Введение

По принципу работы галогенные лампы относятся к классу тепловых источников света, в которых излучение света является результатом нагрева тела накала до высоких температур электрическим током. Датой рождения ламп накаливания принято считать 1872 г., когда русский инженер А. Н. Лодыгин сконструировал и получил привилегию на «Способ и аппараты дешевого электрического освещения». Лампа Лодыгина состояла из цилиндрической стеклянной оболочки, из которой откачали воздух и в которую герметично вмонтировали тонкий угольный стержень. Такие лампы имели низкую световую отдачу, не превышающую 2—3 лм/Вт.

В последующие десятилетия творческая мысль ученых была направлена на изыскание новых материалов, пригодных для использования в качестве тела накала. Появились лампы с телом накала из тантала, иридия, осмия, молибдена. В 1910 г. был разработан металлокерамический метод изготовления тонких вольфрамовых нитей. До сего времени вольфрам является незаменимым материалом для тела накала, совершенствуются лишь технология изготовления тела накала и его конструктивное оформление. В 1913 г. для повышения световой отдачи ламп накаливания при неизменном сроке службы тело накала стали выполнять в виде вольфрамовой моноспирали, а в 30-х годах стали применять и биспираль.

Важно было также создать необходимые условия работы тела накала в лампе. Известно, что вольфрам быстро окисляется в атмосфере воздуха. Поэтому с первых шагов создания ламп накаливания встал вопрос о технике откачки воздуха и создании условий герметизации стеклянной оболочки ламп. Анализ исторического пути развития ламп накаливания показывает, что их прогресс был неотъемлемо связан с прогрессом в области вакуумной техник. Успехи, Достигнутые в первые десятилетий 20-го столетия в области получения и применения вакуума, позволили значительно усовершенствовать конструкцию ламп накаливания и методы их изготовления Световая отдача вакуумных ламп с вольфрамовым телом какала значительно возросла по сравнению с лампами с угольным телом накала. Обеспечение хорошей вакуума в лампах позволило увеличить продолжительность горения до 1000 ч. Вакуумные лампы накаливания нашли широкое применение. И до сего времени, несмотря на создание новых, более эффективных конструкций многие типы ламп изготовляются в вакуумном исполнении и являются незаменимыми во многих случаях.

Тем не менее, существенным недостатком вакуумные ламп является сравнительно низкая световая отдач; в связи с невозможностью эксплуатации тела накал; при температурах выше 2600—2800 К, при которых испарение вольфрама сильно возрастает. В условиях вакуума вольфрам беспрепятственно испаряется и осаждается на внутренние стенки колбы (оболочки), приводящие к резкому снижению светового потока.

Одним из путей противодействия испарению вольфрама является наполнение ламп азотом и инертными газами — аргоном, криптоном и ксеноном. Появление газонаполненных ламп явилось следующим крупным шагом в направлении дальнейшего совершенствования конструкции ламп и повышения их эффективности.

Однако газовое наполнение в лампах накаливания не устраняет вредного действия термического испарения вольфрама, оно лишь значительно его уменьшает. Следовательно, если термическое испарение вольфрама является неизбежным физическим процессом, необходимо каким-то образом очищать стенки оболочек от оседающих частичек вольфрама.

И решение было найдено: стали применять так называемый галогенный цикл. Благодаря введению внутрь ламп определенных добавок к инертному газу создаются возможности и условия для возникновения и протекания таких физико-химических реакций, которые приводят к полной очистке стенок оболочек от оседающего вольфрама и переносу его обратно на тело накала.

Однако неизбежное распыление вольфрама на стенки кварцевых трубок сильно ограничивало срок службы нагревателей; они быстро чернели и оказывались практически непригодными, несмотря на то что тело накала продолжало работать. И тут исследователи «вспомнили» о регенеративных галогенных циклах, которые, как оказалось, давно известны в науке.

Использование галогенов и их соединений в электровакуумных приборах, и в частности в лампах накаливания, имеет давнюю историю. Такие работы были проведены еще задолго до использования вольфрама в лампах. В их основу были положены достаточно изученные к тому времени явления диссоциации галогенных соединений. Необходимость улучшения световых параметров ламп направила мысль исследователей на использование металлических нитей вместо угольных. Поскольку изготовление тонких металлических нитей тоже представляло трудную проблему, то в первую очередь были поставлены работы по металлизации угольных нитей. И тут пригодились галогенные соединения. Способы покрытия угольных нитей путем осаждения металлов из их галогенных солей и окислов оказались удобными.

По сути дела эти же химические процессы соединения и диссоциации имеют место в галогенных лампах.

В настоящее время галогенные лампы получили широкое распространение. Они используются для осветительных установок жилых зданий, применяются для местного освещения взрывоопасных помещений.

В этом курсовом проекте дано описание устройства и технологического процесса изготовления кварцевой галогенной лампы типа КГ 220-500.

В первой части курсового проекта представлено описание устройства лампы, а также рассмотрены принципиальные особенности работы галогенных ламп накаливания.

Вторая часть охватывает технологический процесс изготовления лампы, ее сборку и испытание.

В третьей части приведен расчет галогенной смеси, которая используется при производстве лампы типа КГ 220-500.

1. Конструкция лампы

1.1 Конструкция кварцевой галогенной лампы

Появление кварцевых галогенных ламп накаливания (ГЛН) явилось большим прогрессом в области тепловых источников света. Они являются высокоинтенсивными источниками излучения (с малыми габаритными размерами), благодаря чему нашли широкое применение во многих областях науки, техники и быта. Имеется много примеров того, как использование ГЛН позволило найти принципиально новые технические решения многих интересных задач, которые ранее либо вовсе были невозможны, либо не давали должного эффекта.

В группу линейных галогенных ламп входят лампы, предназначенные для общего специального освещения, для нагрева, сушки, использования в репродукционной технике и для других технологических целей. Общими признаками ламп этой группы являются линейная конструкция, оболочка в виде длинной кварцевой трубки и двустороннее софитное расположение токовых вводов.

На рисунке 1.1 представлен чертеж лампы КГ 220-500.

L – длина лампы – 132 мм.

D – внешний диаметр колбы – 11 мм.

Рисунок 1.1 – Кварцевая галогенная лампа типа КГ 220-500.

1.2 Циклические процессы с участием галогенов в кварцевой галогенной лампе

Под вольфрамо-галогенными циклами понимают комплекс химических реакции (процессов), в результате которых частицы вольфрама, испарившиеся с нагретой до высокой температуры поверхности тела накала, перемещаются с помощью галогенов в обратном направлении— из области более низких в область более высоких температур.

Назначение таких циклов — предотвращать почернение оболочки испарившимся с тела накала вольфрамом, сохранять ее чистой, светлой, прозрачной на протяжении всего срока службы ламп. Поскольку, наряду с вольфрамо-галогенным циклом вынужденно создаются благоприятные условия для протекания других посторонних циклов, основной задачей является создание таких конструкции ламп, в которых максимально предотвращалось бы вредное воздействие посторонних циклов.

Иногда вольфрамо-галогенный цикл называют регенеративным: возвращая испарившийся вольфрам назад на тело накала, он как бы «регенерирует» его. Но в действительности он не является таковым, поскольку не способен и не может восстанавливать полностью тело накала в его первоначальном виде. Частицы вольфрама испаряются с одних участков и оседают на другие. Особенно интенсивно испарение происходит с более горячих участков тела накала, образующихся как в результате неравномерного распределения температуры вдоль тела накала из-за охлаждающего действия токовых вводов и поддержек (крючков), так и вследствие отдельных локальных дефектов (например, дефекта диаметра) нити. Галогенный цикл не в состоянии «залечивать» такие дефектные участки вольфрамовой проволоки.

Конечно, желательно иметь тела накала, у которых по всей длине температура была бы одинаковой. В этом случае и испарение и обратное оседание вольфрама были бы практически одинаковыми по всей длине. Однако это невозможно реализовать. «Горячие» точки на поверхности тела накала так и остаются «горячими». Более того, в процессе срока службы относительное превышение их температуры по сравнению с другими участками тела накала может все более *и* более усиливаться. Таким образом, в процессе работы ламп лишь утоньшается в одних местах и утолщается в других; но благодаря галогенному циклу общая масса вольфрамового тела накала остается практически постоянной. Если в обычных лампах накаливания критическая потерн массы тел накала может служить каким-то критерием срока службы источников света, то в галогенных лампах, как следует из изложенного, этот «фактор» теряет смысл. На срок службы влияет не общее количество испаряющегося вольфрама, или критическая потеря массы тела накала, а температурное поле тела накала, испарение и возврат вольфрама на отдельные участки спирали.

Вольфрамо-галогенные циклы возможны при использовании в качестве транспортирующего средства (переносчика) любого из четырех галогенов — йода, брома, хлора, фтора — и проходят, в принципе, по одинаковой схеме, которую в общем виде можно представить, следующим образом:

при низкой температуре

 W+nX W+Xn

при высокой температуре

где X—используемый галоген; *п —* количество атомов. Схематично упрощенное представление об этих пробах показано на рис. 1. 2

При низкой температуре на стенках оболочки испарившийся вольфрам и галоген образуют химическое вольфрамо-галогенное соединение— галогенид. При определенной температуре это газообразное соединение улетучивается и из-за повышенной концентрации вблизи стенки диффундирует в направлении к раскаленному телу накала. Здесь галогениды диссоциируют на исходные составные части — вольфрам, который оседает на тело накала, и галоген, который в свободном виде движется и обратном направлении к стенке оболочки для соединения с новой порцией вольфрама.

При установившемся процессе в лампе атомы вольфрама могут вообще не достигать стенок оболочки, а соединяться с галогеном в непосредственной близости от нее; тогда почернение оболочки исключается. Но галогенид, разумеется, может образоваться и на самой стенке оболочки.

Однако одновременно с ростом интенсивности цикла растет опасность разрушения более холодных частей тела накала и держателей. Поэтому выбор галогена, а так же его концентрации является сложной задачей, связанной как со сроком службы тела накала и предотвращения разрушения более холодных участков металлических деталей лампы, так и с обеспечением устойчивого процесса протекания указанных химических реакций.

Вольфрамо-галогенные циклы могут быть получены и при использовании не чистых галогенов, а их соединений. Это в основном связано с токсичностью и агрессивностью используемых галогенов, а так же технологическими трудностями их введения в лампу и дозировки.

Экспериментально были найдены наиболее удобные соединения на основе водорода (HI, HBr, HC1) и галогенно-углеводородные (СНnХn)

В настоящее время нашли широкое применение в производстве галогенных ламп бромистый метил (СН3Вг) и бромидный метилен (СН2Вг2).

2 Технологический процесс изготовления кварцевой галогенной лампы

2.1 Физические свойства кварцевого стекла и методы его обработки

Значительное уменьшение габаритных размеров галогенных ламп и необходимость создания условий для действия галогенного цикла потребовали наличия высоких температур на стенках оболочки. Все это сделало невозможным применять обычные электровакуумные стекла. Потребовалось использование кварца.

Кварцевое стекло кроме высокой температуры плавления имеет большую прозрачность в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра, малую газопроницаемость, химически инертно к наполняющие газам и галогенным соединениям, имеет низкий температурный коэффициент линейного расширения и малочувствительно к термоудару, сравнительно хорош., обрабатывается.

Кварц—широко распространенный в природе минерал. Он является одной из кристаллических модификации кремнезема, химический состав которого представляет двуокись кремния SiO2. В зависимости от состава, структуры, внешнего вида, светопрозрачности и окраски различают виды кремнезема: горный хрусталь агат, дымчатый кварц и др. Чистый кремнезем встречается в природе очень редко. Как правило, кроме двуокиси кремния в зависимости от географического расположения месторождений всегда имеется немало иных сопутствующих минералов, примесей и загрязнении Лучший кварц входит в состав горного хрусталя В чистом виде кварц совершенно бесцветен. Ничтожные посторонние примеси вызывают структурные дефекты и приводят к разнообразной окраске и ухудшению его физических свойств. В этом смысле горный хрусталь представляет собой, чистый кварц и пригоден без каких-либо дополнительных очисток для варки стекла. Остальные разновидности кварцевого сырья непригодны для получения оптически чистых кварцевых стекол и подвергаются сложному процессу обогащения Сырье сначала промывают, потом следуют процессы дробления, измельчения, рассеивания и отбора частиц затем идут кислотная обработка, промывка дистиллированной водой, сушка и отбор инородных включений.

Кварцевое стекло выплавляется из мелких чистых кристаллов кварца (кварцевого песка). Качество такого стекла зависит от многих факторов, определяемых исходным сырьем, способом получения, а также технологией его переработки. Отметим, что одним из основных трудно устранимых недостатков кварцевого стекла является наличие пузырьков газа, которые в дальнейшем при выработке труб вытягиваются, образуя капилляры.

Кварцевое стекло, представляющее собой плавленый кварц, можно получить различными методами Характерным является то, что многие физические свойств разных видов кварцевого стекла различны несмотря на практически полную идентичность их химического состава: 99,8—99,9% чистой окиси кремния.

За температуру плавления кварца принимают температуру плавления наиболее высокотемпературной модификации кремнезема, равную 1986 К.

