

Низкое электрическое напряжение позволяет сделать эти лампы не только электрически безопасными, но и сверхминиатюрными. И вот почему. Электрический ток через обычную галогенную лампу и низковольтную одинаков, так как его величина определяется только диаметром вольфрамовой нити. С другой стороны, закон Ома требует, чтобы в низковольтных лампочках, где электрическое напряжение уменьшено в 20 раз, сопротивление электрическому току было уменьшено тоже в 20 раз по сравнению с обычными галогенными лампами, предназначенными для напряжения в 220 В. Таким образом, длина нити накаливания в низковольтных лампах приблизительно в 20 раз меньше, что и обеспечивает источнику света очень малые размеры (точечный источник света).

Источники света малых размеров широко используются для получения практически параллельных пучков света, для чего источник помещают в фокусе параболического зеркала. Параллельные пучки света применяют для локального освещения объектов и избранных направлений в окружающем пространстве, что, очевидно, позволяет снизить энергетические расходы на освещение. Поэтому низковольтные лампы накаливания, снабженные параболическим зеркалом, чаще всего используют в тех случаях, когда необходима локальная подсветка.

Еще одно преимущество низковольтных ламп – высокая устойчивость к тряске. Это их свойство опять следует из малой длины и массы их нити накаливания. В результате силы инерции, возникающие при ускорениях лампы и являющиеся основной причиной разрыва нити накаливания, приблизительно в 20 раз меньше, чем у ламп, рассчитанных на 220 В. А значит, и устойчивость низковольтных ламп к тряске во столько же раз выше.

Однако низковольтные лампы не лишены и недостатков. Тем, кто не хочет возиться с батарейками и аккумуляторами, необходимо приобрести трансформатор, понижающий напряжение с 220 В до той величины, для которой предназначена низковольтная лампа. Это несколько удорожает и усложняет установку низковольтного освещения.

Газоразрядная лампа: светит, но не греет. Главным недостатком ламп накаливания является то, что большая часть энергии, расходуемой на освещение, тратится на нагрев ламп. Даже в самых экономичных галогенных лампах только 10% затраченной энергии превращается в свет, а остальные 90% – в тепло. Однако имеется и другой способ сделать свет из электричества – электрический разряд.

Электрический дуговой разряд в воздухе впервые описал Василий Владимирович Петров в 1802 году. Ослепительно яркий свет электрической дуги тогда давал надежду, что со временем люди смогут отказаться от свечей, лучины, керосиновой лампы и даже газовых фонарей. Однако в первых дуговых светильниках приходилось постоянно сдвигать поставленные «носами» друг к другу угольные электроды, и поэтому они достаточно быстро выгорали. В 1875 году Павел Николаевич Яблочков предложил надежное и простое решение. Он расположил угольные электроды параллельно, разделив их изолирующим слоем. Изобретение имело колоссальный успех, и «свеча Яблочкова», или «русский свет», нашла широкое распространение в Европе.

Свеча Яблочкова, став первой серийно выпускаемой газоразрядной лампой, обладала двумя преимуществами по сравнению с лампами накаливания Эдисона: во-первых, ее свет был белым, а не желтоватым, как у ламп накаливания, и, во-вторых, она давала большую яркость по сравнению с лампами накаливания той же мощности. Поэтому она, например, в течение многих лет использовалась в качестве лампы кинопроекторов, пока не появились более совершенные источники света – ксеноновые и галогенные лампы. Свечу Яблочкова можно считать «бабушкой» всех современных газоразрядных ламп.

Ну, а «папой» современных ламп дневного света (или люминесцентных ламп) стало изобретение американского физика П.Хьюита, предложившего в 1903 в качестве источника света использовать электрический разряд между электродами в стеклянной лампе, заполненной парами ртути. Позже установили, что большая часть излучения дуговой лампы Хьюита – ультрафиолетовая, т.е. невидимая для глаза человека. Для того чтобы сделать ее видимой, предложили покрывать лампы Хьюита изнутри специальным веществом, люминофором, которое поглощало бы ультрафиолетовое излучение, а взамен излучало видимое. Сначала для этого выбрали бериллий, но он оказался очень токсичным (особенно вредным для легких), а потом остановились на фосфоре. Покрытые изнутри фосфором, лампы Хьюита получили название люминесцентных и стали широко использоваться в освещении с 1938 года. Основными преимуществами люминесцентных ламп, по сравнению с лампами накаливания, стали их гораздо больший световой выход – доля энергии, превращаемой в свет, достигала 40% , и увеличенный в шесть раз рабочий ресурс – продолжительность работы лампы до того, как она выходит из строя. А это значит, что люминесцентные лампы

более долговечны и экономичны по сравнению с лампами накаливания. К сожалению, у люминесцентных ламп, как и у всех газоразрядных, есть и недостатки – они дороже, их невозможно сделать очень маленькими, а в качестве источника электрического напряжения нельзя использовать низковольтные (1,5–12 В) батарейки или аккумуляторы.

