдача и улучшенная цветопередача имели столь существенное значение, что перевешивали их серьезные недостатки в отношении срока службы и стоимости по сравнению с ртутными лампами. Такое положение чаще всего имеет место для уличного освещения торговых районов города. Освещение, например, стоянок автомашин является другой значительной областью применения МГЛ, равно как и освещение зданий прожекторами заливающего света. Лампы с йодидами металлов с большим успехом могут быть использованы и для промышленного освещения, которое в течение длительного времени являлось областью почти исключительного применения люминесцентных ламп. Кроме того, МГЛ находят широкое применение для внутреннего освещения некоторых торговых предприятий, таких, как магазины без продавцов. Освещение спортивных арен представляет собой естественную область применения МГЛ вследствие современной тенденции к цветной телевизионной передаче спортивных соревнований. Для этого необходимы высокий уровень освещенности и высокое качество цветопередачи, и лампы с йодидами металлов представляют собой наиболее экономичный источник света, удовлетворяющий этим требованиям [19].

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15



а – индий – талий – диспрозий; б – индий – талий – натрий; в – скандий – натрий

Рисунок 1.2 – Распределение энергии в спектре различных типов МГЛ

1.4 Функции ртути в металлогалогенных лампах

Во всех МГЛ содержится ртуть. Но она не обязательна для осуществления йодного цикла за исключением того, что она служит для поддержания избытка йода в прозрачном виде. Ртуть и смеси выполняет ряд дополнительных функций, которые исключительно полезны, так что

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

16

сочетание всех их дает основание считать, что большинство выпускаемых осветительных ламп вероятно будут содержать ртуть в большом избытке.

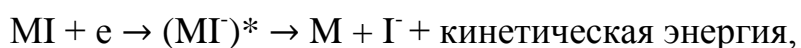
Во – первых, эффективная работа МГЛ со сравнительно высоким давлением паров металла требует высокого общего давления наполнения во избежание быстрой диффузии диссоциированного металла и атомов йода из центрального участка дуги к стенкам колбы. Если бы диссоциация происходила преимущественно в центральной части столба дуги и рекомбинация – у стенок, то потери энергии, вызванные процессом диссоциации, были бы очень высокими, в результате чего лампа оказалась бы неэффективной. Наполнение ртутью обеспечивает получение высокого рабочего давления при сохранении низкого давления при зажигании.

Во – вторых, если пары свободного I_2 присутствуют в лампе при ее зажигании, то напряжения зажигания очень высоки, так как высокое сродство I_2 к электронам нарушает образование лавины Таунсенда и так как упругость паров I_2 при комнатной температуре сравнительно высока (50 Па или 0,4 мм рт. ст.). Избыток ртути обеспечивает при этом наличие в режиме зажигания только HgI_2 , хотя HgI_2 также является газом, обладающим высокам сродством к электронам, но упругость его паров значительно ниже (0,13 Па при комнатной температуре) и поэтому вызывает только умеренное повышение напряжении зажигания [19].

1.5 Проблемы, связанные с эксплуатацией металлогалогенных ламп

Присутствие в газовой фазе соединений, содержащих галогены, повышает напряжение зажигания. Это объясняется тем, что указанные соединения либо образуют стойкие отрицательные ионы, либо подвергаются процессу, известному как диссоциативный захват электрона. В соответствии со следующей реакцией:

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17



при которой образуется стойкий отрицательный ион йода (потенциал связи 3,2 В). Образование таких связей повышает напряжение зажигания. Процессы, подобные этому, которые сопровождаются “присоединением” электронов к нейтральным атомам, препятствуют зажиганию из-за уменьшения эффективного значения коэффициента ионизации Таунсенда. Собственное значение коэффициента ионизации Таунсенда в газе, присоединяющем (захватывающем) электроны, составляет:

$$\alpha' = \alpha - \eta, \quad (1)$$

где α – число новых электронов, образующихся путем ионизации в расчете на 1 электрон на 1 см пути в направлении электрического поля;

η – число электронов, теряемых путем присоединения в расчете на 1 электрон на 1 см пути в направлении электрического поля.

Ясно, что для получения минимального напряжения зажигания коэффициент захвата η должен иметь возможно меньшее значение. Интуитивно можно предполагать, что, чем выше давление присоединяющего (захватывающего) электроны газа, тем больше будет η ; следовательно, возможное решение этой задачи заключается в том, чтобы исключить наличие высокого давления паров йодидов в холодной лампе до ее зажигания.

Было испытано множество приемов с целью уменьшить в процессе зажигания содержания HgI_2 в газе до нуля. “Монойодидное” соединение, является попыткой в этом направлении, так как индий, используемый в этих лампах, может образовывать либо InI , либо InI_3 . Таким образом, в холодной лампе InI может захватывать йод для образования InI_3 , предотвращая тем

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

самым образование HgI_2 . Рокосц, Деккер и Фрезер описали использованное для той же цели тщательное регулирование отношения $I : \text{Du}$ ниже стехиометрического. Лампы, изготовленные в соответствии с этими принципами, будучи новыми, зажигаются с ПРА, рассчитанными для ртутных ламп. Возможность разработать конструкцию, обеспечивающую нулевое содержание HgI_2 в паровой фазе, объясняет наличие многочисленных рекламных сообщений разных фирм о зажигании ламп с ПРА для ртутных ламп. Наилучшим решением этой проблемы представляется следующее: рассматривать лампу и ПРА как единую систему и рассчитывать ПРА с достаточным напряжением холостого хода, обеспечивающим зажигание лампы с полным содержанием HgI_2 в паровой фазе. Поскольку имеется значительно большее количество ламп, выпускаемых другими фирмами и работающих с ПРА, специально предназначенными для МГЛ, чем с ПРА для ртутных ламп, но как показывает практика, эта точка зрения представляется убедительной.

Проблемы, связанные с наличием в лампе HgI и ее влиянием на напряжение зажигания имеют существенное значение для любой лампы, содержащей ртуть и йод. Имеются дополнительные проблемы, которые связаны с йодидами и не могут быть решены в настоящее время. Например, некоторые сорта кварца содержат сравнительно большие количества алюминия; йодид алюминия, который может в виде примеси присутствовать в таких лампах, повышает напряжение зажигания. Еще более существенной является проблема водорода, так как водород является весьма обычной примесью в вольфраме, из которого изготавливаются электроды. Вследствие содержания влаги в йодидах он может присутствовать также и в горелке. Водород взаимодействует со всеми йодидами, восстанавливая их и образуя йодистый водород; так как точка кипения HI составляет -35°C , йодистый водород всегда находится в паровой фазе при всех температурах, которые могут иметь место при зажигании лампы.

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		19

Решение всех этих проблем, в основном, сводится к одному: к обеспечению отсутствия водорода. Это требует тщательного контроля за всеми стадиями производства с тем, чтобы обеспечить минимальное загрязнение вольфрама водородом, минимальную примесь влаги в сильно гигроскопичных йодидных химикатах и минимальное выделение водорода из деталей внешней колбы. Обеспечение высококачественного контроля явилось важнейшим фактором в освоениях успешного производства МГЛ.

МГЛ работает в режиме периодического зажигания и погасания. Она включается, нагревается в течение 15 – 20 с до достижения стенками колбы температуры 200°С и гаснет вследствие чрезмерного напряжения переза зажигания; затем она охлаждается, вновь зажигается, и процесс повторяется. Это является главной причиной незажигания МГЛ, работающих с ПРА, предназначенными для ртутных ламп. У многих из этих ПРА форма тока сразу после зажигания лампы соответствует показанной на рисунке 1.3; между пиками тока имеются паузы длительностью в 5–6 мс, когда ток мал. Такая форма тока обуславливает необходимость иметь высокое напряжение переза зажигания, которое невозможно получить от ПРА.

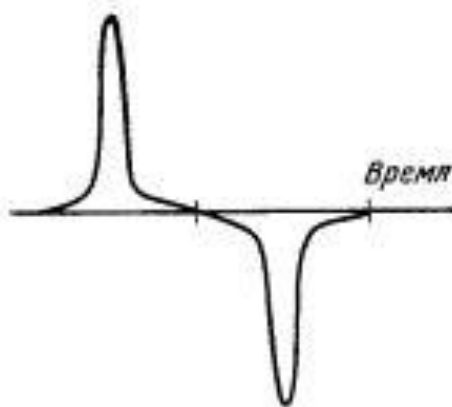


Рисунок 1.3 – Зависимость формы тока от фазы в лампе, работающей с ПРА для ртутных ламп после зажигания

Значение этого явления, очевидно, зависит от количества HgI_2 , в лампе; лампы, не имеющие свободного HgI_2 , характеризуются менее высоким

напряжением перезажигания. ПРА должен быть рассчитан так, чтобы он создавал такое напряжение перезажигания, которое обеспечивало бы максимальное напряжение перезажигания при наиболее вероятном содержании HgI_2 в лампе в течение ее нормального срока службы.

Если в МГЛ применяется то же включение зажигающего электрода последовательно с сопротивлением, как и на ртутных лампах, то они также подвержены электролизу. В действительности же они еще больше подвержены электролитическому разрушению вакуумноплотного впаля, так как все они содержат иодиды щелочных металлов. Эти иодиды могут конденсироваться в закатоде области и вызвать обильное поступление щелочных ионов, внедряющихся в кварц вблизи молибденового фольгового ввода электрода. Эта большая концентрация щелочи вследствие наличия отрицательных потенциалов на фольге ввода зажигающего электрода, перемещается к фольге, в результате чего впаля разрушается за несколько сотен часов работы. Для предотвращения этого явления были разработаны различные варианты исполнения зажигающего электрода, однако ни один из них не дал положительного результата. Единственное решение заключалось в обеспечении с помощью внешних средств отсутствия разности потенциалов между зажигающим электродом с катодом. Одним из обычно используемых средств является применение биметаллического выключателя, который после разогрева лампы осуществляет короткое замыкание ввода зажигающего электрода и катода. Из-за электролиза в лампах типа МГЛ отказались от электрода поджига. В настоящее время для уменьшения напряжения пробоя таких ламп, используют импульсное зажигающее устройство или электронный пускорегулирующий аппарат.

Все промышленно выпускаемые МГЛ, за исключением ламп “БОК”, изготовляемых фирмой “Вестингауз”, содержат йодид натрия в качестве одного из ингредиентов наполнения горелки. Одно из давно обнаруженных нежелательных явлений, связанных с применением этого соединения,

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

заключается в том, что натрий избирательно убывает из наполнения горелки, оставляя йод. Это оказывает разрушительное влияние, поскольку NaI представляет собой одно из соединений, которое добавляется в большом избытке. Более чем 99% NaI, содержащегося в горелке, обычно конденсируется на стенках. Выделяющиеся атомы натрия из этого соединения освобождают йод, который обязательно должен находиться в парообразной фазе. В этой фазе он может образовать HgI_2 со всеми нежелательными последствиями, присущими этому соединению.

Ионы любого другого металла, которые растворяются в кварце, оказываются под воздействием тех же электрических сил, которые переносят натрий на наружную поверхность; однако вследствие большего радиуса ионов почти всех других металлов их движение под действием этих сил будет на порядок меньше. Однако, если они переносятся с внутренней поверхности кварца в любой степени, будет иметь место то же нарушение химического равновесия, которое наблюдалось в случае с натрием. Наличие электрических полей в кварце до некоторой степени усиливает взаимодействие между йодидами любых металлов и кварцем, даже несмотря на то, что ионы металлов велики и сравнительно неподвижны. Более того, присутствие в кварце ионов тяжелых металлов будет вызывать более вредный эффект в отношении температурного коэффициента его расширения, чем натрий. Кроме того, ионы тяжелых металлов, доходящие до наружной поверхности, не будут испаряться, как натрий. Следовательно, наличие электрических полей постоянного тока в кварце может вызвать аккумуляцию тяжелых ионов в кварце в дополнение к потерям натрия из горелки. Вполне возможно, что устранение этого аккумуляции являлось столь же значительным результатом безрамной конструкции, как и устранение потерь натрия. Так или иначе, введение безрамной конструкции привело к увеличению срока службы лампы мощностью 400 Вт с 1000-1500 ч более чем до 10000 ч [19].