Добавим, что кварц проницаем для водорода и гелий это объясняется сравнительно легкой миграцией этих газов в междоузлие кристаллической решетка кварца.

Различают два вида кварцевого стекла — прозрачное (оптическое и техническое) и непрозрачное. Непрозрачность кварцу придает большое количество распределенных в нем мелких газовых пузырей диаметром 0,03 - 0,3 мкм, которые рассеивают свет.

Оптически прозрачное кварцевое стекло, изготовленное из горного хрусталя, не содержит видимых газовых включений; поэтому оно совершенно однородно, обладает наименьшим среди стекол показателем преломления (1,4584) и наибольшим светопропусканием, особенно в ультрафиолетовой области спектра.

Кварцевое стекло устойчиво к электронной бомбардировке и радиоактивному облучению.

Для изготовления кварцевых элементов ламп используются кварцевые трубки для источников света, выпускаемые промышленностью. Государственный стандарт регламентирует выпуск трубок длиной 250—1000 диаметрами 4—50 мм и соответственно толщиной стенки 0,8—4,5 мм.

В зависимости от предельных отклонений наружного диаметра, толщины стенки, овальности, конусности, разностенности, стрелы прогиба, а также от показателей внешнего вида трубки выпускаются различных исполнений, классов и категорий. Лучшими являются трубки для которых отклонения по наружному диаметру и толщине стенки являются минимальными. Естествен что для изготовления галогенных ламп они являются наиболее подходящими, хотя и более трудоемкими при выработке; поэтому в повседневной работе часто приходится пользоваться кварцевыми трубками с худшими характеристиками.

Очень важными показателями качества кварцев трубок являются характеристики внешнего вида - наличие полос, посторонних включений, царапин, посечек, трещин, вмятин, рисок и свилей.

Для галогенных ламп, предназначенных для использования в проекционной и прожекторной технике, а также ламп другого назначения, где внешний вид и качество поверхности имеют первостепенное значение, использование кварцевых трубок с дефектами внешнего вида для изготовления оболочек недопустимо.

Основными технологическими процессами обработки кварцевых трубок в процессе изготовления ламп являются обработка пламенем кварцедувных горелок и очистка поверхности.

Кварцевое стекло обрабатывают кислородно-водородным или кислородно-газовым пламенем горелок.

К видимым порокам заготовки из кварцевого стекла относятся газовые пузыри и каналы, остатки графитовой пыли, инородные включения (камни), разноцветные полосы.

Для удаления пузырей и каналов кварцевые трубки проплавляют в пламени горелок путем последовательного разогрева всей длины заготовки до температуры, близкой к размягчению (белого свечения). Проплавленные трубки становятся значительно прозрачнее, так как крупные пузыри и каналы либо исчезают совсем, либо остаются мелкие пузырьки, от которых практически невозможно избавиться и которые не оказывают существенного влияния на внешний вид заготовки.

При размягчении кварцевой трубки пламенем горелки на соседних, менее горячих участках трубки как с внутренней, так и с наружной стороны образуется белый налет, состоящий из мельчайшего порошка кварцевой пыли и представляющий собой испарившуюся и конденсирующуюся окись кремния. Этот налет легко удаляется дополнительным сильным прогревом пламенем горелки. Налет следует удалять по мере его появления путем периодического прогрева участков заготовок где он образовался. Если его не удалять сразу, то налет наращивается другими осаждающимися слоями, утолщается и в дальнейшем избавиться от него очень трудно, а часто и невозможно. Если прогреваемый участок трубки все время находится в состоянии, близком к размягчению, то испаряющаяся окись кремния не сможет конденсироваться и налета не образуется.

В процессе обработки кварцевой трубки нужно стараться, чтобы пламя горелки как можно меньше попадало внутрь заготовки. Это очень важно и потому, что во время сгорания газа в пламени горелки в местах, близких к соплу, образуется вода, которая вступает в реакцию с распыляющейся окисью кремния и другими загрязнениями, выделяющимися из стекла, образуя стойкие кремниевые соединения, избавиться от которых почти невозможно.. Если по технологическим соображениям нельзя очистить внутреннюю поверхность трубки от белого налета прогреванием, то ее следует подвергнуть химической очистке путем выдерживания в концентрированной плавиковой кислоте в течение 10-15 мин.

При необходимости защитить какие-либо детали от образования или оседания белого налета рекомендуется использовать защитные экраны, которыми временно закрывают те места, где оседание налета нежелательна.

Случается, что после обработки детали она начинает приобретать молочный цвет, который по мере остывания кварца распространяется «по площади». Это является результатом кристаллизации стекла и начинается в местах, загрязненных солями щелочных и щелочноземельных металлов. Кристаллизация может появиться даже от следов солей, попавших на поверхность трубки от потных рук. Наиболее вероятная температура начала рекристаллизации кварца 1480 К, поэтому перед обработкой пламенем горелок кварцевые заготовки должны быть тщательно обезжирены, промыты и просушены. Это требование полностью остается в силе и для готовых ламп — нельзя брать лампы голыми руками за кварцевую оболочку и перед включением их надо тщательно протирать.

Рекристаллизованные участки кварцевых трубок трудно поддаются восстановлению вторичным прогревом пламенем горелок, даже до температуры размягчения. Такие заготовки подлежат выбракованию. В связи с тем что в процессе разогрева кварц интенсивносветится, необходимо всегда пользоваться защитные, очками с синими стеклами.

Очень важным процессом обработки кварцевых трубок является очистка. Применяют два вида очистки трубок — простую промывку обычной водопроводной водой и химическую обработку поверхности. Промывки проводится для удаления с поверхности трубок различных загрязнений, налетов, а также кварцевой пыли, образующейся при резке и оседающей на стенки заготовок.

Поступающие на производство кварцевые трубки при упаковке и хранении часто загрязняются органическими соединениями. Кроме того, на стенках трубок в результате различных дефектов изготовления имеются механические загрязнения, в первую очередь частицы графита, которые в дальнейшем могут привести к дефектам ламп. Такие частицы прочно удерживаются поверхностью и простой промывкой в воде не снимаются.

Для химической обработки кварцевых трубок используют концентрированную плавиковую кислоту. Заготовки, уложенные в специальные винипластовые кассеты, помещают в ванночку с кислотой до полного погружения и выдерживают в течение 10 —15 мин. После этого кассету с заготовками помещают в ванну для нейтрализации остатков кислоты и тщательно промывают проточной водопроводной водой, затем дистиллированной. Промытые заготовки помещают в низкотемпературную печь и просушивают при температуре 400— 420 К в течение 10—15мин.

Очищенные заготовки должны быть нематовыми, прозрачными, без каких-либо следов загрязнений.

2.2 Кварцевые элементы конструкции ламп

В состав конструкции галогенных ламп входят детали, изготовляемые из кварцевого стекла: оболочка, штенгель, мостик, ряд вспомогательных и технологических элементов. Исходными материалами для всех деталей являются в основном кварцевые трубки с различными диаметрами и толщинами стенок (в зависимости от типа и конструкции ламп). Некоторые детали, например, мостики, изготовляются из кварцевых штабиков. Для ряда элементов конструкции трубки используется без каких-либо изменений геометрических размеров и конфигурации. При изготовлении других деталей, в зависимости от их назначения, трубки подвергаются некоторым видоизменениям и служат исходными элементами для других деталей ламп, например чашек которые впоследствии входят в состав оболочки мощных ламп.

В технологию изготовления кварцевых деталей ламп входит ряд первоначальных подготовительных процессов общих для всех деталей: калибровка, резка, промывка трубок.

Калибровка предназначена для сортировки поступающих трубок по наружному и внутреннему диаметрам и толщине стенок. Выпускаемые кварцевые трубки не всегда удовлетворяют требованиям, предъявляемых к лампам; поэтому из всего поступающего кварца приходится отбирать такие трубки, которые в наибольшей степени удовлетворяют требованиям конструкции ламп и технологии их изготовления. Допускаемые стандартом отклонения геометрических размеров трубок часто не позволяют оперировать нужным набором деталей. Даже калибровка и отбор не всегда полностью решают эти задачи.

Обычно калибровочные операции проводятся вручную с помощью универсального мерительного инструмента и набора калибров. На электроламповых заводях, использующих трубочное стекло обычных марок в больших количествах, процессы калибровки частично механизированы. Безусловно, имеющиеся станки могут быть использованы и для калибровки кварцевых трубок. Правильные геометрические размеры трубок имеют большое значение как для качественного исполнения ламп, так и для оптимального построения всех технологических процессов их обработки.

Откалиброванные трубки затем нарезаются на заготовки определенной длины в зависимости от типа ламп, ее конструкции и технологического назначения трубок. Резка производится вручную на станках с дисковыми быстровращающимися алмазными или корундовыми кругами толщиной 1—2 мм и диаметром 100-200 мм. Из-за большой твердости кварца при резкевсегда необходимо пользоваться водяным охлаждениемрежущих дисков.

Большое значение имеет правильно подобранная частота вращения дисков, которая в зависимости от диаметров трубок должна быть 2500—3000 об/мин.

Нарезанные заготовки должны иметь минимальный разброс по длине, оговоренный техническими инструкциями, так как это существенно влияет на стабильность режимов дальнейших процессов и на качество их выполнения. Особенно это важно в серийном производстве где имеются точно отработанные инструменты и приспособления. Плоскость среза заготовок должна быть ровной, кромки не должны иметь заусенцев, сколов, трещин и выбоин.

Часто для ламп отдельных типов повторно калибруют нарезанные заготовки для окончательного отбора годных деталей, способных полностью удовлетворить высокие требования к готовым лампам.

При определении качества трубок, предназначенных для изготовления оболочек, следует обратить особое внимание на толщину стенки и ее равномерность по длине, овальность, конусность и другие нарушения геометрических параметров. Наличие заготовок с отклонениями, превышающими установленные нормы, существенно влияет на выход годных ламп и снижает качество готовых изделии.

С учетом сравнительно малых линейных размеров галогенных ламп допускается использовать исходные кварцевые трубки различной длины. Это в конечном счете влияет лишь на коэффициент их использования, поскольку при нарезании заготовок определенная часть трубок уходит в отходы. Однако более короткие исходные трубки, как правило, стабильнее по геометрическим, размерам, что способствует повышению эффективности их использования.

Немаловажным является должное хранение заготовок. Во избежание их механического повреждения и загрязнения рекомендуется хранить и переносить заготовки в специальных кассетах, уложенных в технологическую тару, которая должна плотно закрываться крышкой; заготовки в них не должны касаться друг друга. При необходимости более длительного хранения заготовок рекомендуется пользоваться герметичными шкафами, выпускаемыми промышленностью.

После резки калибровки заготовки обычно повторно очищают плавиковой кислотой. Готовые промытые и просушенные заготовки подвергают контролю и тщательному внешнему осмотру.

Как известно, основной кварцевой деталью лампы является оболочка. Назначение оболочки галогенных ламп - герметично изолировать тело накала от внешней среды и обеспечить условия его нормальной работу. Наряду с этим во многих типах ламп, особенно малогабаритных оболочка служит конструктивным остовом лампы, определяющим положение тела накала, вводов и других элементов конструкций.

Оболочка по качеству и назначению должна удовлетворять следующим требованиям:

обеспечивать нормальную работу лампы при температурах, определенных условиями протекания галогенного цикла;

обладать при рабочих температурах необходимой механической прочностью, достаточной для того, чтобы выдерживать значительные внутренние давления наполняющего газа;

быть прозрачной в нормальных и рабочих условиях в заданных областях спектра;

не иметь дефектов стекла и других дефектов, снижающих качество готовой лампы.

Оболочки галогенных ламп в процессе эксплуатации подвержены воздействию больших тепловых нагрузок, возникающих в результате повышенной поверхностной плотности потока излучения, обусловленной малыми габаритами ламп.

Одним из основных требований нормального протекания галогенного цикла в лампах является определенный температурный режим оболочки.

Правильный выбор геометрических размеров оболочекдиаметра, длины, а также толщины стенки имеет большое значение для обеспечения заданных параметров готовых ламп. Должные соотношения между диаметром и длиной оболочки очень важны для правильного протекания галогенного цикла в лампах. Толщина стенки существенно влияет на механическую прочность готовой оболочки и на качественное оформление узла вводов на дальнейших операциях.

Первым процессом изготовления оболочек является штенгелевание. т. е. приварка к основной трубке другой вспомогательной трубки (штенгеля), служащей для откачки и наполнения ламп. В оболочках, предназначенных для изготовления ламп пальчиковой конструкции с односторонним расположением вводов, штенгель приваривают к одному из торцов заготовки. При изготовлении оболочек для ламп в софитном исполнении с двусторонним расположением вводов штенгель приваривает к цилиндрической части заготовки, как правило, в середине заготовки, однако в зависимости от конструкции и назначения лампы возможно и другое расположение места впая штенгеля.

Для всех типов малогабаритных галогенных ламп и мощных линейных ламп с двусторонним расположением токовых вводов. Для всех этих групп ламп штеягелеванные заготовки представляют собой готовые узлы, поступающие в дальнейшем на процессы сборки ламп.