Почему лампы дневного света так сложно устроены. Многие невольно отзываются о лампах дневного света, считая, что мигание при включении и гудение при работе делают их использование дома весьма проблематичным. Однако это неверно, так как современные модели люминесцентных ламп лишены этих недостатков. Но сначала разберемся, как работает обычная люминесцентная лампа, имеющая форму длинной цилиндрической трубки. Как видно (рис.5), лампа дневного света, вообще

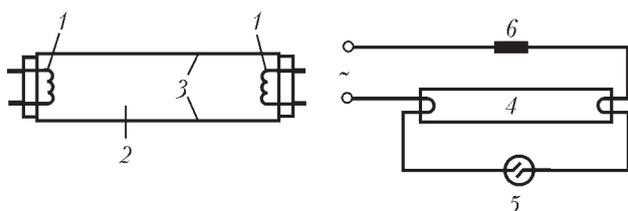


Рис.5. Как устроена люминесцентная лампа (слева) и как она подключается к сети (справа): 1 – вольфрамовые спирали; 2 – смесь паров ртути и аргона, заполняющая лампу; 3 – люминофор (фосфор), покрывающий внутреннюю поверхность лампы; 4 – лампа в схеме подключения; 5 – стартер; 6 – дроссель

говоря, не лампа, а электрический прибор, состоящий из собственно лампы (4), которая светится, когда внутри нее происходит электрический разряд, стартера (5), разогревающего электроды лампы перед возникновением разряда, и дросселя (6), ограничивающего величину электрического тока через лампу.

Чтобы в газоразрядной лампе возник электрический разряд, напряжения сети (220 В) между ее электродами недостаточно, так как газ внутри нее, состоящий из смеси аргона и паров ртути (1%), не является проводником электричества. Условие возникновения разряда является ионизация этого газа, т.е. расщепление части атомов газа на электроны и положительно заряженные ионы. Делается это с помощью стартера, который на короткое время (1–2 с) включает нагрев металлических электродов (вольфрамовых спиралей), находящихся в противоположных частях лампы. Как только электрод нагреется, часть

электронов испарится с его поверхности и под действием электрического поля начнет двигаться к противоположному электроду, время от времени натываясь на атомы газа. Столкновение летящего электрона с нейтральным атомом газа вызывает ионизацию последнего, в результате чего количество свободных электрических зарядов лавинообразно увеличивается, в лампе возникает электрический разряд, а столкновение заряженных частиц с атомами ртути сопровождается ультрафиолетовым свечением. После возникновения электрического разряда подогревать электроды уже не нужно, так как электрический разряд сам поддерживает необходимый уровень ионизации.

Стартеры, хотя и могут являться самыми различными устройствами, представляют собой тумблер (замыкатель), на короткое время замыкающий два контакта. На рисунке 6 показано внутреннее устройство самого распространенного стартера, которым оснащены большинство ламп дневного света. Как видно, стартер – это параллельное соединение неоновой лам-

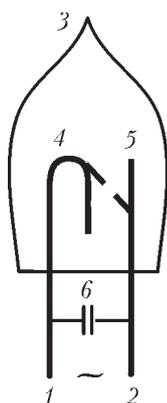


Рис. 6. Схематическое изображение внутреннего устройства стартера люминесцентной лампы: 1, 2 – электрические контакты стартера; 3 – неоновая лампочка; 4 – электрод неоновой лампочки, изогнутый в виде перевернутой буквы U; 5 – другой электрод неоновой лампочки; 6 – электрический конденсатор. Пунктирной линией обозначено положение конца разогретого электрода (4) неоновой лампочки