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		22

1.6 Анализ выпуска металлогалогенных ламп в России и ведущими зарубежными фирмами

Рефлакс – крупнейший российский производитель разрядных ламп для уличного, архитектурного, производственного и тепличного освещения. С 1995 года Рефлакс предлагает широкий ассортимент высокоэффективных и экономичных ламп собственного производства (ДНаТ, ДНаЗ, ДРИ, ДРИЗ). Ассортимент выпускаемой продукции охватывает весь спектр натриевых и металлогалогенных ламп мощностью от 35 до 1000 Вт. Эксклюзивный продукт ООО "Рефлакс" – зеркальные натриевые и металлогалогенные лампы высокого давления ДНаЗ/Reflux и ДРИЗ/Reflux, широко известные в России и за рубежом. В настоящее время освоен серийный выпуск металлогалогенных ламп с керамической горелкой мощностью от 35 до 680 Вт [13].

ООО «Лисма» выпускает большой ассортимент МГЛ: для общего освещения, зеркальные, трубчатые, с улучшенным качеством цветопередачи. В таблице 1.1 представлены лампы для общего освещения.

Таблица 1.1 – Лампы типа МГЛ, выпускаемые ООО «Лисма»

Тип лампы	P, Вт	I, А	Φ _e , лм	Цветовая температура, К	R _a	Длина лампы, мм	Диаметр внешней колбы, мм	Высота лампы, мм	Тип цоколя
ДМГкТ 70 Вт/640	70	0,98	5600	4000	65	156	39	102	E27
ДМГкТ 100 Вт/640	100	1,2	8200	4000	65	211	48	132	E27
ДМГкТ 150 Вт/640	150	1,8	13500	4000	65	211	48	132	E40

Новинкой являются высокоэффективные МГЛ софитного исполнения типа ДМГсф. Особенностью ламп является керамическая горелка,

установленная во внешней прозрачной цилиндрической кварцевой колбе. Лампы сочетают в себе высокую энергетическую эффективность (световую отдачу) с высоким качеством цветопередачи. Срок службы ламп от 3 лет и более по сравнению с аналогичными металлогалогенными лампами с кварцевой горелкой. Высокие технические показатели ламп позволяют достичь значительной экономии за счет снижения потребления электрической энергии и эксплуатационных затрат на их обслуживание. Лампы предназначены для работы в светильниках наружного и внутреннего освещения от сети переменного тока напряжением 220 В частоты 50 Гц с использованием соответствующей пускорегулирующей аппаратуры и импульсного зажигающего устройства (ИЗУ), а так же с электронными пускорегулирующими аппаратами от натриевых ламп соответствующей мощности. Лампы соответствуют требованиям ГОСТ Р 53075-2008 (МЭК 61167:1992)[2]. Лампы типа ДМГсф по сравнению с аналогичными металлогалогенными лампами с кварцевой горелкой обладает следующими преимуществами:

- повышенной стабильностью светового потока, цветовой температуры и индекса цветопередачи ламп в процессе всего срока службы;
- повышенным сроком службы ламп в осветительной установке от 3 лет и выше;
- конструкция лампы обеспечивает надежную эксплуатацию ламп в период всего срока службы[5].

Сферы применения ламп:

- освещение промышленных предприятий;
- уличное освещение;
- освещение спортивных сооружений;
- освещение объектов архитектуры;
- освещение скверов, парков;

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

– в качестве декоративной подсветки (выставочные залы, витрины и т.п.) [10].

Характеристики ламп типа ДМГсф приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристики ламп типа ДМГсф

Тип лампы	P, Вт	I, А	Ф _e , лм	Цветовая температура, К	R _a	Размеры, мм			Тип цоколя
						L	D	H	
ДМГсф 70 Вт/942	70	0,98	6500	4200	90	117	21	57	RX7s
ДМГсф 70 Вт/830	70	0,98	6800	3000	80	117	21	57	RX7s
ДМГсф 100 Вт/942	100	1,2	8400	4200	90	135	23	66	RX7s-24
ДМГсф 100 Вт/830	100	1,2	8800	3000	80	135	23	66	RX7s-24
ДМГсф 150 Вт/942	150	1,8	14400	4200	90	135	23	66	RX7s-24
ДМГсф 150 Вт/830	150	1,8	14500	3000	80	135	23	66	RX7s-24

Немецкая компания BLV – известный европейский концерн, специализирующийся на производстве металлогалогенных источников света. Существует предприятие с 1968 года, производственные мощности расположены в Германии. Особенность марки BLV – специализация на осветительном оборудовании для магазинов (особенно текстильных) и архитектурных сооружений. Ряд серий ламп марки BLV имеют ультрафиолетовый фильтр, что позволяет освещать предметы без выгорания их красок. Компания BLV известна благодаря отличному качеству, продолжительному времени эксплуатации и широкому ассортименту выпускаемых товаров.

Серии МГЛ компании BLV:

– Hilite – МГЛ с разным цветом свечения: тепло-белый, розовый, дневной и искристый. Равномерность эксплуатационных характеристик в течение всего времени службы - 10000 часов. Цоколь Rx7s;

– Hit-ultralite – МГЛ с большой продолжительностью работы – до 15000 часов;

– C - hilite – МГЛ с горелкой из керамики и большим временем работы – до 15000 часов. Отличные параметры цветопередачи, способность запуска ещё не остывшей лампы и УФ-фильтр, который уменьшает выгорание красок от света, особенно в текстильных изделиях;

– Topspot G12 – МГЛ для направленного светового потока, с защитой от ультрафиолета, что снижает выгорающее действие и замедляет старение пластиковых частей световой аппаратуры;

– Topspot SHROUD – МГЛ для светильников открытого типа с цоколем E27. Применяются во внешнем освещении или общем внутреннем;

– Topspot G8,5 – МГЛ точечного света, изделия небольших габаритов с фокусировкой;

– Topspot – МГЛ с керамической горелкой, сроком службы порядка – 12000 часов, повторным запуском лампы в горячем состоянии и ультрафиолетовым фильтром;

– Toplite – универсальные МГЛ широкого применения: промышленные цеха, склады, общественные здания, внешние осветительные системы. Время работы порядка 15000 часов. Стекло на лампах этой серии может быть матовым или прозрачным, цоколь – E27;

– Toplite shroud – МГЛ для светильников открытой конструкции с мощностью работы 70-400Вт, прозрачной или матовой колбой;

– Topflood – МГЛ заливающего освещения для работы в промышленных помещениях, складах, общественных зданиях, стадионах,

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>26</i>

уличных условиях. Эксплуатационный срок до 8000 часов для ламп средней мощности и 6000 часов для мощных источников света (1000Вт).

Посредством добавления металлов и йодидов достигаются оптимальный цвет и светоотдача металлогалогенных ламп POWERSTAR HQI. Короткая разрядная дуга – это почти точечный источник света, отличающийся хорошей управляемостью и высокой эффективностью освещения. Лампа POWERBALL HCl – это результат модернизации металлогалогенных ламп POWERSTAR HQI. Они полностью совместимы с соответствующими лампами HQI. Их постоянство цвета на протяжении всего срока службы, светоотдача и цветопередача просто превосходны. Эти лампы с круглой керамической горелкой, запатентованной компанией OSRAM, обладают по сравнению с лампами с цилиндрическими горелками улучшенными параметрами света, цвета и стабильности. Характеристики данных ламп показаны в таблице 1.3 [11].

Таблица 1.3 – Характеристики лампы POWERSTAR HQI

Наименование изделия	P, Вт	Ф, лм	Тип цоколя	Диаметр, мм	Длина, мм
HQI-T 70/WDL	70	5300	G12	25	84
HQI-T 70/NDL	70	5800	G12	25	84
HQI-T 150/WDL	150	13000	G12	25	84
HQI-T 150/NDL	150	13000	G12	25	84

2 Особенности конструкции и технологии изготовления металлогалогенных ламп типа ДМГТ

2.1 Технические требования к лампам типа ДМГТ

Существенных улучшений характеристик МГЛ удалось добиться при использовании горелок из высокотемпературной керамики. Это новое поколение высокоэффективных дуговых металлогалогенных ламп типа ДМГТ. Особенностью ламп является керамическая горелка, установленная во внешней прозрачной цилиндрической колбе. Лампы сочетают в себе высокую энергетическую эффективность (световую отдачу) с высоким качеством цветопередачи. Срок службы ламп от 3 лет и более по сравнению с аналогичными МГЛ с кварцевой горелкой. Высокие технические показатели ламп позволяют достичь значительной экономии за счет снижения потребления электрической энергии и эксплуатационных затрат на их обслуживание.

Лампы предназначены для работы в светильниках наружного и внутреннего освещения от сети переменного тока напряжением 220 В частоты 50 Гц с использованием соответствующей пускорегулирующей аппаратуры и импульсного зажигающего устройства, а так же с электронными пускорегулирующими аппаратами от натриевых ламп соответствующей мощности [18].

Характеристики дуговых металлогалогенных ламп типа ДМГТ представлены в таблице 2.1

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Таблица 2.1 – Характеристики ламп типа ДМГТ

Тип лампы	P, Вт	I, А	Ф _e , лм	Цветовая температура, К	R _a	Длина лампы, мм	Диаметр внешней колбы, мм	Высота светового центра, мм	Тип цоколя
ДМГТ 70Вт/942	70	0,98	5800	4200	90	156	39	102	E27
ДМГТ 70Вт/830	70	0,98	6000	3000	80	156	39	102	E27
ДМГТ 100Вт/942	100	1,2	8700	4200	90	211	48	132	E40
ДМГТ 100Вт/830	100	1,2	9200	3000	80	211	48	132	E40
ДМГТ 150Вт/942	150	1,8	13200	4200	90	211	48	135	E40
ДМГТ 150Вт/942	150	1,8	14200	3000	80	211	48	135	E40

Средняя продолжительность горения ламп 15000 ч.

Зажигание ламп при напряжении сети 220 В должно наступать в течение 1 мин.

Повторное зажигание ламп после их отключения проводить не ранее, чем через 15 мин.

Лампы должны эксплуатироваться с керамическими резьбовыми патронами E40 ДКС-01 по ТУ16-675.060 или патронами других типов, предназначенных для эксплуатации в схемах с импульсным зажиганием [3].

Эксплуатация ламп при напряжении выше номинального приводит к резкому сокращению срока службы ламп и их преждевременному выходу из строя [9].

2.2 Особенности конструкции ламп типа ДМГ

К особенностям конструкции можно отнести следующие параметры:

- трубчатая форма внешней колбы;
- керамическая горелка;
- использование газопоглотителя;
- внешняя колба вакуумирована;

Для производства источников света из керамики изготавливают различные изоляционные детали (мостики, держатели, вкладыши и др.). В последнее время, начиная примерно с 1960 г., особая свето-прозрачная керамика, получаемая на основе чистой окиси алюминия, применяется для изготовления горелок газоразрядных ламп высокого давления с парами щелочных металлов, в частности в натриевых лампах высокого давления, а в последнее время и для МГЛ [12].

Керамика представляет собой неорганический материал, полученный спеканием из смеси исходных порошкообразных диэлектрических веществ. Любая керамика по структуре представляет собой трёхфазный материал, состоящий из кристаллической, стекловидной и газовой фаз. Основу керамики составляет кристаллическая фаза, определяющая в основном ее главные свойства. Стекловидная фаза керамики – это тонкая прослойка из стекла, связывающая кристаллы кристаллической фазы. Она улучшает спекаемость керамики. Газовая фаза – это поры в материале, заполненные газом. Они неизбежно возникают в процессе изготовления керамических деталей и ухудшают параметры керамики [8].

Положительными свойствами керамики являются:

- высокая химическая стойкость к действию влаги, кислот, органических растворителей, паров многих активных металлов;
- стабильность параметров в широком интервале температур;
- высокая механическая прочность;

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

- малое газопоглощение, легкая обезгаживаемость;
- очень малая газопроницаемость через плотную керамику и др.