Еще одной деталью из кварцевого стекла, входящей в конструкцию многих типов галогенных ламп, является мостик. Он имеет различные назначения: в одних лампах служит для крепления крючков и поддержек для монтажа тела накала, в других — мостик является *к* тому же остовом для крепления токовых вводов.

Размеры и количество впаиваемых в мостик крючков и поддержек различны для разных типов ламп. Мостикиизготовляются из кварцевых трубок или штабиков соответствующих размеров. В малогабаритных лампах, как правило, имеется один мостик. В лампах проекционной прожекторного типа, особенно мощных, имеются два мостика различной конфигурации

Необходимо отметить, что имеющееся многообразие конструктивного оформления ламп многих типов неизбежно вызывает необходимость использования также ряда других вспомогательных деталей из кварцевого ряда и большого разнообразия технологических приемов изготовления и поузловой сборки.

2.3 Виды спаев металла со стеклом и требования к ним

Достижения современной электровакуумной техники тесно связаны с успехами в области вакуумно-плотных спаев различных металлов со стеклами разных марок, в том числе и с кварцем. Обеспечение качественной вакуумной плотности токовых вводов в галогенных лампах имеет первостепенное значение.

Для получения идеального спая стекла с металлом необходимо выполнение двух основных условий:

температурные коэффициенты линейного расширения металла и стекла должны быть одинаковыми во всем интервале температур от комнатной до температуры изготовления спая;

температурные зависимости температурных коэффициентов линейного термическою расширения спаиваемых материалов и скорости их изменения должны быть равными.

При выполнении этих условий спаи называются согласованными, при невыполнении — несогласованными.

В природе нет металлов с такими низкими температурными коэффициентами линейного расширения, как у кварца; кроме того, имеются физические различия в характере изменения температурных коэффициентов линейного расширения у металлов и стекол— расширение металла следует, как правило, обычному линейному закону, а расширение стекла имеет экспоненциальную зависимость.

В повседневной жизни имеют дело с несогласованными спаями, в которых всегда имеются различия в температурных свойствах стекла и металла. Таким спаям всегда присущи температурные напряжения.

Теоретические исследования и практический опыт. показывают, что добиваться идеальных спаев путем абсолютного совпадения температурных коэффициентовлинейного расширения нет необходимости. Различными конструктивными и технологическими приемами всегда можно значительно снизить температурные напряжения а также целенаправленно создать такое благоприятное распределение напряжений в спае, которое дает желаемые результаты.

Так как идеально согласованных спаев в природе нет, обычно под термином «согласованный спай» принято называть спаи стекла с металлом, у которых температурные коэффициенты линейного расширения мало отличаются друг от друга и в рассматриваемых интервалах температур их разница не превышает допустимых пределов.

В технике накоплен большой опыт по изготовлению не только таких «согласованных» спаев, но и удовлетворительных по качеству несогласованных спаев.

Качество спая определяется в значительной степени адгезией стекла к металлу и должной подготовкой поверхности металла, геометрическими размерами спаиваемых деталей и конструктивным исполнением спая, технологическими приемами изготовления, обработки и отжига как исходных материалов, так и готового спая, правильностью расчета теплоотвода от металлических деталей, подверженных тепловым нагрузкам.

Дефекты спаев вызываются в основном появлением и действием внутренних напряжений в стекле в результате его неравномерного нагревания и охлаждения, что приводит к появлению в толще стекла отдельных зон с различной степенью деформации, которые, взаимодействуя между собой, ведут к образованию трещин, сколов, а также отлипанию стекла от металла. Поэтому при конструировании вводов нужно все это учитывать и подбирать условия таким образом, чтобы напряжения в стекле были минимальными и, что очень важно, чтобы напряжения сжатия преобладали над напряжением растяжения, поскольку предел прочности стекла на сжатие (600 —1800 МПа) значительно выше, чем на растяжение (30-50 МПа).

Кварцевое стекло по своим физическим свойствам существенно отличается от стекол остальных групп, Очень малый коэффициент термического расширения делает невозможным получение полностью согласованных спаев с металлами, поскольку у последних он значительно выше. Поэтому в кварцевых галогенных лампах для получения вакуумно-плотных соединений вынуждены пользоваться, где это возможно, несогласованными спаями. Когда использование таких спаев невозможно, применяют стекла, называемые переходными, с промежуточными температурными коэффициентами линейного расширения, близкими между собой и находящимися внутри интервала (6÷40)·10-7К-1. Благодаря такому набору удается уменьшить напряжения на границах отдельных переходов до допустимых значений. Изготовление таких промежуточных переходов путем последовательного набора ряда стекол с разными коэффициентами термического расширения — трудоемких технологический процесс, однако он позволяет удовлетворительно решить проблему герметичности токовым вводов.

Хороший спай вольфрама го стеклом получается, если их температурные коэффициенты линейного расширения отличаются не больше чем на 10·10-7

Вакуумно-плотные соединения кварцевого стекла с металлами можно получить двумя способами:

изготовлением ленточных (фольговых) спаев, которые хотя и являются несогласованными, но при выполнении ряда требований позволяют получить вакуумно-плотные соединения;

изготовлением стержневых (проволочных) спаев с пользованием переходных стекол со значениями коэффициентов термического расширения, находящимися внутри интервала крайних значений.

Ленточными спаи называются потому, что используемый металл имеет вид тонкой гладкой неширокой фольги толщиной не более 0,01—0,05 мм и шириной не более 10 mm. В этом случае металл и стекло соприкасаются плоскими поверхностями, и так как фольга тонкая и эластичная, она легко деформируется, следуя за деформацией стекла, не вызывая при этом напряжений.

Ленточные спаи широко используются в электровакуумной технике, в том числе при изготовлении галогенных ламп многих типов. Они сравнительно легки в изготовлении и технологичны, однако пригодны только для вводов на малые точки.

Для ленточных спаев можно использовать различные металлы — вольфрам, молибден, тантал, платину, но чаще предпочитают применять молибден. Он имеет низкиий температурный коэффициент линейного расширения, хорошо прокатывается, обладает высокой пластичностью. Ввиду того что молибден легко окисляется на воздухе, при разогревании соединение его с кварцем нужно проводить либо в вакууме, либо в защитной среде водороде или инертных газах. Платину можно обрабатывать и на воздухе, поскольку она не окисляется при разогревании.

В некоторых случаях для улучшения механической прочности спая применяют вместо гладкой перфорированную или волнистую ленту.

Увеличение токовой нагрузки можно получить путем использования нескольких ленточных спаев, соединенных параллельно и размещенных либо в одной плоскости, либо по кругу цилиндрической кварцевой заготовки.

При изготовлении стержневых или проволочных токовых вводов обычно используется вольфрам. Разность температурных коэффициентов линейного расширения вольфрама и кварца равна примерно 38·10-7, и для ее компенсации используют обычно два - три переходных стекла. Галогенные лампы некоторых типов благодаря определенному конструктивному исполнению токовые вводов удастся изготовлять и с одним переходным стеклом. Практически доказано, что при впаивании вольфрамовой проволоки диаметром менее 1 мм однопереходный спаи дает вполне положительные результаты. Так как абсолютное значение температурного расширения проволоки небольшого диаметра меньше, чем проволоки большого диаметра, тонкая проволока при любой температуре вызывает меньшие напряжения в спаях со стеклом.

Геометрические размеру спаиваемых деталей и форма спая имеют большое значение. Одна ита же разность температурных коэффициентов линейного расширения в одном случае может вызвать опасные напряжения, а в другом случае вполне допустима. Стержневые спаи с переходными стеклами значительно более трудоемки в изготовлении, чем ленточные, но зато позволяют получать токовые вводы на большие токи.

Различают два вида сцепления стекла с металлом — механическое и химическое (окисное). При механическом сцеплении между стеклом и металлом отсутствует какой-либо промежуточный слой. К таким соединениям относятся ленточные спаи. Химическое сцепление более прочное. В этом случае между стеклом и металлом образуется тонкий промежуточный окисный слой, который частично или полностью диффундирует в стекло и растворяется в нем. Между стеклом и металлом образуется своего рода тонкий переходный, связывающий стекло металлический слой, который (благодаря своей эластичности) без разрушения следует за деформацией металла, не вызывая больших напряжений в стекле. В зависимости от режимов обработки спая вольфрам и молибден могут образовывать как механическое, так и химическое сцепление.

На прочность спая оказывают влияние газы, поглощенные металлами. При разогреве металла они выделяются и накапливаются на поверхности раздела стекла и металла в виде пузырьков. Чтобы этого избежать металл следует предварительно тщательно прокалить.

Очень существенным является изменение температуры спая в процессе эксплуатации, поскольку оно приводит к появлению новых и к перераспределению уже имеющихся напряжений в стекле. Это во многом объясняется тем, что при прохождении тока металлические токовые вводы быстро нагреваются, а отвод теплоты стеклом происходит значительно медленнее.

При конструировании следует стремиться к тому, чтобы напряжения, возникающие из-за нагрева проволоки, по возможности компенсировали существующие напряжения в стекле, а не складывались в одном направлении.

Для сохранения работоспособности стержневого спая вольфрамовая проволока, впаянная в стекло и являющаяся токовым вводом, не должна чрезмерно нагреваться в процессе эксплуатации ламп. Если в одну ножку впаяны два токовых ввода, расположенные близко , температурные условия ухудшаются и диаметр каждого из них можно увеличить до следующего за ним в таблице.

Любой токовый ввод в лампах состоит из трех частей, внутреннего звена-ввода, среднего вакуумного звена, впаиваемого в кварц и обеспечивающего вакуумноплотное соединение, и наружного звена –вывода.

В отдельных типах ламп в зависимости от их конструкции роль этих частей могут выполнять только двухзвенные токовые вводы.

2.4 Токовые вводы с ленточными спаями

Ленточные спаи по своей конструкции способны выдерживать значительно меньшие токовые нагрузки, чем стержневые. Они применяются для изготовления всех малогабаритных галогенных ламп, а также линейных и прожекторных ламп на максимальный ток 18—20 А. Ленточные спаи обеспечивает хорошую вакуумную плотность и высокую надежность ламп благодаря тому, что возникающие растягивающие напряжения очень малы и не превышают 1/20 сопротивления кварца на разрыв.

В зависимости от конструкции и параметров ламп в качестве вакуумного звена для таких спаев используется плоская молибденовая фольга в виде полоски толщиной 15-35 мкм, различной ширины и длины. При выборе геометрических размеров молибденовой фольги следует учитывать не только физические характеристики самого токового ввода, но конструктивное исполнение ламп, их габаритные размеры, параметры и назначение. При изготовлении ламп с двусторонним расположением токовых вводов (софитные) каждый спай является однофольговым. Условия работы фольги в этом случае более легкие, отсутствует дополнительное прогревание от соседних токовых вводов, практически нет ограничения на линейные размеры фольги. Ее можно изготовить любой необходимой по расчету ширины.

При изготовлении ламп с односторонним расположением токовых вводов (пальчиковые) рядом размещают два токовых ввода, что не позволяет в больших пределах варьировать ширину фольги. Длина фольги обоих случаях регламентируется конструкцией ламп. Большое значение для качественного исполнения спаси имеют правильные соотношения линейных размеров плоской штампованной кварцевой лопатки, молибденовой фольги и проволочных отрезков, служащих в качестве внутренних и внешних звеньев токовводов. Должно быть выдержано определенное расстояние между фольгой как с точки зрения взаимного перегревания, так и с учетом соблюдения условий электрической изоляции. В двухфольговых токовых вводах не всегда возможно выдерживать требуемые по расчету размеры фольги, приходится оптимальные компромиссные решения.

Наилучшие спаи получаются при использовании ленты, которая имеет в сечении эллиптическую форму. Для этого ее подвергают химическому травлению в смеси азотной и серной кислоты в соотношении 4:1 и затем электрическому травлению в 20%-ном растворе щелочи. Травленая лента должна иметь толщину в середине около I5—35 мкм и по краям не более 2 мкм. При травлении достигается также определенная шероховатость поверхности, что улучшает ее адгезию со стеклом.

Технологический процесс изготовления токовых вводов содержит ряд заготовительных и сборочных операций.

В качестве наружных звеньев — выводов используется молибденовая проволока диаметром 0,3—1,5 мм в зависимости от конструкции и параметров ламп.

Порядок их изготовления следующий: проволока нарезается на отрезки определенной длины, затем проволоки диаметром менее 0,8—1 мм расплющивают с одного конца. Проволоки диаметром более 1 мм труднее поддаются расплющиванию, поэтому один из концов стачивают на определенную длину до половины диаметра. Плоский конец необходим для облегчения последующей приварки молибденовой фольги и улучшения электрического контакта между свариваемыми деталями.

Для определенных типов ламп, работающих при больших токовых нагрузках либо при высокой температуре окружающей среды, используют двойные выводы. Фольгу вэтом случае приваривают к месту закругления, которое также предварительно расплющивают. Возможно использование одного вывода с петлеобразным концом. Для ламп, которые изготовляются без токоведущих цоколей, применяют молибденовые выводы с прикрепленными к ним медными или никелевыми контактами.