почки (3) и электрического конденсатора (6). Левый электрод неоновой лампочки (4) изогнут в виде перевернутой буквы «U» и представляет собой биметаллическую пластинку, т.е. спаян из двух металлов с разными коэффициентами теплового расширения. А это значит, что при нагревании этот электрод может разгибаться, принимая форму, близкую к «Г». При включении лампы в электрическую сеть все напряжение (220 В) прикладывается к неоновой лампочке, а так как расстояние между электродами лампочки всего около 1 мм, то даже без предварительного нагрева электродов в ней возникает электрический разряд. Сразу после начала разряда левый электрод (4) неоновой лампочки, разогреваясь, начинает разгибаться и, наконец, касается правого электрода (5). Как только это происходит, неоновая лампочка гаснет, и ток из электрической

сети переключается на нагрев электродов лампы дневного света. Со временем неоновая лампочка, электрический разряд в которой прекратился, начинает остывать, а вместе с ней остывает и биметаллическая пластинка левого электрода. Через 1–2 с неоновая лампочка остывает настолько, что контакт между ее электродами исчезает, и напряжение электрической сети опять прикладывается к люминесцентной лампе. Но сейчас в лампе дневного света электроды уже разогреты, и в ней возникает электрический разряд. Электрический конденсатор (6), замыкающий контакты стартера, уменьшает электромагнитные помехи, возникающие при размыкании и замыкании электродов неоновой лампочки.

Если бы в лампе дневного света не было дросселя (индуктивного сопротивления переменному току), то ток через нее мог бы превысить допустимый предел, и она бы перегорела, поэтому использовать люминесцентные лампы без дросселей нельзя. Старые модели дросселей представляли собой половину электрического трансформатора (катушка провода с металлическим сердечником), и пропускание через них переменного тока частотой 50 Гц вызывало жужжание или гул. Новые модели ламп дневного света оснащены специальными электронными ограничителями тока и поэтому бесшумны.

При включении люминесцентные лампы, как правило, несколько раз мигают. Связано это может быть с:

- низкой температурой окружающей среды, когда одиночного прогрева электродов лампы бывает недостаточно для инициации электрического разряда;
- плохим состоянием электродов лампы, когда их нагрев не приводит к достаточному испарению электронов из них;
- неисправностью стартера, когда, например, электроды неоновой лампочки замыкаются на очень короткое время, недостаточное для разогрева электродов лампы дневного света.

И все-таки, несмотря на кажущуюся сложность работы люминесцентных ламп и их относительную дороговизну, по сравнению с лампами накаливания, им всегда следует отдавать предпочтение, так как лампы дневного света позволяют в 3–4 раза снизить энергозатраты на освещение. Кроме того, как показывает простой расчет, эксплуатация ламп, обладающих в шесть раз большим рабочим ресурсом и гораздо меньшими энергозатратами, быстро окупает расходы на их приобретение.

Компактные люминесцентные лампы – рекомендация специалистов. Человека очень тяжело убедить сменить освещение в своем доме со старого, использующего лампы накаливания, на

новое – с люминесцентными лампами, даже если они не мигают и не гудят при работе. Для этого нужно выбрасывать и покупать новые люстры, бра и настольные лампы – ведь все эти осветительные приборы содержат так называемый патрон, который годится только для ламп накаливания. Казалось бы, модернизация освещения требует очень больших затрат времени и денег. Однако, есть выход.

В начале 1980-х годов были разработаны компактные люминесцентные лампы, обладающие всеми достоинствами ламп дневного света, но устроенные так, что их можно ввинчивать в



Рис.7. Внешний вид нескольких компактных люминесцентных ламп, содержащих электронный пускорегулятор и оканчивающихся таким же винтовым контактом, как и у обычных ламп накаливания

патрон для обычной лампы накаливания (рис.7). Как и многие современные модели ламп дневного света, эти лампы при работе не гудят и не мерцают, так как вместо стартера и дросселя они содержат электронный пускорегулятор, обеспечивающий их бесшумную и стабильную работу. Очевидно, что использование компактных люминесцентных ламп позволяет значительно снизить материальные затраты при переходе на энергосберегающие технологии при освещении нашего дома.

Светодиоды – лампы будущего. Незаметно для многих из нас происходят, можно сказать, революционные события – к власти приходят полупроводниковые осветительные устройства, светодиоды. Раньше светодиоды использовали только в качестве зеленых и красных индикаторных лампочек, дающих

возможность следить за работой различных электронных устройств. Сейчас же они начинают конкурировать с лампами накаливания и люминесцентными лампами. Происходит это потому, что светодиоды гораздо более эффективно преобразуют электрическую энергию в световую.