К недостаткам керамики можно отнести относительную сложность технологии получения и обработки керамических деталей, дороговизну некоторых марок и т. п.

Для электролампового производства наибольший интерес представляет вакуумноплотная керамика, имеющая несколько разновидностей.

По химико–минералогическому составу вакуумно-плотная керамика подразделяется на магнезиально–силикатную, алюмосиликатную, алюмооксидную и окисно–бериллиевую.

2.3 Особенности технологии сборки ламп типа ДМГТ

Технологический процесс изготовления ламп типа ДМГТ может быть классифицирован как типовой и разделен на основные технологические маршруты, представленные на рисунке 5. Каждый из перечисленных технологических маршрутов включает в себя несколько отдельных, последовательно выполняемых технологических операций по изготовлению (обработке) деталей или сборочной единицы.

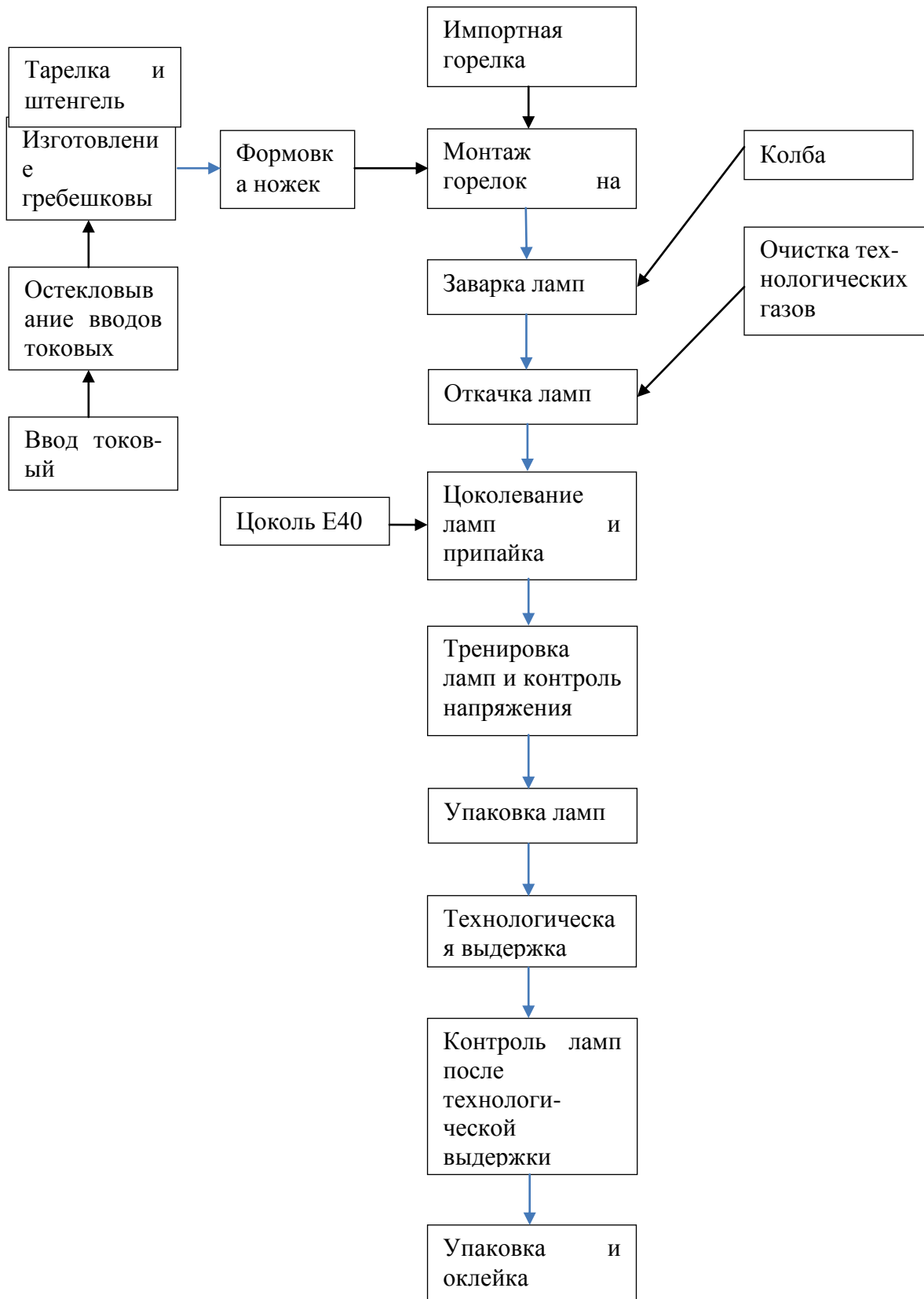


Рисунок 2.1– Технологический маршрут сборки лампы типа

ДМГТ 150 Вт/942

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

32

2.3.1 Остекловывание вводов

Остекловывание вводов токовых осуществляется на машине для остекловывания вводов токовых по следующим переходам:

- вводы токовые, подлежащие остекловыванию, устанавливаются внутренним звеном вниз в гнезда позиций машины;
- на все вводы токовые надеваются штенгели;
- штенгели расплавляются пламенем газовых горелок, происходит остекловывание вводов токовых;
- далее вводы токовые остеклованные передаются на операцию "Штамповка ножек».

2.3.2 Штамповка ножек

Штамповка ножек осуществляется на 32-позиционном полуавтомате СНЗ/А (Венгрия) инв. № 24801368, производительностью 500 шт/ч (рисунок 2.2).

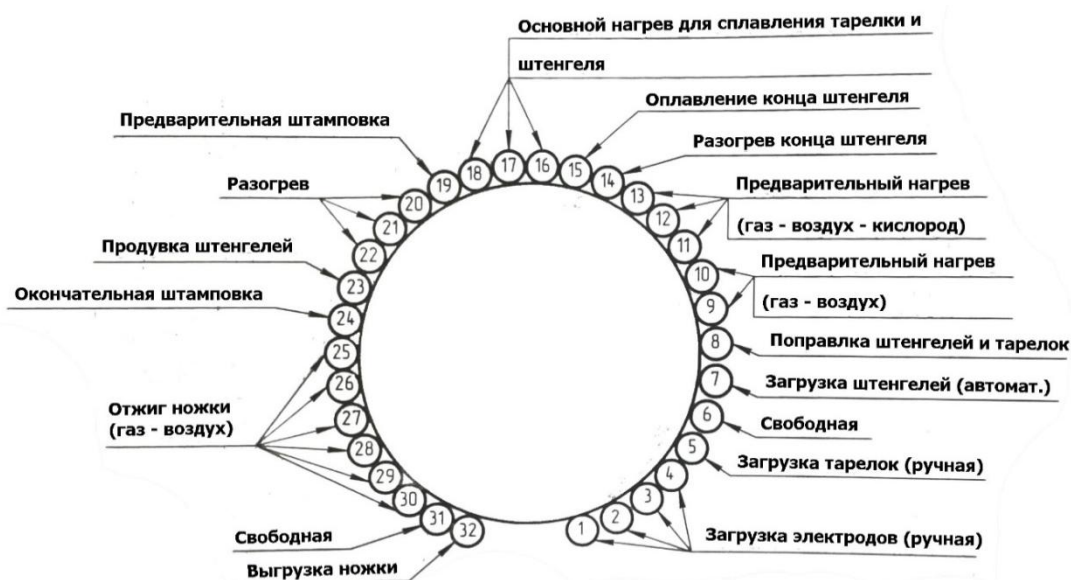


Рисунок 2.2 - Технологическая схема 32-позиционного полуавтомата штамповки ножек СНЗ/А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

33

Содержание переходов:

- вводы токовые остеклованные вставляются в соответствующие отверстия кубиков полуавтомата;
- на вводы токовые надевается тарелка развёрткой вверх, внешнее звено вводов токовых расправляется;
- штамповка ножек осуществляется по схеме рисунка 2.2;
- годные ножки передаются на операцию «Формовка ножек».

2.3.3 Сборка ножки смонтированной

Операция формовки ножек ламп высокого давления осуществляется на сварочной машине LR-52B «UNITRA».

Содержание переходов:

- поддержки формируются согласно изготавливаемого типа монтажа;
- нижний сварочный электрод вставляется в трубчатый токовый ввод горелки и к токовому вводу привариваются две сформированные поддержки не менее чем в трех точках;
- далее нижний сварочный электрод вставляется в трубчатый токовый ввод второго конца горелки и приваривается неформованная поддержка. Конец поддержки оборачивается вокруг токового ввода горелки и производится вторая точка сварки;
- к вводу токовому формованному привариваются пружины в соответствии с чертежом на ножку смонтированную, сделав две точки сварки на каждую пружину;
- детали необходимые для сборки монтажа: ввод токовый формованный с приваренными пружинами, горелку с приваренными поддержками, ножку штампованную помещаются в шаблон. Верхний конец малого ввода токового формованного в зависимости от типа собираемого монтажа помещается в нижний вывод горелки, нижние концы ввода токового

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

формованного и малого ввода токового формованного совмещаются с вводами токовыми ножки штампованной, свариваются между собой;

- не извлекая детали монтажа из шаблона, поддержки в верхней части горелки привариваются к вводу токовому формованному;

- монтаж извлекается из шаблона, концы приваренных поддержек в верхней части горелки огибаются вокруг ввода токового формованного и производится сварка;

- свободный конец поддержки в нижней части горелки изгибается в виде спирали и приваривается к формованному вводу ножки, сделав две точки сварки;

- привариваются распыляемые газопоглотители, если это предусмотрено конструкцией монтажа;

- ножка смонтированная проверяется на соответствие техническим требованиям и устанавливается на подставку для ножек смонтированных.

2.3.4 Заварка ламп

Лампы типа ДМГТ 150 Вт завариваются на полуавтомате заварки LR-71А (рисунок 2.3) и маркируются на механизме маркировки ТП 100.0234.405.

Содержание переходов:

- заварщику электровакуумных приборов, выполняющего загрузку ножки смонтированной и колбы, взять ножку смонтированную за тарелку, внешние звенья вводов токовых закрутить вокруг штенгеля;

- вставить штенгель ножки смонтированной в канал заварочной свечи, таким образом, чтобы внешние звенья вводов токовых были спрятаны в канале заварочной свечи, развертку тарелки ножки прижать к наконечнику свечи;

- взять колбу и надеть ее на ножку смонтированную;

- закрепить колбу в колбодержателе с помощью прижима;

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>35</i>

- заварить лампу;
- заварщику электровакуумных приборов снять заваренную лампу с позиции полуавтомата. Проверить ее на соответствие техническим требованиям. При наличии дефектов, положить заваренную лампу в короб для брака;
- вставить годную лампу в позицию конвейера печи отжига ламп, для последующей подачи ее на операцию «Откачка ламп».

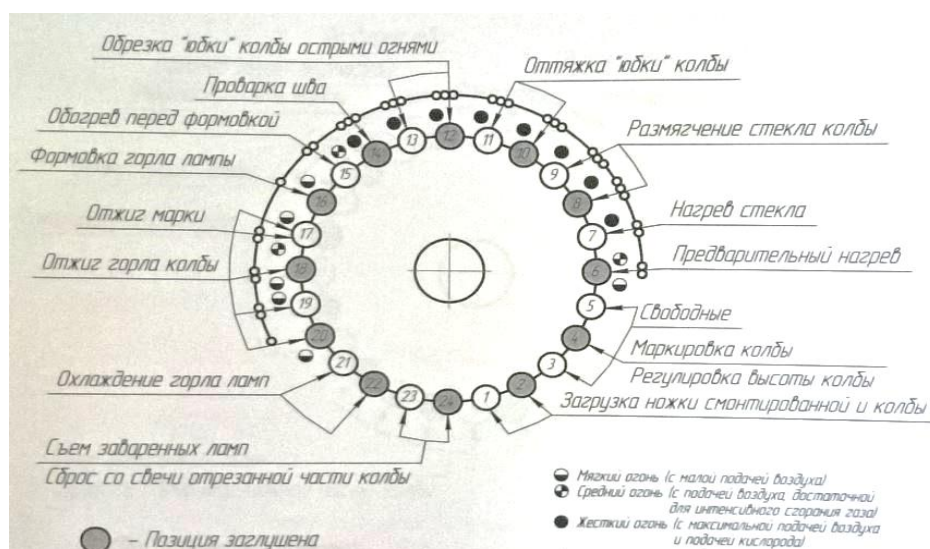


Рисунок 2.3 – Технологическая схема полуавтомата заварки LR-71А

2.3.5 Откачка ламп

Операция откачки ламп типа ДМГТ осуществляется на откачном посту ТП 100.0234-563 ПС (рисунки 2.4, 2.5).