Фольга, предназначенная для изготовления среднего вакуумного звена токового ввода, также проходит ряд операций. Молибденовую ленту толщиной 50—70 мкм разрезают на узкие полоски такой же ширины, как фольговая часть, и длиной обычно 180—200 мм. Нарезанные полоски травят в смеси азотной исерной кислот для уменьшения толщины до 40 мкм и образования шероховатости. Поверхность молибдена после травления должна быть чистой, светлой, блестящей, без пятен и загрязнении. Размеры проверяют микрометром.

Затем полоску разрезают на заготовки определенной длины и подготавливают их для соединения с наружными выводами. Эту операцию производят на монтажно-сварочном столе путем сварки фольги с выводом в двух-трех точках. Высокое качество сварки и надежность соединения получают благодаря использованию промежуточной танталовой ленты (в виде маленького отрезка, помещенного между фольгой и выводом). Для ламп ряда типов с целью улучшения механической прочности соединения молибденовую фольгу загибают в месте будущей сварки.

Качество приварки наружного звена токового ввода к молибденовой фольге имеет большое значение для надежной работы лампы.

Заготовленные соединения вакуумного и наружного звеньев токовых вводов поступают на операции сборки и монтажа тела накала.

Внутреннее звено изготовляют отдельно из вольфрамовой или молибденовой проволоки. По технологическое схеме его сначала соединяют с телом накала и потом припаривают к молибденовой фольге.

Технология изготовления внутренних звеньев следующая. Сначала проволоку очищают от аквадага перемоткой через водородную печь. Толстые проволоки диаметром 1—1,5 мм очищают электролитически. Затем проволоку рихтуют, устраняют изгибы и придают ей прямолинейный вид. После рихтовки ее разрезают на отрезки необходимой длины и зачищают концы от заусенцев. Нарезанные, отрихтованные и очищенные отрезки молибденовых проволок расплющивают в местах будущей сварки с фольгой. Так же как внутренние звенья, концы толстой проволоки сошлифовывают. Вольфрамовые проволоки применяют обычно малых диаметров, и их концы не расплющивают.

Необходимость использования для вводов вольфрама или молибдена диктуется требованиями обеспечения нормального протекания галогенного цикла в лампах. Соединение таких вводов с вольфрамовым телом накала сваркой вызывает трудности. Использование промежуточной танталовой фольги внутри объема ламп нежелательно, потому что она быстро разрушается под действием галогенных соединении и прочность сцепления ввода с вольфрамом нарушается. Поэтому ввод с телом накала для большинства типов соединяют механическим креплением, что в свою очередь вызывает необходимость придачи присоединительным элементам внутреннего звена специальной конфигурации. Заготовленные отрезки проволок формуют определенным образом и частично навивают спирали на постоянном керне. Навитые участки вводов впоследствии вручную навинчивают на спиральное тело накала; поэтому внутренний диаметр и шаг этого навитого участка ввода должны быть равны наружному диаметру тела накала и его шагу витков.

Вводы имеют различную конфигурацию в зависимости от типа и конструктивного оформления лампы. Для ламп, тело накала которых изготовляют из тонкой вольфрамовой проволоки с большой токовой нагрузкой, на конец, ввода, подлежащий соединению с фольгой, надевают вспомогательную спираль. Такая конструкция увеличивает механическую прочность ввода, способствует лучшей свариваемости с молибденовой фольгой и обеспечивает лучший режим работы ввода в месте контакта с фольгой.

Поверхность отформованного ввода затем очищают путем кипячения в щелочи и выдержки в соляной кислотой с последующей промывкой в воде. Последней операцией подготовки вводов является их отжиг в препарировочной печи при температуре 1100— 1200 К в течение 10—15 мин для окончательной очистки поверхности от возможных загрязнений, закрепления формы и снятия внутренних напряжений в проволоке.

Вводы являются внутренними деталями ламп, поэтому при изготовлении и обращении с ними следует соблюдать правила вакуумной гигиены.

2.5 Токовые вводы со стержневыми спаями

Для ламп, работающих при токе выше 18—20 А, ленточные спаи непригодны. Такие лампы изготовляются только со стержневыми или проволочными спаями. Они надежно работают при токе до 130— 150 А. Такие спаи являются несогласованными и изготовляются с применением переходных стекол, обеспечивающих надежный вакуумно-плотный спай кварцевой оболочки с вольфрамовым вводом. Для этого приходится пользоваться различными конструктивными приемами для максимальною уменьшения вредного воздействия несогласованности температурных коэффициентов линейного расширения разных материалов и получения ненапряженных спаев.

В качестве металла для стержневых спаев применяют шлифованные вольфрамовые прутки диаметром 1,5-5 мм с тщательно очищенной поверхностью.

Прутки разрезают на отрезки необходимой длины. Резка толстых вольфрамовых проволок и прутков — трудоемкая операция и производится дисковыми алмазными кругами. Затем концы отрезков зачищают. Это делается для того, чтобы можно было легко надеть на токовый ввод смонтированное тело накала. Для мощных линейных ламп с двусторонним расположением токовых вводов используют прямолинейные отрезки проволок. Для мощных прожекторных ламп с односторонним расположением токовых вводов отрезки проволок формуют определенным образом и придают им конфигурацию, соответствующую конструкции ламп.

Механически обработанные вольфрамовые заготовки затем очищают в растворе щелочи и электролитически полируют поверхность. Целью обработок перед спаиванием является создание шелковисто-белого, слегка матового шероховатого покрытия, которое обеспечивает качественное соединение со стеклом. Для удаления адсорбированных на поверхности металла газов и окончательной очистки заготовок их отжигают в водородных печах при температуре 1200—1250 К в течение 10— 15 мин. Готовые к спаиванию стержни должны иметь чистую поверхность, без трещин, заусенцев, рваных кромок.

Токовые вводы галогенных ламп, в которых используются вольфрамовые стержни диаметром до 2—2,5 мм, изготовляют с одним переходным стеклом. При использовании и вольфрамовых стержней диаметром свыше 2,5 мм применяют три переходных стекла.

Перед сваркой остекловывают те участки стержней, которые будут соединяться с основным стеклом. При изготовлении галогенных ламп используют безокисные спаи, которые получают благодаря применению стекол с высокими температурами спаивания. При интенсивном прокаливании вольфрамового стержня до температуры белого каления образующиеся окислы быстро испаряются. Одновременно с прокаливанием металлического стержня размягчают тонкий стеклянный штабик диаметром 2—3 мм и, вращая стержень, постепенно обматывают его размягченным стеклом на необходимую длину. Для облегчения сварки на остеклованном участке стержня в определенном месте образуют выпуклость в виде бусинки или шайбы. При остекловывании металлического стержня нельзя допускать перегрева стекла и металла, как при этом образуется большое количество газовых пузырей, избавиться от которых практически не возможно. Остеклованный участок стержня должен быть равномерным по всей длине, концы должны быть округленными и иметь гладкий переход. Цвет проволоки научастке переходного слоя должен быть металлическим.

Безокисные спаи имеют высокие нагревостойкость и: влагостойкость. Это объясняется тем, что температурный коэффициент линейного расширения переходного стеклометаллического слоя значительно выше температур, кого коэффициента линейного расширения вольфрама .(для вольфрамата натрия он равен 187·10-7К-1).

Кварцевые трубки для спаивания готовят следующим образом: разогревают интенсивно конец трубки, вводя в пламя горелки штабик первого переходного стекла, размягчают и в таком виде вращают, наматывая на торец кварцевой трубки слой переходного стекла определенной толщины (по всей длине окружности торца). Затем аналогично наносят слой второго переходного стекла и потом третьего. Переходные слои стекла формуют шпателем, они должны быть гладкими и иметь одинаковую толщину. Последнее переходное стекло закругляют и продувают в нем отверстие, диаметр которого немного меньше диаметра бусинки на остеклованном стержне. Затем стержень вставляют остеклованным участком в кварцевую заготовленную трубку и сплавляют бусинку с крайним переходным слоем стекла.

При однопереходном спае остекловывают вольфрамовый стержень стеклом с температурным коэффициентом линейного расширения (13÷15) · 10-7К-1 (П1). На заготовку кварцевой трубки в этом случае также наматывают только один переходный спой из стекла марки П1.

При изготовлении токовых вводов с тремя переходными спаями на кварцевую заготовку наматывают первый переходный слой из стекла П1, на него — переходный слои из стекла П2 с температурным коэффициентом чиненного расширения примерно (18÷19) ·10-7К-1 и затем последний слой из стекла ПЗ с температурным коэффициентом линейного расширения (24÷25)x x10-7К-1. При этом предварительно вольфрамовый стержень остекловывают стеклом ПЗ.

2.6 Физико-механические свойства вольфрамовой проволоки

В качестве материала для тела накала во всех лампах накаливания применяется вольфрамовая проволока.

В нашей стране и за рубежом разработаны марки вольфрама с различными легирующими присадками, в том числе предназначенные специально для галогенных ламп. В зависимости от назначения они обладают различными физико-механическими свойствами применительно к конкретным условиям эксплуатации ламп.

В отечественных галогенных лампах используется только одна марка вольфрама ВА. Ведутся работы в направлении как совершенствования технологии изготовления проволоки из такого вольфрама, так и создания новых марок, в частности с присадками цезия и кобальта, которые в большей степени, чем ВА, должны удовлетворять требованиям галогенных ламп. Это относится, прежде всего, к сохранению формы при высоких рабочих температурах и механической прочности, поскольку в галогенных лампах как высокоинтенсивных источниках света вольфрам работает при температурах, равных 0,85 – 0,9 температуры плавления. Кроме того, специфическая галогеносодержащая газовая среда вокруг вольфрама также предъявляет особые требования к качеству поверхности проволоки.

Вольфрам имеет кубическую объемно-центрированную кристаллическую структуру решетки; температура плавления 3653 К. В вакуумных лампах его принято использовать при температурах не выше 2600 – 2800 К, так как скорость испарения при более высоких температурах сильно возрастает. В галогенных лампах вольфрам применяется при температурах до 3500 К, так как вредным явлениям испарения противодействуют повышенная концентрация атомов газов в лампах и в определенной степени галогенный цикл; ограничивающим фактором является не только испарение вольфрама, но и его физико-механические свойства.

Плотность проволочного вольфрама равна 19,3 г/см2; коэффициент линейном расширения 44\*10С.

Вольфрамовая проволока после волочения имеет волокнистую структуру. При ее нагреве происходят явления рекристаллизации, которые сильно изменяют механические свойства проволоки. В галогенных лампах эти изменения имеют большое значение.

Отжиг проводили в атмосфере осушенного водорода в течение 15 мин.

2.7 Конструкция и изготовление тела накала

Тело накала в галогенных лампах изготовляют из вольфрамовой проволоки как прямолинейной, так и спирализованной, причем применяют и моноспираль и биспираль. Она состоит из операций навивки, промывки в растворителях и щелочи, ряда процессов термообработки для удаления графитовой смазки, закрепления формы и образования должной структуры, из операций вытравливания керна и контроля.

В галогенных лампах нашли применение многие конструктивные исполнения тел накала, геометрические размеры и формы которых определяются конструкцией, параметрами, назначением и условиями эксплуатации ламп. Диаметры используемой вольфрамовой проволоки 0,02—2 мм. Применение проволок малых диаметров, как правило, затруднительно, поскольку они не позволяют, даже при малых размерах колб, получать температуры на стенке оболочки, необходимые для нормального протекания галогенного цикла в лампах. Применение проволоки чрезмерно больших диаметров ограничивается током, который способны выдерживать токовые вводы. Подбор оптимальных диаметров вольфрамовой проволоки очень важен при конструировании ламп.

Большинство моно- и биспиралей навивают на спиральных машинах на непрерывном проволочном молибденовом керне. Некоторые типы спиралей, особенно с малым количеством витков, большим шагом навивки, плоские и конические, изготовляют на ручных приспособлениях с использованием постоянного керна.

В процессе изготовления спиралей молибденовую проволоку, используемую в качестве керна, предварительно очищают от графитовой смазки (аквадага) либо электролитически (при малых диаметрах), либо отжигом в водородных печах (при диаметрах более 0,4 мм). Для получения качественных спиралей большое значение имеет соблюдение технологических режимов на всех операциях. Очень важно также правильное натяжение вольфрамовой проволоки при спирализации, чрезмерно большое натяжение приводит к растяжению нагретой проволоки, врезанию ее в керн, обрыву, а слабое натяжение— к скольжению вольфрама по керну и нарушению равномерности навивки. Обязательным является нагрев вольфрама при навивке. В нагретом состоянии проволока становится более пластичной, плотнее и равномернее ложится на керн, лучше закрепляется форма витков. Нагреть вольфрам можно косвенным путем (накаленной нихромовой дужкой, расположенной на выходе керна из дюзы) или пропусканием тока через проволоку. Косвенный нагрев применяют в основном при диаметрах проволоки менее 60 мкм. Температура проволоки при навивке спирали должна быть около 670 К. При навивке вольфрамовой проволоки на керн и образовании витков на наружный слой проволоки действуют растягивающие силы, а на внутренний, касающийся керна,— сжимающие. Эти силы могут вызвать расслоение проволоки, особенно диаметром свыше 80—100 мкм. При использовании качественной вольфрамовой проволоки, соблюдении режимов навивки и выдерживании должных соотношений между диаметрами вольфрама *и* расслоения не наблюдается.

При изготовлении ламп часто встречаются с явлениями хрупкости спиралей. Она может быть результатом двух причин: нарушения термообработки и загрязнения вольфрама. Большинство типов спиралей поступает на монтаж после первичной термообработки. Если исходная проволока качественная, то после отжига спираль не должна быть хрупкой. Микроструктура такой приволоки должна соответствовать стадии начала первичной рекристаллизации, когда только начинается распад волокнистой структуры. Хрупкость вольфрам появляется при полним переходе волокнистой структуры в зернистую, т. е. после окончания первичной рекристаллизации, что наблюдается при отжиге проволоки при температуре выше 1970 К. Бывает, что попаладаются отдельные партии вольфрама, которые вследствие различных причин, возникающих на стадии изготовления, обладают заниженной температурой первичной рекристаллизации. Такие спирали оказываются хрупкими уже на монтаже. Ряд типов спиралей (для автомобильных, кинопроекционных ламп) поступает на монтаж в отформованном виде после отжига при 2570—2770 К. Если спираль хорошего качества и произошла полностью вторичная, собирательная рекристаллизация, она не должна быть хрупкой. Хрупкость свидетельствует о нарушении режимов отжига или о том, что температура вторичной рекристаллизации данной партии вольфрама выше нормы и структура полностью еще не стабилизировалась.

Спираль может быть хрупкой из-за загрязнения углеродом, железом, никелем. Загрязнение является результатом плохой очистки вольфрама от аквадага. Возможно также загрязнение спирали на различных технологических операциях в процессе ее изготовления. При взаимодействии вольфрама с углеродом образуется либо твердый раствор углерода в вольфраме, либо химическое соединение WC или W2C. Оба случая вызывают хрупкость спиралей.

В производстве иногда появляется хрупкость спиралей при их приварке к токовым вводам контактной точечной сваркой. Это объясняется нарушением режимов сварки. При правильной сварке в точке соприкосновения вольфрама с токовым вводом температура не превышает 1770 К и в вольфраме не происходит никаких структурных изменений. Если ток сварки или время выдержки завышены, возможно появление хрупкости вольфрамовой проволоки. Возможны случаи окисления вольфрама в местах сварки — такие участки имеют повышенное электрическое сопротивление, что приводит к местному повышению температуры и разрушению контакта.

Для линейных галогенных ламп софитного исполнения тела накала имеют вид длинных моноспиралей (рис. 2.1)как со сплошной, так и с прерывистой навивкой. Тела накала с прерывистой навивкой применяют в лампах для электрографических и термокопировальных аппаратов и др., где необходимо определенное светораспределение по длине лампы. Чередованием навитых и прямолинейных участков тела накала и варьированием их длины удается компенсировать охлаждающее действие токовых вводов и получать нужное распределение температуры по длине тела накала, что в конечном счете обеспечивает и заданные параметры готовых ламп.

Расчеты геометрических параметров спиралей проводят исходя из заданных световых и электрических параметров ламп. Они не отличаются от аналогичных расчетов для обычных ламп накаливания. Однако при разработке необходимо учитывать кроме световых и электрических параметров еще ряд других факторов: габаритные размеры и конструктивное исполнение ламп, требования к вибропрочности и ударопрочности тела накала, светораспределение в пространстве, срок службы и надежность работы лампы в эксплуатации. Все это требует выбора оптимальных решений и приводит к необходимости корректировать расчетные данные геометрических параметров спиралей.

2.8 Инертные газы

Для наполнения галогенных ламп, используются четыре газа – азот, аргон, криптон и ксенон; применяются и смеси этих газов. Выбор рода и состава наполняющих газов зависит от типа ламп, их параметров и назначения.

Применение инертных газов обусловлено тем, что они в обычных условиях не реагируют с какими бы то ни было элементами. Из перечисленных выше к «чисто» инертным газам относятся только аргон, криптон и ксенон. Азот в большинстве случаев также инертен, но при повышенных температурах соединяется с некоторыми металлами, образуя нитриды, которые обычно весьма стабильны даже при комнатной температуре. С некоторыми элементами азот реагирует только в присутствии катализаторов, например с водородом, образует аммиак NH.

Газы получают с помощью воздухоразделительных машин, которые производят в огромных количествах кислород и азот с попутным извлечением аргона, криптона и ксенона.

Азота в составе воздуха почти 80%; поэтому его получение не составляет больших трудностей и он дешев. Аргона в воздухе несравненно меньше (около 1%), и его извлечение довольно трудно. Оно усложняется еще тем, что температура кипения, а значит, и улетучивания аргона находится между температурой кипения азота и кислорода. Это требует применения специальных схем ректификации.

Криптона и ксенона в воздухе – ничтожное количество, и поэтому эти газы очень дороги. Только лишь в последние годы в связи с большим развитием техники получения огромных количеств кислорода для металлургической промышленности оптовые цены на криптон и ксенон несколько уменьшились.

Газы находятся в лампах при высоких температурах и давлениях. Указанные условия, а также эмиссионные явления с поверхности раскаленного тела накала могут быть причинами ионизации газов, что в свою очередь может привести к возникновению разряда в лампах.

Галогенные лампы наполняются газами до давления выше 105 Па (в холодном состоянии) путем вымораживания введенных в лампу газов глубоким охлаждением оболочки ламп жидким азотом. Жидкий азот не опасен в работе, не воспламеняется и не ядовит. В отличие от него жидкий кислород горюч и взрывоопасен, поэтому он не используется в качестве охладителя.

Нужно иметь в виду, что при переходе от газообразного состояния к жидкому происходят большие изменения давления газа (пара). Таким образом, меняя температуру на поверхности кварцевой оболочки, можно оказывать значительное влияние на давление газов внутри готовых ламп.

2.9 Галогены и их соединения

Галогенные добавки, вводимые в лампы накаливания, составляют химически активную часть газового наполнения, выполняющую регенеративную роль путем превращения вольфрама, испаряющегося с раскаленного тела накала, в летучие соединения и последующего их обратного разложения на теле накала.

При выборе состава и количества галогенных добавок необходимо учитывать три требования: 1) должны быть созданы условия оптимального режима работы лампы и максимального использования возможностей галогенного цикла; 2) галогенные добавки по своему составу и состоянию должны позволять их точную дозировку в лампы и применение таких методов введения, которые обеспечивали бы постоянство концентрации и количества; 3) должна быть обеспечена технологичность процесса введения в лампы, безвредность в обращении, отсутствие агрессивности по отношению к откачному и наполняющему оборудованию (насосам, трубопроводам, кранам, приборам контроля).

В принципе галогенные добавки могут быть в любом виде – твердом, жидком и газообразном. Способы введения в лампы тоже могут быть разными – непосредственное введение в лампы либо нанесение на тело накала или на другие элементы конструкции ламп, либо предварительное подмешивание к инертным газам. В лампы могут быть введены один или несколько галогенов как в чистом виде, так и в виде различных соединений. При всех способах главным является максимальное обеспечение указанных выше трех требований и минимальное загрязнение ламп посторонними элементами.

Выбор методов введения галогенов, а также их состава и количества зависит от параметров и конструкции ламп.

Исторически первые галогенные лампы были изготовлены с использованием чистых галогенных элементов сначала йода, а затем и брома. Как показали многочисленные последующие работы, именно эти, наименее агрессивные галогены оказались единственно пригодными для использования в лампах накаливания. Имеются данные о попытках изготовить лампы с хлором и фтором, но от их широкого использования пришлось отказаться из-за исключительной агрессивности.

Основной недостаток применения чистых йода и брома заключается в крайней трудности соблюдения режимов их введения в лампы и необходимости строгой дозировки галогена. Эти условия имеют первостепенное значение для нормальной работы лампы. В частности, при комнатной температуре пары йода имеют очень низкое давление и поэтому ими трудно заполнить оболочку ламп до необходимого количества. Чистый бром при комнатной температуре – жидкость, что также неудобно для введения в лампы и дозировки. Избыток галогена приводит к коррозии вольфрамовых и молибденовых деталей ламп, а недостаточное количество вызывает почернение стенок оболочки; поэтому колебания концентрации галогена в лампах должны находиться в очень узких пределах. Кроме того, все галогены в чистом виде в определенной степени агрессивны, что вызывает большие трудности технологического характера, связанные с нарушением установок откачки и наполнения ламп, разъеданием составных элементов конструкций оборудования – трубопроводов, кранов и приборов.

Все это вместе взятое привело к мысли использовать в качестве галогенных добавок не чистые галогены, а некоторые из их неагрессивных, нетоксичных соединений. Это позволило, с одной стороны, более строго контролировать количество вводимого в лампы галогена, с другой – создавать технологические режимы их введения, пригодные для промышленного производства. Галогенные соединения внутри лампы диссоциируют при высоких температурах, высвобождая свободный галоген, который включается в регенеративный цикл путем взаимодействия с вольфрамом.

Известно большое количество химических соединений галогенов.

При выборе наиболее оптимальных из них следует руководствоваться следующим основным принципом: внутрь ламп должно попадать минимальное количество посторонних элементов, которые, не участвуя в регенеративном цикле, не вредили и не мешали бы его нормальному протеканию. Естественно, что поскольку в лампу вводится не чистый галоген, а какое-то его соединение, совсем избавиться от попутных элементов, входящих в химический состав данного соединения, невозможно. Но свести к минимуму воздействие посторонних элементов возможно.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что наиболее пригодными для этих целей являются галогеноводородные соединения НI,Вг, НСI и галогеноуглеводородных соединения СНХ(где X – галоген). Такие соединения имеют, как правило, низкие температуры кипения и стабильны при нормальных температурных условиях, что очень важно с технологической точки зрения.

Укажем, что йодистые и бромистые соединения обладают во многих случаях одинаковыми преимуществами и являются равнозначными для ламп многих типов. Однако, когда к лампам предъявляются особые требования по световой отдаче и цветности излучения, йодистые соединения являются менее предпочтительными, поскольку йод в газообразном состоянии в лампах имеет специфическое голубовато-фиолетовое свечение и поглощает до 10 % излучения в видимой области спектра. Кроме того, йод в большей степени, чем бром, склонен к сепарации и осаждению. В отличие от йода бром, а также хлор и даже фтор не поглощают света и образуют прозрачные соединения.

Вместе с галогеном внутрь ламп попадают углерод и водород. После диссоциации свободный углерод реагирует с вольфрамом, образуя карбиды, которые очень вредны для тела накала, приводят к его хрупкости и преждевременному разрушению. Поэтому одним из критериев выбора того или иного соединения является стремление добиться минимального загрязнения газового наполнения ламп углеродом. Другими словами, следует отдавать предпочтение соединениям, в химический состав которых входит не молекулярный, а атомарный углерод.

Что касается водорода, то, как показали теоретические и экспериментальные исследования, в определенных количествах он не только не вреден, но и играет положительную роль. Поэтому при выборе углеводородных соединений необходимо использовать такие из них, в составе которых водород находится в оптимальных количествах.

То же можно сказать и о кислороде, попадающем в лампы по различным каналам. В определенных пределах он также не оказывает пагубного действия, более того, он даже необходим.

Таким образом, самыми подходящими галогенными соединениями, которые нашли в настоящее время наиболее широкое применение в промышленном производстве галогенных ламп, являются бромистый метил СНВг и бромистый метилен СНВг.

2.10 Заштамповка арматуры и заварка ламп

В предыдущих главах были изложены операции заготовки деталей галогенных ламп и монтажа арматуры. Следующим технологическим процессом является герметичное соединение ножки с собранной арматурой и кварцевой оболочки. В электровакуумной технике такой процесс называют заваркой ламп. В прямом смысле такой термин применим в основном для мощных галогенных ламп, в которых собранная арматура на токовводах непосредственно заваривается в кварцевую трубку без изменения конфигурации последней. В большинстве же типов галогенных ламп, особенно малогабаритных, процесс герметичного соединения собранной арматуры с кварцевой трубкой-оболочкой сопровождается изменением конфигурации последней, и производится это путем формования одного или обоих концов трубки в виде плоской лопатки с одновременной заштамповкой арматуры на участках вакуумного звена токовводов.

Плоская заштампованная лопатка (или заваренный шов) должна обеспечивать вакуумную плотность спая и сохранять герметичность ламп на протяжении всего их срока службы при воздействии различных механических нагрузок и климатических факторов. Другими словами, место сварки должно быть механически-, термически- и влагостойким. Качество заштампованного и заваренного спая во многом определяет надежность ламп, их долговечность и способность к длительному хранению.

Необходимо иметь в виду, что внутри оболочки в процессе работы лампы развивается относительно большое давление наполняющих газов (до 8—10\*105 Па и выше) и поэтому место спая должно быть способным длительно выдерживать такие перепады давления.

При заварке ламп спай образуется соединением двух кварцевых деталей – заготовленной чашечки и трубки.

При операции заштамповки арматуры вакуумный спай образуется соединением плоской молибденовой фольги с кварцевой трубкой.

Технологические процессы заштамповки и заварки имеют отличительные черты и специфические особенности, зависящие от размеров и конструкции свариваемых деталей, которые в свою очередь определяются конкретными типами ламп.