Содержание переходов:

- наладчику подготовить рабочее место;
- принести тару для брака и ящик для откачных ламп;
- визуально проверить наличие заземления;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

36

- проверить систему охлаждения диффузионных насосов, открыть кран подачи оборотной воды и визуально проверить слив;
- включить пост откачки рукояткой пакетного выключателя «Сеть» на панели управления, переключив его в положение «Вкл»;
- проверить положение прижимных клапанов подачи воздуха первой и второй рабочих частей откачного поста. Прижимные клапаны должны быть закрыты;
- включить механические насосы «Форвакуумный насос ДН» левой и правой стороны на панели управления нажатием кнопок «Вкл»;
- переключить тумблеры «Откачка диффузионного насоса» левой и правой стороны на панели управления в положение «Вкл» для предварительной откачки диффузионных насосов рабочих частей откачного поста;
- включить нагреватели диффузионных насосов «Плитка» левой и правой стороны переключением тумблеров в положение «Вкл» на панели управления;
- включить нагрев «Печь» нажатием кнопки «Вкл» на панели управления, дождаться достижения температуры в печи до 593 К (320°C). Контроль температуры производить по милливольтметру на панели управления;
- включить вакуумметры на левой и правой стороне откачного поста тумблером "СЕТЬ" термодатной части вакуумметра, при этом должна загореться сигнальная лампа "СЕТЬ". Установить рабочий ток преобразователя на обеих термодатных частях вакуумметра по нижней шкале прибора резисторов "ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ". Установить переключатель "ИЗМЕРЕНИЕ – ТОК НАГРЕВАТЕЛЯ" в положение "ИЗМЕРЕНИЕ» произвести отсчёт по верхней шкале прибора (100 делений соответствует 10 мВ);

- установить лампы в откачные гнезда первой рабочей части откачного поста;
- закрепить пинцетом вводы токовые каждой лампы в подпружиненные контактные колонки;
- установить переключатели "Переключение сторон" на панели управления в положение, соответствующее рабочей части поста, где будет производиться откачка ламп;



Рисунок 2.4 – Схема откачного поста ламп типа ДМГТ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

38

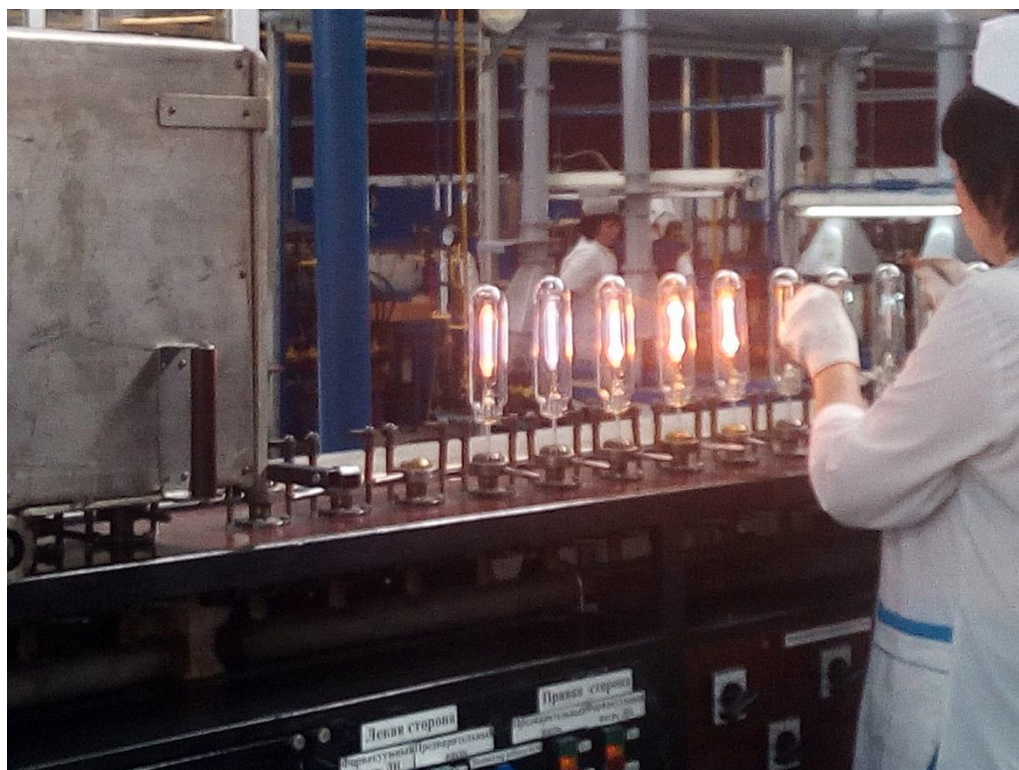


Рисунок 2.5 – Пост откачки ламп типа ДМГТ

- установить переключатели "Выбор мощности откачиваемых ламп" на панели управления в положение, соответствующее мощности откачиваемых ламп;
- включить откачку "Предварительный вакуум" на панели управления переключением тумблера в положение "Вкл";
- проверить искровым течеискателем лампы на герметичность. Негерметичную лампу следует снять с поста и заменить на другую, предварительно отключив насосы от вакуумной системы;
- откачать лампы до остаточного давления (100 делений соответствует 10 мВ) по верхней шкале вакуумметра. Полученное значение перевести в единицы давления Па (мм рт.ст.) по градуировочной кривой;
- при остаточном давлении (показание вакуумметра) не более 0,13 Па (110 мм рт.ст.), включить откачку диффузионным насосом, переключив тумблер "Высокий вакуум" на панели управления в положение "Вкл";

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

39

- откачать лампы до давления, указанного в чертежах на лампу откачанную;
- включить питание тренировки рукояткой пакетного выключателя "Сеть тренировка" на панели управления, переключив в положение "Вкл";
- включить тренировку ламп, нажав кнопку "Тренировка" в положение "Вкл" и переключив тумблер "Подключение ИЗУ" в положение "Вкл" на панели управления (Включится таймер отсчета времени тренировки ламп);
- после зажигания и стабилизации устойчивого дугового разряда в лампах, переключить тумблер "Подключение ИЗУ" в положение "Выкл" на панели управления, открыть заслонки электрической печи и надвинуть ее на лампы, после чего закрыть заслонки;
- по окончании тренировки (через 14 минут) и достижении остаточного давления в лампах (по показанию вакуумметра) не более 0,13101 Па (10^{-4} мм рт.ст.), таймер выключится, произойдет отключение ламп;
- открыв створки, переместить печь на другую половину поста, поместив в нее лампы, установленные на второй рабочей части;
- не раньше, чем через 3-5 минут остывания ламп отсоединить выводы ламп с помощью пинцета от клемм электроподводов;
- закрыть замки откачных позиций, той половины поста на которой производилась откачка ламп;
- зажечь пламя газокислородной горелки. Проверить лампы на герметичность с помощью течеискателя искрового и, предварительно надев защитные очки со светофильтром, отпаять их с откачного поста, предварительно открыв замок откачной позиции, при этом пламя горелки не должно соприкасаться с горлом ламп. Лампы, не прошедшие тренировку (те которые не загорелись) не отпаявать, а извлечь из откачного гнезда и положить в тару для брака для последующего выяснения причин;
- выключить откачку диффузионным насосом, переключив тумблер «Высокий вакуум" на панели управления;

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

- выключить откачку "Предварительный вакуум" на панели управления переключением тумблера в положение "Выкл";
- снять остатки штангелей из зажимных гнезд с помощью пинцета и сложить их в тару для отходов;
- лампы с негерметичной колбой, в также с окисленными деталями монтажа положить в тару для брака. Годные лампы положить в короб для бракованных ламп и передать на операцию "Распыление газопоглотителя";
- по окончании работы отключить пост откачки, поочередно переключив тумблеры "Высокий вакуум" и "Предварительная откачка" левой и правой стороны на панели управления в положение "Выкл";
- отключить поочередно нагрев диффузионных насосов "Плитка" левой и правой стороны откачного поста нажатием кнопок "Выкл";
- не раньше, чем через 10 минут после окончания работы отключить механические насосы "Форвакуумный насос ДН" и "Предварительный насос" левой и правой стороны откачного поста нажатием кнопок "Выкл";
- установить тумблеры "Откачка диффузионного насоса" левой и правой стороны откачного поста в положение "Выкл";
- наполнить систему воздухом, открыв прижимные клапаны подачи воздуха первой и второй рабочих частей откачного поста. Через 20 секунд клапаны перекрыть;
- не раньше, чем через 20 минут после окончания работы отключить систему охлаждения, перекрыв кран подачи оборотной воды;
- выключить питание тренировки рукояткой пакетного выключателя "Сеть тренировка" на панели управления, переключив ее в положение "Выкл";
- выключить пост откачки рукояткой пакетного выключателя "Сеть" на панели управления, переключив его в положение «Выкл».

2.3.6 Цоколевание ламп, обрезка и припайка вводов

Цоколевание ламп осуществляется на рабочем столе с установкой для проверки прочности крепления цоколя к колбе.

Содержание переходов:

- взять лампу, расправить вводы вдоль оси лампы;
- взять цоколь и продеть ввод лампы в центральное отверстие цоколя и в углубление на колбе;
- закрутить цоколь по часовой стрелке до упора;
- докрутить цоколь на приспособление для накрутки цоколя на лампу с резьбовой формовкой горла с усилием для цоколя E27/27 – 3 Н*м, для цоколя E40 – 5Н*м;
- передать лампу на следующую операцию «Припайка вводов токовых».

Содержание переходов:

- взять с конвейера лампу за колбу;
- подтянуть наружное звено ввода токового кусачками боковыми и обрезать его на уровне контактной пластины;
- обрезанный конец ввода токового прижать кусачками к поверхности контактной пластины;
- произвести обрезку наружного звена бокового ввода токового, боковой ввод токовый подтянуть кусачками, прижать к торцевой поверхности цоколя и обрезать так, чтобы конец ввода токового не выходил за резьбу цоколя
- передать лампы на операцию «Припайка вводов токовых к цоколю»;
- отходы внешних звеньев вводов токовых утилизировать в специально предназначенные контейнеры для соответствующего типа отходов на участке.

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Содержание переходов на операции «Припайка вводов токовых к цоколю»:

- зачистить напильником конец стержня паяльника;
- зажечь газовую горелку для разогрева стержня паяльника в последовательности природный газ-кислород;
- отрегулировать пламя газовой горелки таким образом, чтобы она находилась в нижней части паяльника приблизительно на 3 мм;
- в рабочую емкость для флюса налить флюс нейтральный;
- прижимая цоколь лампы к паяльнику, припаять вводы токовые к цоколю, покрыв припоем центральный ввод токовый не более 2 мм, обеспечивая надежный электрический контакт;
- окунуть конец припойной проволоки в емкость с флюсом и поместить его между прижатым к цоколю вводом токовым и стержнем паяльника;
- протереть место пайки х/б тканью;
- бракованные лампы поместить в ящик для брака.

2.3.7 Распыление газопоглотителя

Процесс распыления газопоглотителя осуществляется при помощи генератора высокой частоты 10 кВт И.060.012 и состоит из следующих переходов:

- взять лампу отпаянную, расправить вводы вдоль оси лампы;
- вставить горло лампы отпаянной в индуктор генератора так, чтобы кольца газопоглотителей располагались на уровне первого витка индуктора;
- выдержать лампу отпаянную в течение времени, при котором достигается плотность напыления, обеспечивающая непрозрачность стенок горла лампы;

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

– вынуть лампу отпаянную из индуктора, проверить ее на соответствие техническим требованиям напыления, обеспечивающая непрозрачность стенок горла лампы.

2.3.8 Тренировка и контроль и упаковка

Тренировка осуществляется на стенде проверки напряжения зажигания РП 12.132.119 ПС по следующим переходам:

- установить переключатель дросселей на стенде в положение, соответствующее типу испытываемых ламп;
- включить главный выключатель;
- установить автотрансформатором значение пониженного напряжения сети на вольтметре, соответствующее типу лампы;
- взять лампу из ящика и визуально определить наличие распыляемого бариевого газопоглотителя в конструкции внутреннего монтажа лампы;
- поместить лампу обратно в ящик;
- поставить ящик с лампами на стол проверки таким образом, чтобы купол колбы ламп располагался в верхней части ящика;
- проверить искровым течеискателем герметичность ламп, проводя резиновым щупом незаземленного вывода течеискателя по поверхности колбы каждой лампы;
- взять лампу из ящика для дальнейшей проверки;
- в случае применения распыляемого бариевого газопоглотителя в конструкции внутреннего монтажа лампы, проверить качество бариевого покрытия;
- проверить визуально отсутствие посторонних перемещающихся частиц внутри лампы;
- проверить визуально целостность внешнего баллона лампы;

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		44

- установить лампу в соответствующую позицию стенда проверки напряжения зажигания;
- подать на лампу импульсное напряжение, нажав соответствующую кнопку;
- дождаться стабильного горения лампы и прекратить подачу импульсного напряжения, отпустив нажатую кнопку;
- снять лампу со стенда проверки на зажигание;
- поместить в тару с надписью «Брак» лампы не прошедшие испытание на зажигание;
- проверить ящик для упаковки ламп;
- укомплектовать ящик лампами, удовлетворяющими техническим требованиям;
- передать ящик с лампами на операцию «Оклейка упаковки» [9].

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		45

3 Экспериментальные исследования ламп типа ДМГТ 150 Вт/942

3.1 Измерительные комплексы, используемые в светотехнических лабораториях

Исследования проводились в ЦКП «Светотехническая метрология» института электроники и светотехники на измерительном комплексе фирмы Gooch&Housego, включающем в себя фотометрический шар OL IS 7600 диаметром 2 м, многоканальный спектрорадиометр OL 770 VIS/NIR, оптоволоконный кабель 770 –7G – 3.0, прецизионный источник постоянного тока OL410–200 PRECISION LAMP SOURCE для питания вспомогательной лампы, арматуру для крепления ламп, компьютер.

Комплектность измерительной установки приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Комплект измерительной установки

Наименование	Количество, шт
Фотоколориметрическая установка,	1
в том числе:	
– фотометрический шар ol is-7600	1
– многоканальный спектрорадиометр ol 770vis/nir	1
– источник питания вспомогательной лампы ol410-200	1
– вспомогательная лампа aux lamp a180	1
– оптоволоконный кабель 770-7g-3.0	1
– арматура для крепления ламп	3
– диафрагмы	3
– компьютер	1

Интегрирующая сфера OL IS 7600 предназначена для измерения светового и энергетического потоков; спектральной плотности энергетического потока; коррелированной цветовой температуры; общего и специальных индексов цветопередачи; координат цвета и цветности в

системах XYZ (1931), u v (1960), u'v' (1976); доминирующей длины волны и чистоты цвета.

В таблице 3.2 представлены основные технические характеристики интегрирующей сферы OL IS 7600.

Таблица 3.2 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Спектральный диапазон, нм	380÷1100
Шаг сканирования по длинам волн, нм	0,75
Коэффициент отражения внутренней поверхности шара, не менее	0,986
Диапазон измерения координат цветности	
х	0,0039 ±0,7347
у	0,0048±0,8338
Погрешность измерения координат цветности	± 0,002
Диапазон измерения коррелированной цветовой температуры, К	
Погрешность измерения коррелированной цветовой температуры, %	
Диапазон измерения светового потока, лм	0,01 ÷ 200000
Предел допускаемой относительной погрешности измерения светового потока, %	
- для стандартного источника света типа А	
- для произвольного источника света	
Электропитание осуществляется от:	
Номинальное напряжение электропитания, В	220±10
Номинальная частота сети питания, Гц	50
Потребляемый ток, А, не более	16
Условия эксплуатации:	
- температура окружающего воздуха, °С	25±2
- атмосферное давление, кПа	От 45 до 80
- относительная влажность воздуха, %	От 84 до 107
Габаритные размеры, м, не более:	
- фотометрического шара Ø2,0м	2×2,16×2,34
- спектрорадиометра	0,184×0,336×0,33
- источник питания OL-410-200 для эталонной лампы	0,238×0,137×0,356
- оптоволоконный кабель 770-7G-3.0 Ø3 мм	длина 3 м
-диафрагма 3 шт (Ø 0,5 мм; Ø 1,5 мм Ø 3 мм)	0,028×0,081
Масса, кг, не более:	
- фотометрического шара	290
- спектрорадиометра	10,2
- источник питания OL-410-200 для эталонной лампы	9,8

Внешний вид комплектующих установки приведен на рисунках 3.1 – 3.3. Принцип действия комплекса основан на определении мощности излучения посредством измерения абсолютной спектральной плотности

излучения, интегрировании её и нахождения полной мощности излучения, попадающей на фотометрическую площадку – торец оптоволоконного ввода, связанного со спектрометром и ПЗС–линейкой. Световой поток определяется как произведение мощности излучения на люмен–эквивалент, который в свою очередь вычисляется как интеграл перекрытия распределения спектральной плотности излучения и относительной спектральной световой эффективности для дневного зрения. Все вычисления производятся на оборудовании с программным обеспечением [9].



Рисунок 3.1 – Внешний вид фотометрического шара OL IS–7600



Рисунок 3.2 – Внешний вид многоканального спектрометра OL 770VIS/NIR



Рисунок 3.3 – Источник питания для вспомогательной лампы OL410-200

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

49

Исследования также проводились на гониофотометрическом комплексе GO 2000A производства Everfine.

Комплекс состоит из гониометра GO2000A, фотометров ID-1000 5, цифрового многофункционального измерителя мощности PF 2010A, контроллера СТ400, цифрового источника питания постоянного напряжения и тока WY3010, блока питания переменного тока DPS1060 [4].

Отдельно расположены:

- источники питания;
- электроизмерительные приборы для контроля режимов электропитания источников излучения и измерения фототока от фотометрической головки;
- электроизмерительные приборы для измерения потребляемой электрической мощности.

В таблице 3.3 приведена комплектность гониофотометрического комплекса GO 2000A

Таблица 3.3 – Комплектность гониофотометрического комплекса

Наименование	Количество, шт
Гониофотометрический комплекс для измерения силы света, светового потока, световой отдачи источников света, в том числе:	1
- гониометр GO2000B;	1
- фотометрическая головка ID-1000;	1
- цифровой многофункциональный измеритель мощности PF 2010A;	1
- контроллер гониометра СТ400;	1
- цифровой источник питания постоянного напряжения и тока WY3010;	1
- блок питания переменного тока DPS1060;	1
- юстировочный лазер YG105674N11060020;	1
- руководство по эксплуатации;	1
- программное обеспечение.	1

Внешний вид комплектующих установки приведен на рисунках 3.4 – 3.6. Принцип действия комплекса основан на вращении источника света при статичном детекторе.



Рисунок 3.4 – Внешний вид гониометра GO2000A



Рисунок 3.5 – Цифровой многофункциональный измеритель мощности PF2010 А, источник постоянного тока WY3010 и контроллер гониометра СТ400

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

51



Рисунок 3.6 – Блок питания переменного тока DPS1060

Гониофотометрический комплекс состоит из точного автоматического двухкоординатного гониометра, контроллера гониометра, компьютера и прикладного ПО, фотометрической головки, электроизмерительного прибора и источников питания.

Гониометр GO-2000A (горизонтальный гониометр) представляет собой систему определения распределения силы света и измерения общего светового потока от различных источников света и светильников.

Гониометр – ключевой элемент системы. Он не только фиксирует и точно ориентирует измеряемый образец, но и осуществляет контроль угла поворота по осям C и γ в фотометрической системе $C \gamma$ (либо угла поворота по осям B и β в фотометрической системе $B \beta$).

Технические характеристики GO2000A приведены в таблице 3.4

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		52

Таблица 3.4 – Технические характеристики GO2000A

Диапазон углов поворота испытуемого источника света вокруг вертикальной оси	от -180° до $+180^{\circ}$
Диапазон углов поворота испытуемого источника света вокруг горизонтальной оси	от -180° до $+180^{\circ}$
Точность угла поворота	$\pm 0,1$
Режимы скорости вращения вокруг вертикальной оси	быстро/средне/медленно
Максимальный груз	60 кг
Выходной крутящий момент горизонтального поворотного устройства	110 Н · м
Расстояние от центра вращения до горизонтальной оси	1000 мм
Максимальное расстояние от центра вращения до центра зажимного патрона	787 мм

Контроллер СТ400 подключается к гониометру при помощи шины CAN, обмен данными между устройствами осуществляется с высокой скоростью.

Контроллером СТ400 возможно отображение угла и результата измерений освещенности. При помощи клавиатуры панели можно контролировать поворот гониометра. Контроллер СТ400 также оснащен пультом дистанционного управления (ПДУ) GRC-1.

Электрические параметры испытуемого светового прибора измеряются прибором PF2010A. Цифровые измерители мощности серии PF2010A являются многофункциональными приборами, обеспечивающими высокую точность и удобство измерений. Цифровые измерители мощности серии PF2010A оснащены функцией определения верхнего и нижнего пределов мощности, при этом значения верхнего и нижнего пределов сохраняются при отключении питания. Прибор выполняет измерения, определяет параметры и

выдает результаты в автоматическом режиме, генерируя при этом соответствующие звуковые и световые сигналы.

Светильники и источники света запитываются от источника питания DPS 1060. В конструкции источника питания Everfine DPS применена технология SJ/T 10691, GB 6587 и GB 7260. Также в конструкции применена технология синусоидальной широтно-импульсной модуляции (SPWM), активный компонент конструкции – биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT). Применяется технология цифрового измерения частоты, цифро-аналогового преобразования, возбуждения обратной связи и синусоидальной широтно-импульсной модуляции. Технологией предусматривается разделение выхода трансформатора для повышения устойчивости работы прибора. Преимущества конструкции – высокая нагрузочная способность, высокое качество синусоиды выходного сигнала, управляемость и небольшие размеры. Для обеспечения надежности работы источник питания также снабжен схемой защиты от короткого замыкания, перегрузки по току, перегрузки по напряжению и перегрева. Он также оснащен встроенным электрическим измерителем мощности [28].

Характеристики блока питания переменного тока серии DPS приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Характеристики блока питания переменного тока серии DPS

Блок питания переменного тока серии DPS	
Максимальная выходная мощность	6000 ВА
Максимальный выходной ток	110 В – 27 А, 220 В – 54 А
Диапазон изменения частоты на выходе	45 – 400 Гц
Шаг изменения выходного напряжения	0.1 В
Шаг изменения выходного тока	0.001 А (0.001 А – 9.999 А), 0.01 А (10.00 А – 99.99 А)
Шаг изменения частоты на выходе	0.01 Гц (45.00 Гц – 99.99 Гц) 1.1 Гц (свыше 100.0 Гц)

3.2 Измерение времени разгорания ламп

Лампа типа ДМГТ относится к разрядным лампам высокого давления, поэтому номинальные характеристики лампы устанавливаются спустя некоторое время, в течение которого в лампах испарится вся ртуть и установится оптимальное давление паров ртути и добавок галогенидов металлов. Поэтому на первоначальном этапе исследований было определено время разгорания лампы и сняты кривые разгорания. Для проведения испытаний необходимо было собрать схему включения лампы (рисунок 3.7) [20].