Любой процесс заварки или заштамповки производится горячей обработкой стекла и состоит из трех этапов: медленного разогрева кварцевого стекла до его размягчения, соединения свариваемых деталей в одно целое и отжига места сварки. Эти процессы производятся на специальном технологическом оборудовании с применением различных по мощности газовых или водородно-кислородных горелок. Для кварцевых трубок малых диаметров с малой толщиной стенки возможно использование газокислородных горелок.

При заштамповке таких ламп в специальный держатель устанавливают и закрепляют заготовку кварцевой трубки с приваренным заранее штенгельным отростком. На конец штенгеля надевают наконечник гибкой трубки для подачи внутрь лампы инертного газа. Ввиду небольших размеров ламп и большой компактности размещения арматуры неминуем разогрев внутренних деталей ламп, а это может привести к их окислению; поэтому использование защитного инертного газа обязательно. Применение постоянной продувки такого газа сквозь внутренний объем ламп необходимо еще и для защиты от окисления молибденовой фольги и вывода токоввода. Для этих целей обычно используется газообразный азот, тщательно очищенный и осушенный до точки росы не выше 218 К, что соответствует содержанию паров воды в газе 0,02 г/см В газообразном азоте не должно быть кислорода более 0,005 % во избежание окисления металлических деталей ламп.

Продувка ламп инертным газом во время заштамповки необходима также для правильной формовки очертаний места заштамповки и перехода от плоской лопатки к цилиндрической части ламп. Находясь под убыточным давлением защитного газа, размягченное стекло немного раздувается и приобретает плавные переходы.

Закрепив должным образом кварцевую трубку, устанавливают на другом держателе собранную арматуру, отцентровывают ее относительно трубки и закрепляют таким образом, чтобы края молибденовой фольги находились в определенном положении относительно нижнего торца трубки, в соответствии с конструктивными размерами лампы. Детали лампы не должны смещаться относительно друг друга, так как в процессе их сваривания и заштамповки формируются в основном габаритные размеры и конструктивное исполнение лампы в целом.

Включив подачу защитного газа во внутренний объем трубки, необходимо проследить по ротаметру его поступление в необходимом количестве и исключить образование застоя газа. После этого разогревают участок кварцевой трубки в месте будущей заштамповки до ее размягчения и путем двух-трехкратного сближения штампующих губок формуют лопатку и плотно прижимают размягченный кварц к молибденовой фольге. Затем отжигают заштампованный участок мягким пламенем горелок.

У линейных ламп с двусторонним расположением токовводов (рис. 2.2,а) сначала штампуют первый конец лампы затем второй в последовательности, указанной выше. Отличительной чертой линейных ламп является длинное тело накала, расположенное по оси кварцевой трубки и поддерживаемое кольцевыми держателями. Нужно следить, чтобы во время заштамповки не сместилось тело накала и не изменились его геометрические размеры. При заштамповке второго конца рекомендуется слегка натянуть тело накала для придания ему прямолинейной, упругой формы.

На рис. 2.2(б) показана заваренная линейная лампа большой мощности, в которой из-за повышенной токовой нагрузки неприменим фольговый спай. Здесь используется стержневой токовый ввод. Заварка таких ламп производится без штамповки, путем соединения в размягченном состоянии кварцевой трубки и заранее заготовленного остеклованного токового ввода.

В результате интенсивной обработки огнем на части оболочки может образоваться белый налет частиц испарившегося кварца. Необходимо принять защитные меры, чтобы такой налет появлялся на минимальной поверхности, причем только в зоне заварки в нижней части ламп. Только в таком случае его можно безболезненно удалить на последующих операциях.

Заштампованные и заваренные лампы еще не обеспечивают полной герметизации внутренней арматуры, так как через открытый конец штенгеля могут попадать внутрь плата, посторонние частицы и другие загрязнения. Поэтому после заштамповки необходимо закрыть отверстие штенгеля пробкой и хранить лампы в соответствующих условиях. В дальнейшем нужно соблюдать общее правило для всех электровакуумных приборов — минимально сократить время от заварки до откачки и наполнения ламп.

2.11 Методы составления газовых смесей и введения галогенных соединений в лампы

Газовое наполнение галогенных ламп состоит из двух частей: химически неактивной из одного или смеси двух или более инертных газов и химически активной, содержащей пары галогенных соединений.

Галогенные лампы сравнительно дороги из-за высокой стоимости кварца и повышенной трудоемкости изготовления, но по габаритным размерам они в десятки раз меньше обычных; поэтому их преимущественно наполняют криптоном и ксеноном, которые хотя и дороже аргона, зато позволяют существенно повысить световые параметры ламп.

Различным для разных типов ламп является и давление наполняющих газов. Для одного и того же состава газа, чем больше давление наполнения, тем выше при неизменном сроке службы могут быть световые параметры ламп. Однако имеются пределы давления, при превышении этих давлений лампы становятся взрывоопасными.

Галогенные лампы очень чувствительны к составу и состоянию газового наполнения. При одинаковых геометрических размерах и конструктивном оформлении тела накала и других элементов лампы световые и электрические параметры источников света, а также стабильность во времени определяются газовым наполнением. Отклонения состава и давления газового наполнения влияют на параметры ламп и, прежде всего на срок службы.

Методы и способы введения галогенных соединений должны удовлетворять следующим требованиям:

— постоянство концентрации галогена в лампах;

— из-за чрезвычайно малых количеств вводимого галогена, точная дозировка с минимальными отклонениями от нормы;

— технологичность процесса наполнения в промышленных условиях и гарантия их воспроизводимости.

Имеется большое количество методов введения галогенов, причем каждый из авторов по-своему обосновывает преимущества и достоинства своих методов. Предложены методы нанесения различных твердых соединений непосредственно на внутренние детали ламп, а также введения в лампы определенных порций твердых веществ. Имеются описания ряда способов введения жидких растворов галогенных соединений путем их впрыскивания в лампы определенными дозами. Однако как показали многочисленные экспериментальные данные, наиболее технологичными в работе оказываются газообразные соединения. Их можно точно дозировать, и, что очень важно, в таком виде они пригодны для механизации процессов откачки и наполнения ламп.

В газообразном состоянии галогенные соединения можно вводить в лампу двумя способами: индивидуальным дозированием каждой лампы в отдельности и применением готовых нормированных газогалогенных смесей.

На сегодняшний день общепринятым является метод введения галогена путем предварительной заготовки соответствующей смеси инертного газа с галогенной добавкой.

Схема установки для подготовки такой газогалогенной смеси показана на рисунке 2.3.

1 – емкость с галогенным соединением; *2,3,5 –* вакуумные краны; 4 –образцовый мановакуумметр: 6 – газовый редуктор; 7 – вакуумный насос; 8 –баллон с готовой газогалогенной смесью; 9 – баллон с инертным газом.

Рисунок 2.3 – Схема установки для приготовления газогалогенной смеси.

Порядок работы следующий: баллон 8 тщательно откачивают и из емкости 1 подают расчетное количество галогенного соединения. Перекрывая трехходовым краном 3 емкость 1, открывают кран 5 и добавляют в баллон 8 из баллона 9 расчетное количество инертного газа. Такую газогалогенную смесь приготовляют обычно в маленьких 5 – 10-литровых баллонах и наполняют до давления (10 ÷15)\*105 Па, что вполне достаточно для изготовления большого количества ламп. Составленную смесь положено выдерживать 2-3 суток для полного выравнивания концентраций газов. Ввиду того, что количество вводимой в лампу готовой газогалогенной смеси сравнительно велико, ее дозировка по давлению не составляет трудности и, что очень важно, чревата меньшей погрешностью, так как относительные отклонения давления значительно меньше сказываются на количестве галогена, попавшего в лампу. Метод смеси технологичен, и это позволяет его использовать при механизированном изготовлении ламп. Введение в лампу смеси по сути не отличается от общепринятой технологии наполнения инертными газами обычных ламп накаливания.

Смешивать пары галогенных соединений нужно только с одним, как правило, инертным газом – аргоном, криптоном или ксеноном. Второй инертный компонент (когда это необходимо) – азот – вводится в лампу отдельно, в чистом виде.

Основной параметр, по которому контролируется дозировка галогенной добавки, - это давление, определяемое по образцовому манометру. Контрольную проверку проводят методами химического анализа готовых ламп, разбиваемых в закрытых объемах, и сравнением полученных результатов с данными анализа газовой смеси, отбираемой непосредственно из баллонов.

Нужно всегда иметь в виду, что если количество галогенных соединений и состав смеси выбраны правильно для ламп данной конструкции, стенки оболочки остаются практически чистыми в процессе эксплуатации.

2.12 Откачка и наполнение ламп

Операции откачки и наполнения являются последними в технологическом процессе вакуумной обработки ламп. Откачку и наполнение газами производят через штенгельный отросток по технологии, принятой во всей электровакуумной технике. Эти процессы выполняются как на ручных постах, так и на механизированном оборудовании. Назначение и последовательность выполнения всех операций в принципе одинаковы.

Установка откачки и наполнения ламп состоит из двух частей –откачной (вакуумной) и наполняющей (газополной), соединенных между собой системой трубопроводов и снабженных кранами (вентилями), измерительными и контрольными приборами. Трубопроводы и соединительные элементы изготовляют из нержавеющей стали, устойчивой к действию галогенных соединений. Желательно применение стеклянных деталей, однако они ломкие и менее практичны в серийном производстве. Не допускается использование резиновых шлангов.

К установке должны быть подведены трубопроводы с подачей осушенного водорода, кислорода и горючего природного газа. Инертные газы подаются из баллонов, находящихся непосредственно на рабочем месте.

Установка должна быть снабжена емкостью для заливки жидкого азота.

Вакуумная система установки включает в себя механический вращательный насос для создания предварительного низкого вакуума в лампе (1,33 0,133 Па) и диффузионный паромасляный насос для откачки до давления (1,33 0,13)\*10 Па.

Наполняющая часть установки содержит баллон с заготовленной газогалогенной смесью, баллон с чистым газообразным азотом и систему подводящих трубопроводов с детандерами, регулирующими крапами, натекателями и приборами контроля давления. Вся система должна быть вакуумно-плотной и газонепроницаемой.

Особое внимание следует обращать на места сочленения металлических деталей, коммутирующих элементов и узла откачного гнезда, в которых должны применяться фторопластовые или металлические уплотнители. Соединения трубопроводов между собой должны быть жесткими и выполнены с помощью сварки. Очень важным является обеспечение того, чтобы фактическое количество газов, поданное и поступившее непосредственно в лампу, соответствовало расчетным данным. Для этого необходимо точно замерить, постоянно выдерживать и учитывать геометрические размеры трубопроводов, рабочие объемы откачного гнезда и измерительных приборов. Используемый способ введения газов в лампу называется методом ступенчатого наполнения, при котором обязательным является учет полезного объема всех соединительных элементов системы. Зная объемы лампы *V1* соединительных элементов *V2,* можно рассчитать «подаваемое» давление *р2,* обеспечивающее нужное давление *P1* в лампе. В процессе изготовления ламп необходимо постоянно обращать внимание на следующее: при длительном использовании баллонов с готовыми газогалогенными смесями, находящимися в вертикальном положении, возможны конденсация и некоторое фракционирование парообразных галогенных соединений, что может нарушить состав смеси. Чтобы избежать этого, необходимо систематически контролировать состав газовой смеси.

Отличительной чертой галогенных ламп является необходимость наполнения ламп газами при давлении выше 10 Па (в холодном состоянии). Применительно к технологии изготовления галогенных ламп с кварцевыми оболочками наиболее приемлемым оказался метод вымораживания наполняющих газов жидким азотом. Он позволяет вводить в лампу практически любое количество газа, и при этом отпайка штенгеля в нормальных атмосферных условиях не представляет никаких трудностей. Впоследствии в готовой лампе после отпайки штенгеля ожиженный газ испаряется, создавая при этом необходимое давление газа в газообразном состоянии. При работе лампы в результате большого повышения температуры газа внутри лампы его давление соответственно также сильно возрастает. Последовательность процессов откачки и наполнения приведена на рисунке 2.4.

Рассмотрим их подробнее. Заваренную лампу вставляют штенгелем в центральный канал откачного гнезда и поворотом рычага плотно зажимают. Затем начинают откачивать воздух механическим насосом.

Известно, что на поверхности кварцевой оболочки имеется большое количество адсорбированных газов и паров воды, которые, если их не удалить, приведут к загрязнению внутреннего объема, к нарушению галогенного цикла и преждевременному выходу ламп из строя. Поэтому уже на первой стадии следует тщательно обезгаживать оболочку путем ее разогрева пламенем ручной газовой горелки. Необходимо иметь в виду, что в рабочем состоянии оболочка лампы разогревается до высоких температур, поэтому и температура обезгаживания должна быть такой же. Обычно оболочку разогревают до красного свечения кварца, что соответствует температуре 1170—1270 К.

Необходимо также освободить от газов и внутреннюю арматуру ламп и в первую очередь тело накала от адсорбированных газов. Для этого лампу наполняют водородом при (0,8÷0,9)·105 Па и прямым пропусканием электрического тока разогревают тело накала в течение 50—60 с примерно до номинальной температуры. Такая операция тренировки очень важна для ламп, для которых требуются высокая стабильность параметров в течение срока службы и высокая надежность работы. Чтобы поглощенные газы не накапливались в лампе в результате большого газовыделения, температура тела накала повышается медленным увеличением подаваемого напряжения.