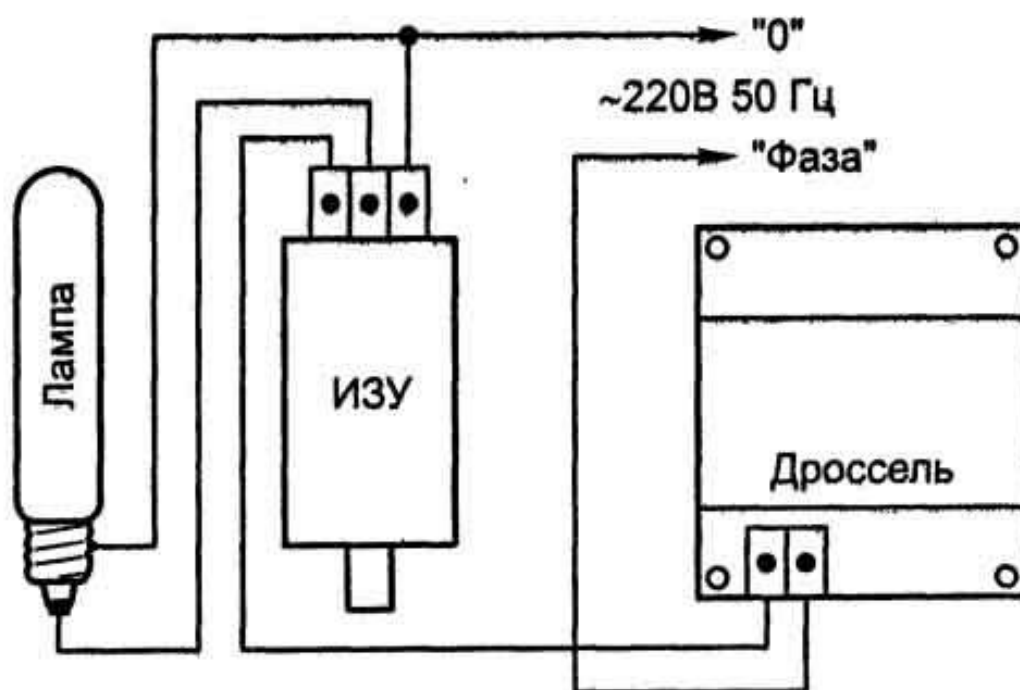


Рисунок 3.7 – Схема подключения лампы типа ДМГТ 150 Вт/942.

Чтобы измерить электрические параметры лампы во время ее разгорания, был использован измерительный комплект типа К505 (рисунок 3.8)[6].

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

55



Рисунок 3.8 – Измерительный комплект K505

В таблице 3.6 приведены результаты измерений электрических и световых параметров лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 в период разгорания.

Таблица 3.6 – Электрические параметры лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 в период разгорания

t, с	P, Вт	I, А	Uл, В	Ф, лм
0	30,0	2,20	30	3420
10	73,0	2,10	35	5107
20	74,0	2,00	37	5779
30	80,0	1,95	40	5964
40	95,0	1,90	50	6935
50	117,0	1,86	65	7188
60	124,4	1,83	68	7331

Окончание таблицы 3.6

t, с	P, Вт	I, А	Uл, В	Φ, лм
70	126,0	1,80	70	8145
80	129,6	1,80	72	8893
90	135,0	1,80	75	9023
100	138,6	1,80	77	9987
110	144,0	1,80	80	10178
120	145,8	1,80	81	10986
130	147,6	1,80	82	11485
140	150,0	1,80	83	12980
150	150,0	1,80	83	13770
160	150,0	1,80	83	13770
170	150,0	1,80	83	13770
180	150,0	1,80	83	13770
190	150,0	1,80	83	13770

На рисунках 3.9 – 3.12 представлены кривые изменения тока, напряжения на лампе, мощности, светового потока лампы в период разгорания.

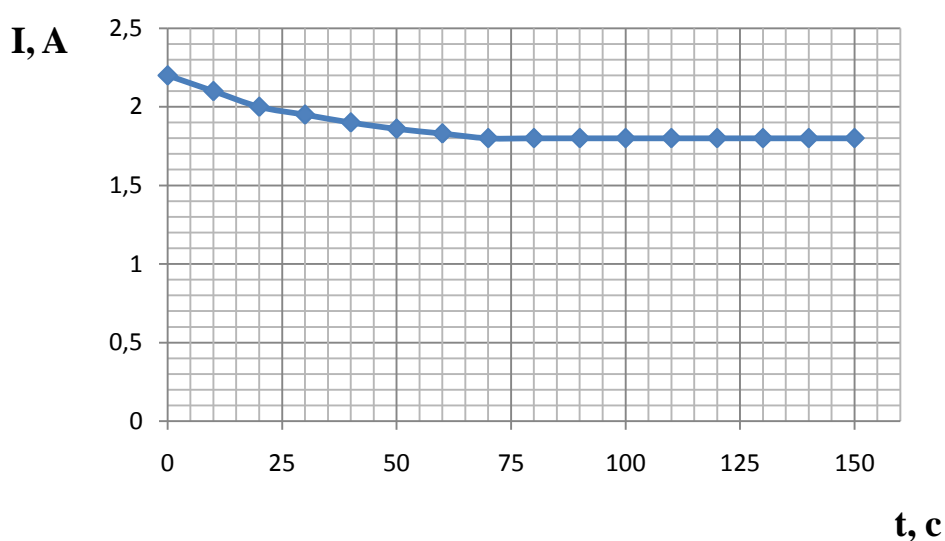


Рисунок 3.9 – Изменение тока лампы типа ДМГТ 150 Вт/942

в период разгорания

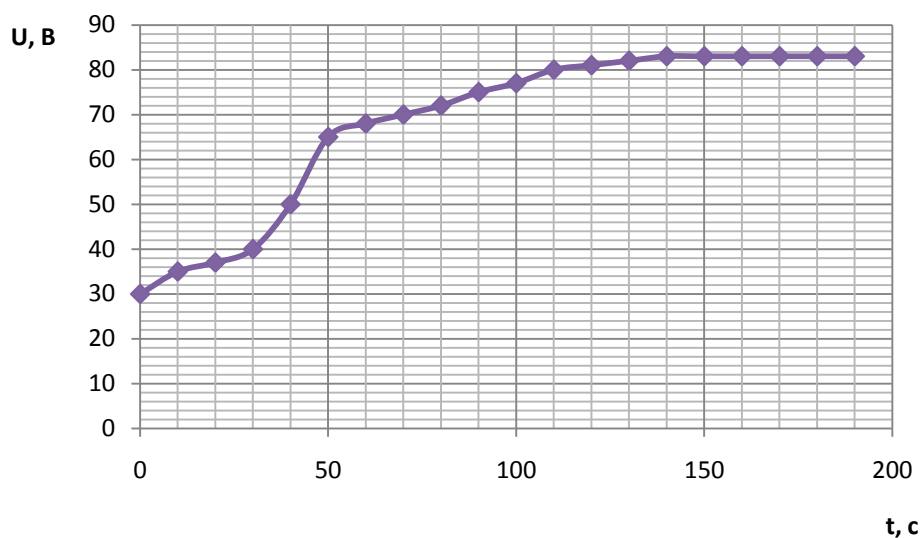


Рисунок 3.10 – Изменение напряжение на лампе типа ДМГТ 150 Вт/942
в период разгорания

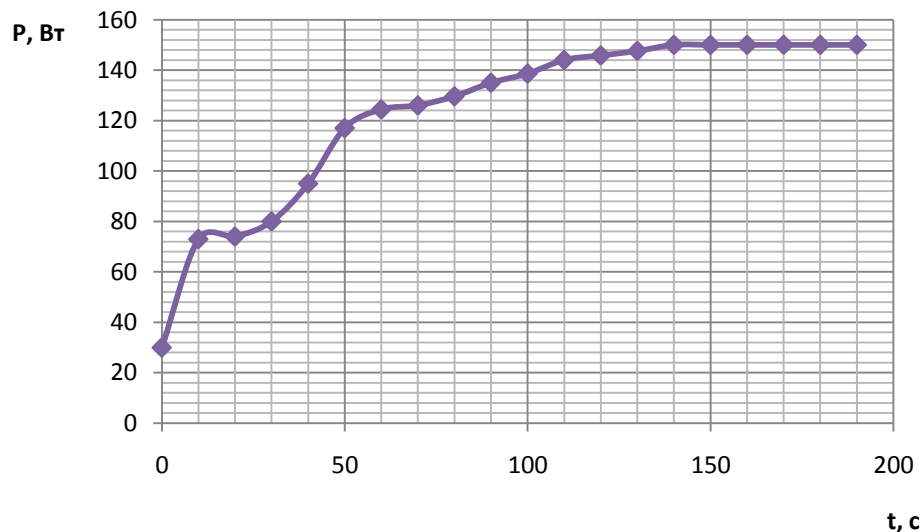


Рисунок 3.11 – Изменение мощности лампы типа ДМГТ 150 Вт/942
в период разгорания

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

58

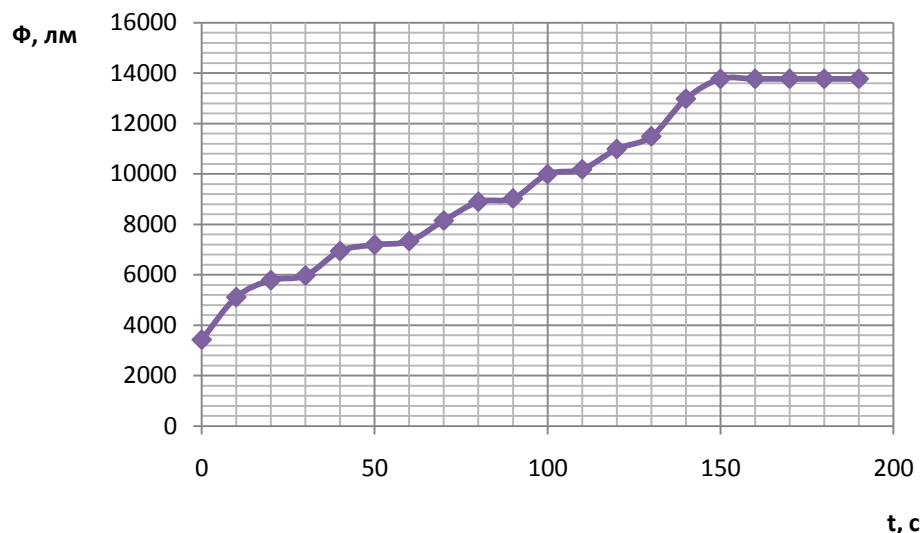


Рисунок 3.12 – Изменение светового потока лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 в период разгорания

На рисунке 3.13 представлена вольтамперная характеристика лампы типа ДМГТ 150 Вт/942.

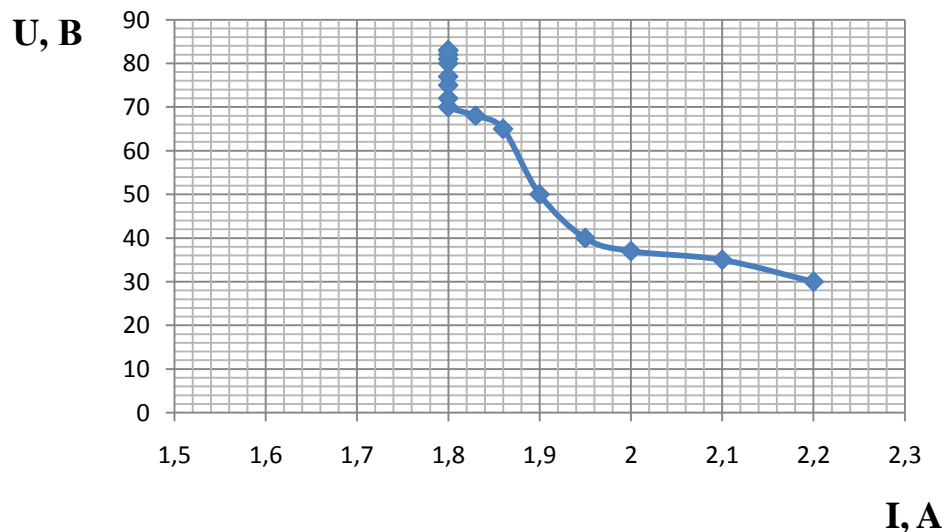


Рисунок 3.11 – Вольтамперная характеристика лампы типа ДМГТ 150 Вт/942

Проанализировав результаты, можно сделать вывод, что время разгорания лампы ДМГТ 150 Вт/942 составляет 150 секунд, за это время

электрические и светотехнические параметры стабилизировались и достигли своих номинальных значений:

- мощность – 150 Вт;
- световой поток – 13770;
- ток лампы – 1,8 А.

3.3 Исследование электрических, световых и цветовых параметров лампы ДМГТ 150 Вт/942

Экспериментальное исследование электрических, световых и цветовых параметров лампы проводилось после стабилизации характеристик лампы, после непрерывного горения в течение 15 минут. В таблице 3.7 приведены результаты измерений исследуемой лампы в сравнении с заявленными параметрами.

Таблица 3.7 – Параметры лампы типа ДМГТ 150 Вт/942

Параметры лампы	Заявленные значения	Измеренные значения
Световой поток, лм	13200	13770
Коррелированная цветовая температура, К	4200	4172
Общий индекс цветопередачи, Ra	90	90
Доминирующая длина волны, нм		578,1
Координаты цветности	x	0,3734
	y	0,3734
	u	0,2218
	v	0,3327
Мощность, Вт	150	150
Световая отдача, лм/Вт	88	91,8

Для сравнения в таблице 3.8 приведены характеристики ламп-аналогов зарубежных фирм

Таблица 3.8 – Сравнение характеристик ламп ДМГТ 150 Вт/942 с зарубежными аналогами

Параметры ламп	НСИ-Т/Р 150/942 NDL PB Osram	ДМГТ 150 Вт/942 ООО «Лисма»	МН-SE-150 Uniel
Световой поток, лм	14500	13770	11250
Коррелированная цветовая температура, К	4200	4172	4200
Общий индекс цветопередачи, Ra	90	90	90
Срок службы	12000	15000	10000
Общая длина лампы	133	211	133
Диаметр лампы	40	48	40
Мощность, Вт	150	150	150
Световая отдача, лм/Вт	96	91,8	75

Анализ результатов измерений показал:

- экспериментальные значения электрических параметров соответствуют заявленным;
- экспериментальное значение светового потока не только соответствует заявленному, но и превосходит его на 570 лм;
- экспериментальное значение световой отдачи превосходит заявленное значение;
- коррелированная цветовая температура практически соответствует заявленным;
- индекс цветопередачи соответствует заявленному (Ra = 90);

– экспериментальные значения характеристик ламп типа ДМГТ 150 Вт/942 находятся практически на уровне аналогов зарубежных фирм производителей МГЛ с мощностью 150 Вт: чуть уступают по световому потоку лампам фирмы ..., но превосходят лампы фирмы

3.4 Измерение спектров излучения

Лампа типа ДМГТ 150Вт/942 является источником света с очень хорошим индексом цветопередачи $R_a = 90$, такой высокий параметр достигается за счет излучения добавок, наполняющих разрядную трубку лампы. За счет их излучений лампа ДМГТ 150 Вт/942 имеет насыщенный спектр излучения. На рисунке 3.13 представлен спектр излучения лампы.

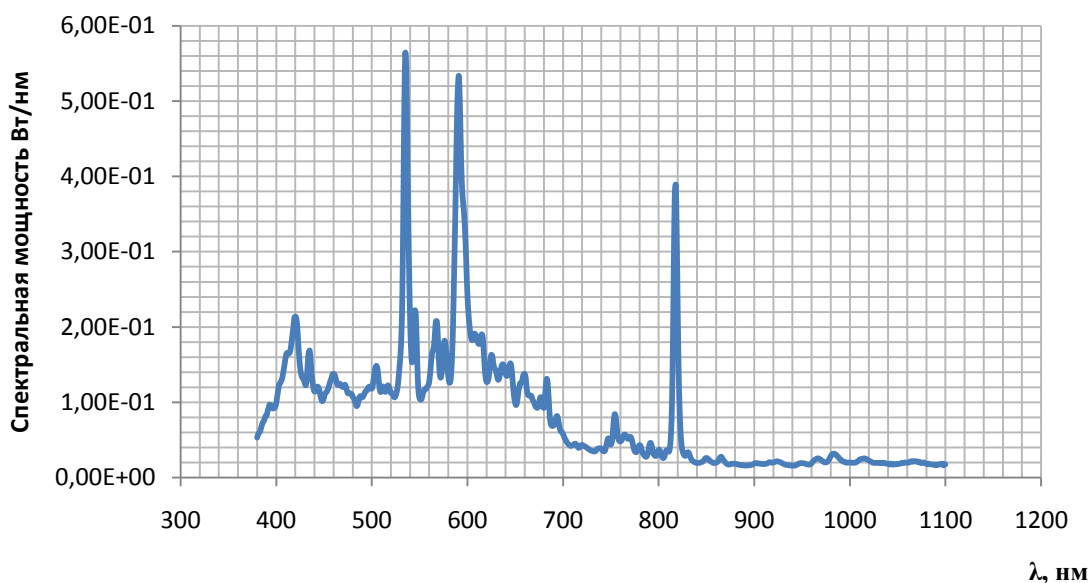


Рисунок 3.13 – Спектр излучения лампы типа ДМГТ 150Вт/942

Проанализировав спектр излучения лампы ДМГТ 150 Вт/942 можно увидеть максимумы в спектре. Эти максимумы соответствуют излучению следующих добавок:

- 417 нм – излучение индия;
- 535 нм – излучение таллия;
- 591 нм – излучение натрия;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

62

- 610 нм – излучение лития.
- 812 это уже инфракрасное излучение, так как температура разрядной трубки очень высокая, поэтому в спектре появляются инфракрасные лучи [17].

3.5 Измерение распределения силы света

Под кривой силы света (КСС) понимают график зависимости силы света от меридиональных и экваториальных углов, получаемый сечением его фотометрического тела плоскостью или поверхностью[7]. Данная светотехническая характеристика была измерена на гониофотометре G0 – 2000А.

На рисунке 3.14 представлена КСС лампы типа ДМГТ 150 Вт/942.

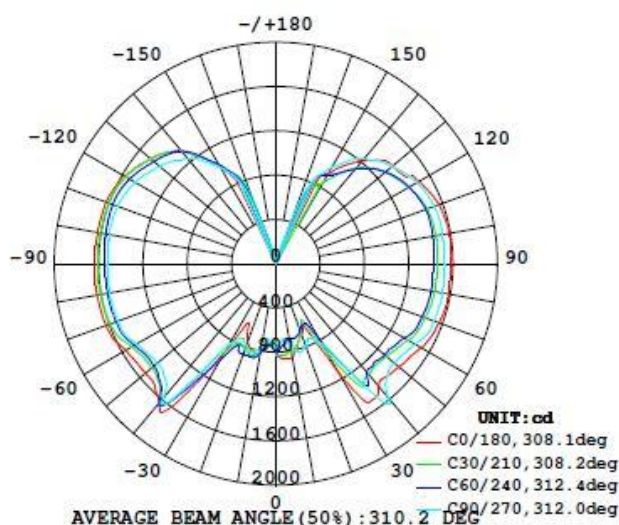


Рисунок 3.14 – КСС лампы типа ДМГТ 150 Вт/942

Проанализировав кривую силу света лампы ДМГТ 150 Вт/ 942 можно отнести ее к полуширокому типу КСС. Максимальная сила света составляет 1704 Кд.

3.6 Исследование спектра излучения в зависимости от напряжения питающей сети

Согласно [4] отклонения напряжения сети в точке передачи потребителю не должны превышать $\pm 10\%$ номинального значения 220 В. Практически эти отклонения иногда превышают допустимый предел. А в зависимости от изменения напряжения питающей сети могут меняться и характеристики используемых потребителем источников света.

При использовании МГЛ с улучшенной цветопередачей при изменении напряжения питающей сети может изменяться спектр излучения.

В рамках данной бакалаврской работы были проведены исследования зависимости спектральных характеристик ламп типа ДМГТ 150 Вт/942 от изменения напряжения сети.

На рисунках 3.15, 3.16 и 3.17 представлены спектры излучения лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 при напряжениях 198, 220, 242 В.

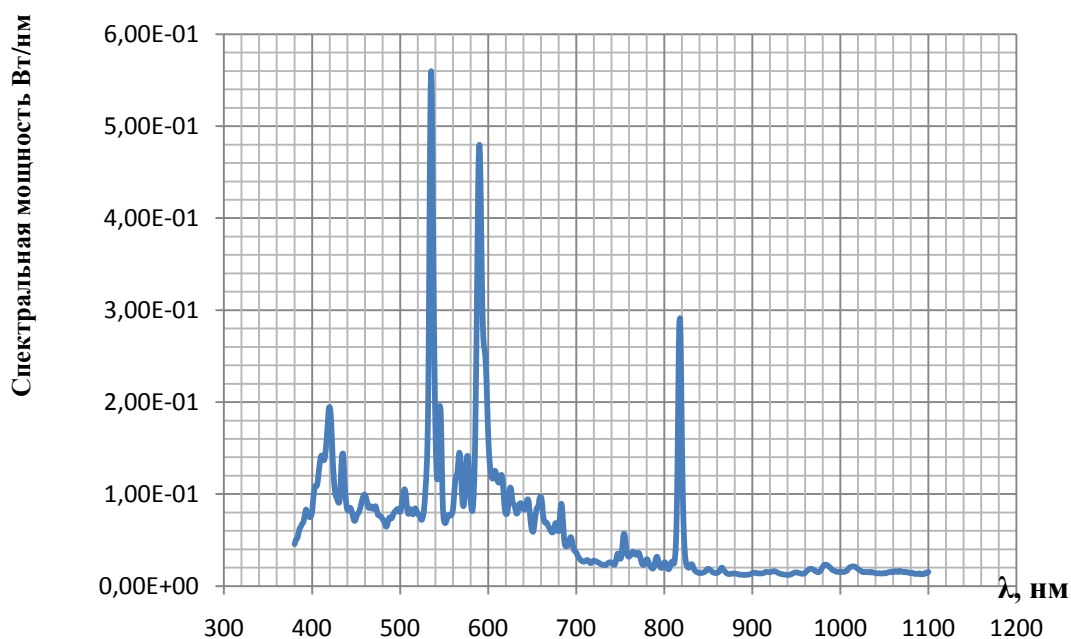


Рисунок 3.15 – Спектр излучения лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 при 198 В.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

64

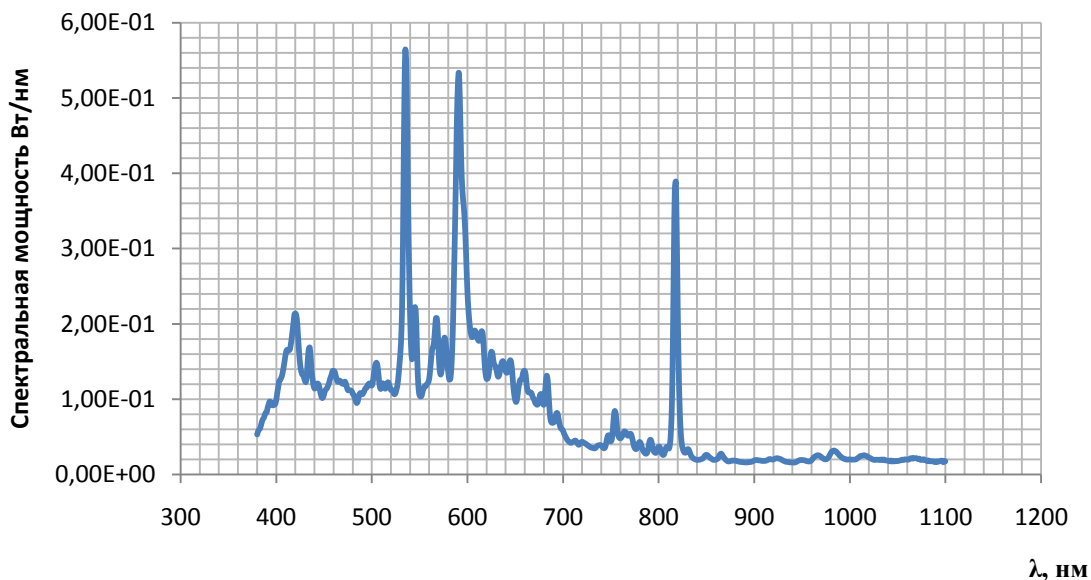


Рисунок 3.16 – Спектр излучения лампы типа ДМГТ 150Вт/942 при 220 В.