После выключения напряжения и остывания лампы водород откачивают и производят так называемую промывку ламп очищенным газообразным азотом. Она заключается в подаче азота до давления (0,8÷0,9)•105 Па и последующей его откачке. Такой процесс повторяется 2—3 раза, что обеспечивает значительное уменьшение парциального давления вредных остаточных газов в лампе, так как при каждом наполнении азотом вредные газы смешиваются (разбавляются) с промывочным газом и вместе откачиваются.

Следующей операцией является окончательная откачка ламп сначала механическим, затем диффузионным паромасляным насосами. Имеется в виду, что все детали ламп обезгажены, удалены все возможные загрязнения и лампа подготовлена для наполнения.

Если лампу нужно наполнить смесью двух газов, то сначала подается в лампу смесь инертного газа с галогеном при более низком давлении. Затем из другого баллона вводят газообразный особо чистый азот.

Создание в лампах давления наполняющего газа выше 105 Па достигается путем вымораживания газов в объеме газоподводящей системы и в самой лампе. В ожиженном состоянии давление паров низкое, что обеспечивает возможность беспрепятственной отпайки ламп в нормальных атмосферных условиях. Для проведения этой операции лампы погружают в емкость с жидким азотом и выдерживают определенное время в зависимости от объема лампы и давления наполняющих газов.

После окончания вымораживания газов и их осаждения в жидком виде в нижней части лампы ее отпаивают. Для этого штенгель разогревают двусторонней газовой горелкой до размягчения кварца, в таком виде лампу оттягивают и заплавляют образовавшийся капилляр. Стекло штенгеля во время его разогрева и размягчения выделяет определенное количество примесных газов; поэтому отпайку нужно проводить быстро. Для крупных ламп со штенгелями больших диаметров предварительно необходимо провести перетяжку штенгеля в месте будущей отпайки для уменьшения внутреннего отверстия, что позволит быстрее произвести отпайку. Чтобы место отпайки штенгеля (носик) у лампы не получилось острым, его дополнительно прокаливают пламенем горелки и в размягченном виде прижимают к плоской металлической поверхности.

Качество отпайки и форма носика в большой степени определяют внешний вид лампы. В зависимости от конструкции ламп он расположен либо на купольной части (малогабаритные лампы), либо на боковой поверхности (линейные лампы), либо в нижней части, в месте цоколевки (прожекторные лампы). По своим очертаниям размеры носика должны соответствовать установленным, он должен быть правильной формы без наплывов, не выступать за определенные оговоренные пределы и не мешать нормальной эксплуатации ламп.

Отпаянные лампы проверяют по внешнему виду и на включение при номинальном напряжении для предварительной оценки качества и отбраковки некондиционных ламп.

2.13 Типы применяемых цоколей и цоколевание

Галогенные лампы после откачки, наполнения и отпайки имеют свободно выступающие выводы. Некоторые типы малогабаритных ламп не подвергаются больше каким-либо сборочным операциям и в таком виде предназначены для использования. Концы свободно выступающих прямолинейных молибденовых выводов лишь заостряют и зачищают для лучшего вставления в патроны. Как правило, они имеют длину 10 – 20 мм, что обеспечивает хороший контакт лампы с патроном и арматурой. При вставлении таких ламп в патроны нельзя сгибать или каким-либо иным способом изменять прямолинейную форму выводов, так как при этом можно нарушить целостность стеклянной лопатки и вывести лампу из строя.

Большинство типов галогенных ламп снабжено специальными цоколями, с помощью которых лампы крепятся к патронам и подключаются к источникам питания. Имеется большое разнообразие типов и конструкций применяемых цоколей, что определяется конструкцией ламп, назначением и условиями их эксплуатации, конструктивным оформлением лопатки и узла герметизации токовых вводов. Немаловажное значение имеют и параметры ламп, в частности потребляемый ток.

Цоколи ламп должны обеспечивать прочное скрепление с кварцевой оболочкой и создавать надежный контакт с токоподводящими деталями патронов. В некоторых лампах, работающих в сочетании со светотехнической арматурой, используются фокусирующие цоколи, определенным образом юстированные по отношению к телу накала и обеспечивающие однозначное размещение лампы по отношению к оптическим элементам световых приборов. В некоторых типах ламп для обеспечения определенных габаритных размеров источника света и высоты светового центра тела накала используются специальные переходные, промежуточные детали между лампой и цоколем.

Во многих типах ламп цоколь не является токоведущей деталью, а служит лишь для удержания и крепления ламп в осветительной арматуре. В этом случае к цоколю приваривают дополнительные гибкие провода с наконечниками для подключения к источникам питания.

Ввиду того, что с помощью цоколей лампы сочленяются с приборами и установками, выпускаемыми серийно и применяемыми в различных отраслях народного хозяйства, необходимо строго выдерживать размеры цоколей и их составных частей, особенно посадочных мест. Как правило, цоколи галогенных ламп тестированы. Для ламп особо широкого применения (автомобильных, проекционных), являющихся предметом международной торговли, конструкция и размеры цоколей стандартизованы в международном масштабе и содержатся в различных рекомендациях МЭК и СЭВ.

Имеются цоколи одноконтактные для софитных ламп и двухконтактные для ламп с односторонним расположением выводов. Конструктивно они состоят из одной или нескольких составных деталей. Корпуса цоколей изготовляют как металлическими, так и керамическими. Для каждого типа цоколя характерен определенный метод крепления к кварцевой оболочке и соединения с выводами ламп.

Рассмотрим процессы цоколевание трубчатых ламп софитной конструкции с двусторонним расположением выводов. Для таких ламп с диаметром трубки до 12 мм и током до 10 А используются два вида цоколей — металлические пластинчатые и керамические торцовые типа R7s/15 (международное обозначение).

Металические цоколи изготовляются из никелевой ленты. Процесс цоколевания заключается в надевании цоколя на плоскую штампованную лопатку лампы и приварке ввода к нему. Цоколь к кварцу крепят ленитовой цоколевочной мастикой. Деталь цоколя — пластина загибается вокруг лопатки и скрепляется замком, что улучшает прочность крепления к лампе.

Прочность крепления цоколя к лампе должна быть такой, чтобы выдерживалось действие растягивающей силы 10—12 Н. Лампы с такими цоколями обеспечивают надежный контакт с патронами и хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации.

Для более мощных софитных ламп приведенное выше оформление керамического цоколя непригодно. В данном случае лампы к источникам питания подключают с помощью гибких многожильных проводов в виде канатиков с наконечниками.

Для линейных ламп большой мощности (свыше 2 кВт), изготовляемых с токовыми вводами на переходных стеклах, применяют металлические цоколи цилиндрической формы, с разрезными рантами и прижимным кольцом.

Размеры цоколей для мощных ламп стандартизованы в международном масштабе и должны строго выдерживаться, поскольку они служат держателями ламп в светильниках и по размерам должны сочленяться с патронами и осветительной арматурой. Отдельную группу составляют мало- и крупногабаритные проекциионные и прожекторные лампы, для которых используют цоколи типа «бипост». Для них характерным является наличие толстых латунных или медных выводов (штифтов), непосредственно вставляемых в охлаждаемые патроны. Такие выводы обеспечивают надежный контакт ламп с токоподводяшими деталями патронов. Для ламп некоторых типов с целью их фиксированного вставления в патроны штифты цоколей имеют разные диаметры. Это позволяет одинаково ориентировать тело накала по отношению к оптической системе светового прибора.

Крепление фокусирующего кольца должно быть прочным и выдерживать осевую силу до 36 Н. Выводы ламп необходимо припаивать таким образом, чтобы лампы можно было беспрепятственно вставлять в патроны и калибры для проверки размеров и расположения контактов цоколя.

Готовые лампы проверяют на зажигание (на включение), наносят маркировку на оболочку или на цоколь и упаковывают в индивидуальные коробки.

2.14 Приготовление и применение технохимических материалов

К технохимическим материалам, применяемым при изготовлении галогенных ламп, относятся цоколевочные и маркировочные мастики, светозащитные покрытия, припои.

Цоколевочные мастики или цементы, служащие для крепления цоколей к кварцевой оболочке, должны удовлетворять следующим требованиям:

— сохранять в оговоренных температурных условиях прочность крепленая в течение срока службы ламп;

— не затвердевать быстро в процессе цоколевания и обладать необходимыми технологическими свойствами;

— практически не изменять своих физических свойств в процессе срока службы ламп, не выделять веществ, вредно влияющих на свойства стекла или материал цоколя;

— обладать определенными диэлектрическими свойствами как в нормальных, так и в оговоренных климатических условиях.

При использовании любой цоколевочной мастики необходимо предварительно очистить поверхность стекла от влаги и жировых загрязнений, так как они ухудшают прочность крепления цоколей. В зависимости от конструкции, назначения и параметров ламп применяют различные виды цоколевочных мастик. Это объясняется различными условиями эксплуатации ламп и разной температурной нагрузкой на цоколи.

Для цоколевания линейных ламп как с металлическими плоскими цоколями, так и с торцевыми керамическими применяется цоколевочная мастика на основе жидкого натриевого стекла с мраморным порошком. Такая мастика быстро схватывается с поверхностями цоколя и лопатки и обладает высокой климатической устойчивостью, но она вспучивается. Поэтому ее применяют только в местах, где нельзя наносить большой слой мастики. В условиях линейных ламп ее наносят тонким слоем на лопатку, что позволяет избежать влияния вспучивания.

Температурные нагрузки на цоколи в линейных лампах невелики.

Для этой же группы ламп нашла применение ленитовая мастика, состоящая из смеси полевого шпата, очищенного каолина, молотого талька и жидкого стекла. Основное ее достоинство — быстрое затвердевание на воздухе в течение 15—20 мин.

Маркировку на лампу наносят либо на цоколь, либо на кварцевую оболочку. Она должна быть четкой, ясной, не должна изменять своего вида в течение требуемого времени в условиях эксплуатации ламп. В производстве галогенных ламп применяют методы маркировки как механические—накатывание и выдавливание знаков на металлические цоколи, так и химические — использование маркировочных мастик. Для нанесения маркировки на кварцевую трубку используется мастика, состоящая из окиси серебра, борнокислого свинца и глицерина. С помощью резинового штампа наносят маркировку на трубку, после чего это место слегка прогревают водородокислородной горелкой.

Для прикрепления выводов к цоколям применяют различные припои.

Если паяные изделия имеют рабочую температуру ниже 470—520 К, используют, как правило, оловянно-свинцовые припои. Некоторые мощные лампы изготовляются с применением серебряных припоев, которые выдерживают температуру до 870—970 К.

2.15 Методы измерения электрических и световых величин

Контроль параметров ламп и испытания их на соответствие требованиям стандартов и технических условий являются последними завершающими операциями, удостоверяющими качество и пригодность ламп для эксплуатации. Электрические и световые параметры являются основными, определяющими критериями оценки и ценности ламп, характеризующими их как источники оптического излучения. Требования к лампам определяются их конкретным назначением и условиями применения. Например, для осветительных ламп основным световым параметром является световой поток. Лампы, служащие для облучения или технологических целей сушки, нагрева, должны обладать определенными спектральным составом и светораспределением. К лампам, используемым в прожекторах, предъявляются требования к габаритной яркости тела накала.

Методы измерения световых и электрических величин в основном стандартизованы, что обеспечивает единство способов и воспроизводимость полученных результатов.

Электрические и световые величины измеряют на электрических схемах с применением источников питания как постоянного, так и переменного тока промышленной частоты 50 Гц. Как установлено экспериментально, род тока не влияет на параметры галогенных ламп. Однако когда необходима особая точность измерения, рекомендуется использовать источники постоянного тока. В некоторых случаях допускается применение источников переменного тока частотой 40 Гц. Система питания должна обеспечить напряжение на лампе с погрешностью не более ±0,5%, применяемые приборы должны быть не ниже класса 0,5 для переменного тока и 0,2 для постоянного. Практически измерение электрических величин всегда совмещают с измерением некоторых световых величин.

Световой поток измеряют путем поочередного сравнения освещенностей фотометрического отверстия светомерного шара при горении светоизмерительной лампы (с известным световым потоком) и измеряемой лампы. Схема такой установки представлена на рисунке 2.5.

1 – светомерный шар; 2, 9 – экраны; 3 – светорассеивающее стекло; 4 – диафрагма; 5 – нейтральный поглотитель света; 6 – корригирующий поглотитель света; 7 – приемник излучения; 8 – шунт; Л1 – измеряемая лампа; Л2 – вспомогательная лампа.

Рисунок 2.5 – Схема фотометрической установки для измерения светового потока.

Измерение силы света проводится на фотометрической скамье.

Измеряют силу света, так же как и световой поток, методом сравнение путем поочередного освещения приемника излучения светоизмерительной и измеряемой лампами.

Для ламп ряда типов необходимо определять распределение силы света в пространстве. Такие измерения проводят на распределительных фотометрах либо с помощью поворотной головки, смонтированной на обычной фотометрической скамье и позволяющей поворачивать измеряемую лампу в нужном положении.

Измерения световых и электрических величин требуют высокой квалификации исполнителей; они должны проводиться в специализированных лабораториях, на аттестованных установках и с помощью приборов, регулярно подвергаемых периодическим поверкам.

2.16 Механические и климатические испытания

Большинство типов галогенных ламп в процессе эксплуатации подвергается воздействиям определенных механических и климатических факторов. Естественно, для того чтобы лампа, удовлетворяла необходимым требованиям и могла полностью выполнять свои функции, она должна сохранять свои параметры как в процессе, так и после воздействия указанных факторов. Для проверки работоспособности ламп в реальных условиях эксплуатации их подвергают специальным испытаниям на специализированном технологическом и испытательном оборудовании, позволяющем имитировать и воспроизводить в стендовых условиях реальные условия эксплуатации. Надежность работы ламп предполагает сохранность и стабильность параметров в условиях таких испытаний.

К механическим факторам относятся вибрационные, ударные, транспортные -нагрузки, к климатическим — воздействия пониженных и повышенных температур в различных условиях влажности, состава и состояния окружающей среды.

Механические воздействия способны в большой степени влиять на параметры и характеристики ламп. Под их влиянием может нарушиться целостность конструкции лампы и ее отдельных составляющих узлов и деталей, могут появиться микротрещины в стекле и спаях, что вызовет нарушение герметичности оболочки, могут изменяться расстояния между элементами конструкции арматуры. К механическим нагрузкам особо чувствительно тело накала: оно может коробиться, провисать в моноспиралях и особенно биспиралях; опасным является возможное замыкание отдельных витков спиральной нити. Крайне нежелательным является смещение тела накала от нормируемого положения. В оптических лампах со строго юстированным телом накала по отношению к посадочным местам цоколя такие явления выводят лампу из строя. Отдельные элементы конструкции лампы в процессе воздействия периодических колебательных нагрузок сами совершают колебания как с вынужденной, так и с собственными частотами. Когда эти частоты совпадают, наступает резонансное состояние, которое, как правило, оказывается гибельным для лампы.

Вибрационные нагрузки предполагают испытания ламп на вибропрочность и вибростойкость. Под вибропрочностью понимают способность ламп сохранять свои параметры после воздействия вибрационных нагрузок, причем лампы можно испытывать как в рабочем, так и в выключенном состоянии. Цель этого вида испытаний— обнаружить более слабые места конструкции и оценить прочность конструктивного исполнения лампы и ее отдельных элементов. Вибростойкость характеризует сохраняемость параметров в процессе воздействия нагрузок, причем также во включенном или выключенном состоянии.

Испытания на вибропрочность и вибростойкость проводят на механических или электрических стендах. Лампы прочно крепят к платформе стенда с помощью специальных колодок и приспособлений, причем особое внимание обращают на равномерное распределение нагрузки на платформе. Всегда желательно размещать испытуемые лампы поближе к центру платформы или на одинаковом расстоянии от него. Этим гарантируется более точная передача на лампы истинных вибрационных нагрузок, создаваемых стендом. Таким испытаниям лампы подвергаются в различном положении.

Испытания на ударопрочность и удароустойчивость проводятся на механических или электродинамических ударных стендах. Ударные нагрузки характеризуются количеством ударов в минуту, ускорением и, что особенно важно, длительностью ударного импульса. Последнему фактору необходимо уделить особое внимание, так как длительность импульса очень сильно влияет на результаты испытаний. Испытания на удар и крепление ламп производят аналогично виброиспытаниям.

Испытания на транспортную тряску заключаются в проверке способности конструкции ламп, выдерживать нагрузки, возникающие при транспортировании ламп, упакованных в нормируемую тару. Такие испытания проводят на вибрационных и ударных стендах по специальной программе, имитирующей условия перевозки различными видами транспорта.

Климатические факторы могут оказывать неблагоприятное воздействие на внешний вид ламп, на прочность крепления цоколей к кварцевым оболочкам, на физические свойства цоколевочной мастики и других деталей ламп. Для оценки степени влияния климатических нагрузок испытывают лампы в специальных климатических камерах, в режимах, по возможности близко имитирующих условия эксплуатации. Практикуются также испытания ламп на термоудар последовательным воздействием на лампы быстро сменяющихся отрицательных и положительных температур. Цель климатических воздействий — определение работоспособности ламп при испытаниях на тепло-, холодо- и влагостойкость в условиях, оговоренных нормативными документами.

Следует отметить испытания ламп на воздействие факторов, имитирующих тропический климат. Для этого лампы изготовляются в специальном тропическом исполнении, при котором предусматриваются более жесткие требования к защитным покрытиям металлических деталей, изоляции, пайке выводов и составу цоколевочной мастики.

2.17 Испытания на продолжительность горения и надежность

Одним из основных свойств любого изделия является его долговечность, т. е. свойство сохранять работоспособность до наступления предельного состояния. Применительно к источникам света это — продолжительность горения лампы. Пользуются также термином «срок службы» (физический срок службы), который является средней продолжительностью горения ламп.

На продолжительность горения испытывают любые типы ламп, они предназначены для проверки сохраняемости параметров в течение определенного времени горения, указанного в стандартах и технических условиях. Как правило, лампы испытываются на стендах, в стационарном режиме питания, при подаче на лампу номинального напряжения с колебаниями не более ±2%. Однако многие типы ламп испытывают не на стендах, а в приборах, в которых они применяются при эксплуатации. При таких испытаниях создаются более тяжелые условия для ламп, связанные с ограниченным объемом прибора и как следствие повышенными температурами, Самым «узким» местом для галогенных ламп являются лопатка и место заштамповки токовых вводов; поэтому в таких условиях необходимо строго следить за соблюдением требуемых режимов эксплуатации. В необходимых случаях нужно предусматривать принудительное охлаждение.

Продолжительность горения характеризуется двумя величинами—средней продолжительностью горения (сроком службы) определенного количества ламп из партии и минимальной продолжительностью горения каждой лампы в отдельности. В нормативных документах указываются обе эти величины. Учитывая, что по правилам приемки допускается определенное количество отказов, для получения необходимой средней продолжительности горения лампы испытывают в течение времени, как правило, превышающего номинальную продолжительность горения на 20—25%. Распределение ламп по долговечности (но продолжительности горения) обычно близко к нормальному закону.

Очень важным параметром ламп является их надежность, т. е. способность выдержать положенную продолжительность горения в реальных условиях эксплуатации при воздействии всего комплекса нагрузок, предусмотренных нормативными документами. Надежность является комплексным параметром ламп и может быть определена в результате длительных испытаний большого количества партий ламп, выпускаемых постоянно в условиях серийного производства. Имеется несколько показателей надежности. Применительно к лампам используют вероятность безотказной работы—вероятность того, что за предусмотренную продолжительность горения не произойдет выхода какого-либо параметра за установленные пределы.

Для ламп с большой продолжительностью горения (1000 ч и более) допустимо проводить испытания на продолжительность горения при повышенном напряжении. При этом исходят из того, что пользуются известным соотношением, согласно которому повышение напряжения на 1 % (против номинального) снижает продолжительность горения на 13—14%. Отметим, однако, что эти значения для галогенных ламп могут рассматриваться лишь как первое приближение и для каждого типа ламп в зависимости от ее конструкции и параметров следует (принято) пользоваться уточненными выражениями. Необходимо иметь в виду, что испытания на продолжительность горения при повышенном напряжении не всегда позволяют получать истинную картину работоспособности ламп.

Испытания на продолжительность горения и надежность относятся к так называемым периодическим испытаниям. Такие испытания трудоемки и длительны и проводятся 1 раз в год, в квартал или в какой-либо иной промежуток времени, указанный в стандартах и технических условиях.

Применительно к источникам света под отказом обычно понимают спад светового потока ниже допустимого предельного значения, нарушение целостности ламп (например, отвал цоколя) и перегорание или разрушение тела накала. Первые два фактора для галогенных ламп не являются критическими, ибо галогенный цикл обеспечивает практически стабильный световой поток на протяжении срока службы ламп. Нарушение же целостности конструкции ламп — явление довольно редкое. Основные причины выхода ламп из строя связаны с целостностью и формоустойчивостью тела накала — наиболее чувствительного элемента конструкции ламп ко всем перегрузкам. Узким местом галогенных ламп является место впая.

Основной задачей изготовителей ламп является строгое соблюдение установленных технологических режимов и конструктивных требований к лампам. Только в таких условиях могут быть гарантированы высокое качество галогенных ламп и полное соответствие их параметров установленным нормам.

3. Расчетная часть

3.1 Расчет галогенной смеси

В отечественных лампах используют бромистый метил и бромистый метилен .

Смесь рассчитывают с использованием уравнения состояния газов, которое при определенных допустимых приближениях пригодно для определения параметров паров галогенных соединений:

, (1)

где Q – общее количество галогенного соединения в единицах pV,

р – давление (парциальное) галогенной смеси, Па;

V – объем лампы, см;

m – общая масса паров, г;

М- молекулярная масса галогенного соединения, моль;

n – количество галогенного соединения, моль;

R – универсальная газовая постоянная, 8,3143\*10 Дж/(кмоль\*К);

Т – абсолютная температура, К.

Количество галогенного соединения рассчитывается по формуле (2):

,

где - давление галогена, - объем лампы.

Молярная концентрация:

 , (3)

Общая масса паров галогенного соединения:

 , (4)

Массовая концентрация в лампе:

 , (5)

Составим пропорцию:

;

 , (6)

где - давление галогена в лампе, - давление инертного газа, - давление галогена в баллоне, - давление смеси.

Количество галогенного соединения, поданного в баллон, рассчитывается по формуле (7):

 , (7)

где - объем смеси.

Масса галогенного соединения, вводимая в баллон:

, (8)

Массовая концентрация галогенного соединения в баллоне равна:

, (9)

Данные, необходимые для расчета галогенной смеси для лампы КГ 220-500 представлены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Расчетные значения рабочего давления газов в лампе.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лампа | Давление газа при 293 К, 105Па | Истинная температура тела накала, К | Температура внешн стенки оболочки, К | Рабочее давление в лампе, 105 Па |
| КГ 220-500 | 3,3 | 3200 | 900 | 10,0 |

Таблица 3.2 – Расчетный состав галогенной смеси

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Лампа | Удельная электрическая нагрузка, Вт/см2 | Kr,% | Xe,% | N2,% | Давление при 293 К, смеси, 105Па | CH2Br2 | CH3Br | Давление галогенного соединения, 102 Па |
| КГ 220-500 | 30 | 80 | - | 20 | 3,3 | - | + | 6,7 |

Произведем расчет галогенной смеси:

,

 ,

 ,

,

,

,

,

,

,

,

,

,

Заключение

В этом курсовом проекте были рассмотрены конструкция и технологический процесс изготовления кварцевой галогенной малогабаритной лампы типа КГ 220-500. Курсовой проект содержит три части: конструкция, технологическая часть и расчетная часть.

В первой части курсового проекта представлено описание устройства лампы, а также рассмотрены принципиальные особенности работы галогенных ламп накаливания с использованием галогенного цикла.

Во второй части поэтапно разбирался технологический процесс изготовления кварцевой галогенной лампы, включающий изготовление стеклянных деталей, изготовления электродов, цоколей и другие, а также были рассмотрены этапы испытания ламп.

В третьей части были произведены расчеты галогенной смеси с использованием уравнения состояния газов. Нужно всегда иметь в виду, что если количество галогенных соединений и состав смеси выбраны правильно для ламп данной конструкции, стенки оболочки остаются практически чистыми в процессе эксплуатации.

В настоящее время лампы накаливания получили широкое распространение. Они используются для осветительных установок жилых зданий, применяются для местного освещения и освещения взрывоопасных помещений.

Появление кварцевых галогенных ламп накаливания явилось большим прогрессом в области тепловых источников света. Они являются высокоинтенсивными источниками излучения (с малыми габаритными размерами), благодаря чему нашли широкое применение во многих областях науки, техники и быта. Имеется много примеров того, как использование кварцевых галогенных ламп накаливания позволило найти принципиально новые технические решения многих интересных задач, которые ранее либо вовсе были невозможны, либо не давали должного эффекта.

В настоящее время начали широко применяться газоразрядные лампы, во многих областях применения лампы накаливания заменяются люминесцентными лампами. Тем не менее, лампы накаливания являются наиболее распространенными в виду того, что они отличаются простотой конструкции, простотой в обращении, непрерывным спектром света, могут работать при любых внешних условиях и не требуют для включения специальных пускорегулирующих аппаратов.

Список использованных источников

1. Абрямян А.А., Восканян С.А. Дозировка брома в лампы накаливания – Светотехника, 1976, №6, С. 23.
2. Вугман С. М., Волков В. И. Галогенные лампы накаливания. - М.: Энергия, 1980. – 136с.
3. Денисов В. П. Производство электрических источников света. – М.: Энергия, 1975. – 488с.
4. Любимов М.Л. Спаи металла со стеклом. – М.: Энергия, 1968. – 280с.
5. Ульмишек Л. Г. Производство электрических ламп накаливания. -М.: Энергия, 1966. – 636с.