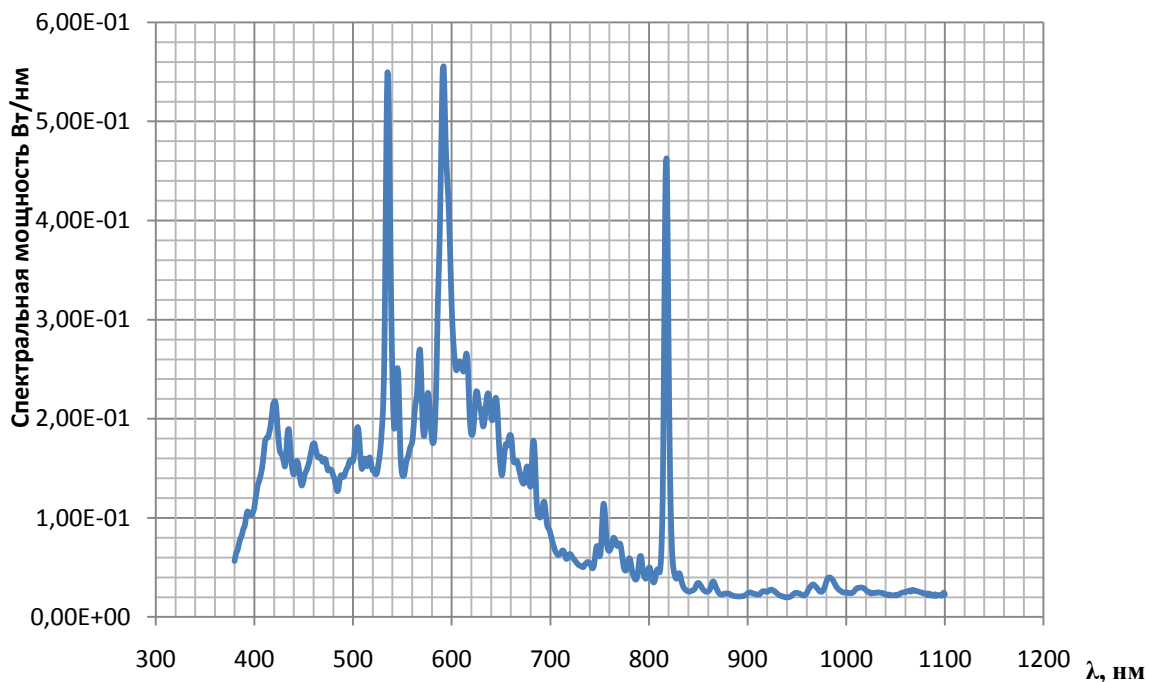


Рисунок 3.17 – Спектр излучения лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 при 242 В.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

БР-02069964-11.03.04-09-18

Лист

65

На рисунке 3.18 представлен анализ спектра излучения при различных напряжениях сети

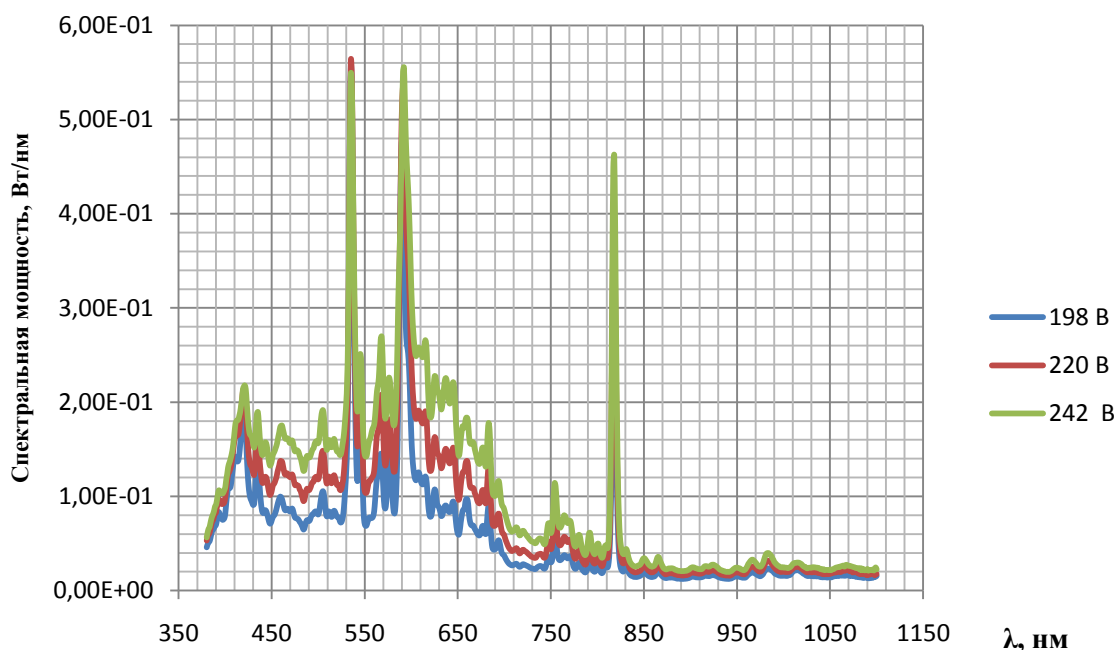


Рисунок 3.18 – Спектры излучения лампы при различных напряжениях.

Анализ рисунка 3.18 показал следующее:

- интенсивность излучения индия (417 нм) увеличивается с увеличением напряжения до 242 В;
- интенсивность излучения таллия (535 нм) при увеличении напряжения до 242 В снижается;
- интенсивность излучения натрия (591 нм) увеличивается при увеличении напряжения до 242 В;
- интенсивность излучения лития (610 нм) увеличивается при увеличении напряжения до 242 В;
- интенсивность инфракрасного излучения (812 нм) так же увеличивается с ростом напряжения сети.

Можно сделать вывод, что при увеличении напряжения увеличивается интенсивность излучения лития, натрия, таллия, а интенсивность излучения натрия слегка уменьшается, но так же растет температура разрядной трубки,

а это ведет к выходу лампы из строя. Но данный эксперимент показал, что лампа ДМГТ 150 Вт/942 выдерживает допустимые перепады напряжения в сети.

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>67</i>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения бакалаврской работы были выполнены исследования характеристик ламп типа ДМГТ 150 Вт/942.

Основные задачи, поставленные в бакалаврской работе, были выполнены полностью:

- проведен анализ состояния развития металлогалогенных ламп;
- изучены особенности конструкции и технологии изготовления металлогалогенных ламп типа ДМГТ;
- исследованы электрические и светотехнические характеристики ламп типа ДМГТ 150 Вт/942.

В результате были сделаны следующие выводы:

- время разгорания лампы типа ДМГТ 150Вт/942 составило 150 с;
- экспериментальные значения характеристик ламп типа ДМГТ 150Вт/942 соответствуют заявленным производителем;
- измеренный световой поток оказался выше заявленного на 570 лм;
- максимальная сила света составляет 1704 Кд, тип КСС близка к полуширокому типу;
- в спектре излучения данной лампы наблюдаются три максимума в видимой области при длинах волн $\lambda = 417$ нм, что соответствует излучению индия, $\lambda = 535$ нм, что соответствует излучению талия, $\lambda = 591$ нм, что соответствует излучению натрия. В спектре также присутствует большая доля излучения в красной области, что соответствует излучению лития. В целом спектр охватывает весь диапазон длин волн в видимой области спектра, что говорит о хорошей цветопередаче;
- индекс цветопередачи составляет 90;
- анализ спектров излучения при изменении напряжения сети показал, что интенсивности излучения индия (417 нм), натрия (591 нм), лития (610 нм) и инфракрасного излучения (812 нм) увеличиваются при увеличении

					БР-02069964-11.03.04-09-18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

напряжения сети, но интенсивность излучения талия (535 нм) эффективнее при 220 В, а при увеличении напряжения до 242 В несколько уменьшается;

– измеренные экспериментальные значения характеристик лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 находятся на уровне ламп аналогов зарубежных производителей.

Таким образом, в результате исследований характеристик лампы типа ДМГТ 150 Вт/942 выявлено, что основным достоинством этой лампы является индекс цветопередачи 90 при высокой световой отдаче, благодаря чему эту лампу можно использовать в осветительных приборах для целей освещения там, где нужно хорошо различать объекты по цвету – это музеи, выставки, магазины, текстильные предприятия и др.

Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе, а также в качестве критериев при выборе источников света с высоким световым потоком и хорошей цветопередачей.

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>69</i>

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Галогенные и металлогалогенные лампы: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://electry.ru/elektrolampyi/galogennyie-lampyi.html> – Загл. с экрана.
- 2 ГОСТ 23198-94 Лампы разрядные. Метод измерения спектральных и цветовых характеристик. Введ. 01.01.1996. – М.: ИПК, 1996. – 86 с.
- 3 ГОСТ 28108-89 Цоколи для источников света. Типы, основные и присоединительные размеры, калибры. Введ. 01.01.1990. – М.: ИПК, 1990. – 105 с.
- 4 ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Введ. 01.07.2014. – М.: Стандинформ, 2014. – 16.
- 5 ГОСТ Р 53075-2008 (МЭК 61167-1992). Лампы металлогалогенные. Эксплуатационные требования. Введ. 01.07.2009. – М.: Стандинформ, 2009. – 15 с.
- 6 ГОСТ Р 55702-2013 Источники света электрические. Методы измерения электрических и световых параметров. Введ. 01.07.2014. – М.: Стандинформ, 2014. – 43 с.
- 7 Гуторов М. М. Основы светотехники и источники света. М.: Энергоатомиздат, -1983. 384 с.
- 8 Денисов В. П. Технология и оборудование производства электрических источников света / В. П. Денисов, Ю. Ф. Мельников. – Москва: Энергоатомиздат, 1983. - 384 с.
- 9 Журнал “Светотехника” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sveto-tekhnika.ru/ru>– Загл. с экрана.
- 10 Каталог продукции ООО “Лисма” [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://lisma.su/katalog-produktsii/> – Загл. с экрана.

					<i>БР-02069964-11.03.04-09-18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>70</i>

11 Каталог продукции ООО “Рефлакс” [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://reflaks.ru/catalog.html> – Загл. с экрана.

12 Керамические горелки для газоразрядных ламп [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://svet-con.ru/Gazorazriad-lamps-ceramic.php> – Загл. с экран

13 Компания BLV [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svetoproekt.ru/vendors/blv/> – Загл. с экрана.

14 Металлогалогенные лампы: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektroobustrojstvo/o-sveshhenie/metallogalogennye-lampy/> – Загл. с экрана.

15 Металлогалогенные лампы – одно из интересных решений в световом дизайне: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektroobustrojstvo/o-sveshhenie/metallogalogennye-lampy/> – Загл. с экрана.

16 Рохлин Г. Н. Разрядные источники света. 2-е ИЗД., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1991. 720 с.

17 Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Знак, 2006. – 972 с.

18 ТУ 3467-003-99981859-2009 Лампы дуговые металлогалогенные высокого давления. Технические условия.

19 Уэймаус Д. Газоразрядные лампы / Д. Уэймаус / Пер. с англ. М.: Энергия, 1977. 344 с.

20 Фугенфиров М. И. Электрические схемы с газоразрядными лампами. М.: Энергия, 1974. 368 с.