Схема, иллюстрирующая строение светодиода и его работу, показана на рисунке 8. Так, например, уже сейчас светоотдача (отношение световой энергии к расходуемой электрической) диодов, испускающих красный свет, в 10 раз превышает таковую для ламп накаливания. То что свет, испускаемый диодами, всегда окрашен, не означает, что светодиоды не могут стать источниками белого света. Составляя источник света из нескольких светодиодов, испускающих красный, зеленый и

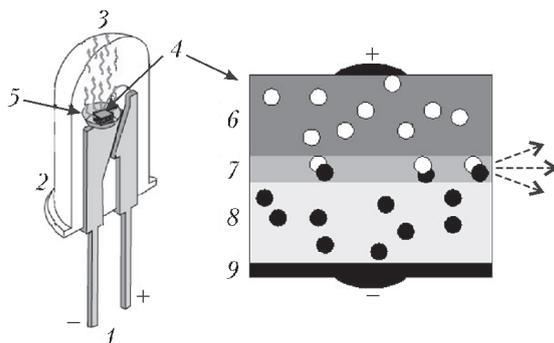


Рис.8. Светодиод в разрезе (слева) и строение полупроводникового чипа, испускающего свет (справа): 1 – металлические контакты для подключения к источнику постоянного тока; 2 – прозрачный кожух светодиода; 3 – свет, испускаемый светодиодом; 4 – полупроводниковый чип, слои которого схематически показаны справа; 5 – параболический зеркальный отражатель, собирающий свет в параллельный пучок; 6 – слой, обладающий «дырочной», или p-проводимостью; 7 – активный слой, химический состав которого определяет параметр испускаемого света; 8 – слой, обладающий «электронной», или n-проводимостью; 9 – электропроводящая подложка чипа. Электроны на схеме справа обозначены черными кружками, а «дырки» – белыми. Электрическое напряжение, приложенное между n- и p-слоями полупроводникового чипа, приводит к движению электронов из n-слоя (8) в активный слой (7). Одновременно туда же под действием приложенного напряжения движутся «дырки» из p-слоя (6). В активном слое «дырки» и электроны встречаются и уничтожают друг с другом, и при этом часть энергии выделяется в виде света (пунктирные стрелки)

синий свет, можно получить любые оттенки белого, как угодно близко приближая его спектр к солнечному.

Светодиоды уже стали вытеснять лампы накаливания из автомобильных осветительных устройств. Так, более половины выпускаемых в Европе автомашин используют красные светодиоды в качестве «высокого» стоп-сигнала, а также указателей поворота и габаритных огней. Увеличивается с каждым годом процент светофоров, работающих на светодиодах, при этом установка каждого нового светодиодного светофора позволяет в 5 раз снизить энергозатраты по сравнению со старыми светофорами, где белый свет, получаемый от ламп накаливания, проходя через фильтры, превращался в красный, желтый и зеленый.

В отличие от хрупких ламп накаливания и люминесцентных ламп, светодиоды очень прочны механически, а срок их эксплуатации может достигать 100000 часов. Правда, есть и недостатки у светодиодных осветительных устройств – они стоят дороже да и светят не так ярко, как хотелось бы. Но оба эти недостатка можно объяснить «молодостью» светодиодных лампочек – ведь Нобелевскую премию по физике одному из их «родителей», российскому физику Жоресу Ивановичу Алферову, дали только в 2000 году. Об интенсивности работ в области светодиодного освещения говорит тот факт, что за последние 10 лет светоотдача диодных лампочек выросла в 10 раз, а это значит, что если научно-исследовательские работы будут продолжаться такими же темпами, то уже через несколько лет их светоотдача превысит даже показатели лучших флуоресцентных ламп.

Ну, а дальше дело за производством и рекламой, и, действуя сообща, они в конце концов убедят нас сделать выбор в пользу светодиодов, которым, как считает Ж.И.Алферов, принадлежит будущее.

ПОЧЕМУ ЛИСТЬЯ КАПУСТЫ И ЛОТОСА ВСЕГДА ЧИСТЫЕ?

Непростые отношения существуют между жидкостью и поверхностью твердого тела или между двумя соприкасающимися твердыми поверхностями. Капли воды, например, «любят» ветровое стекло автомобиля и, скатываясь с него, оставляют на нем длинные мокрые полосы, а вот на поверхности листа лотоса или капусты оставить след каплям не удастся. Не равнодушны друг к другу и твердые материалы, и это определяет как легко их можно спаять, сварить, склеить или покрасить. Оказывается, «взаимные чувства» материалов зависят от смачивания и адгезии – физических явлений, с которыми мы сталкиваемся на каждом шагу.

Все дело в смачивании. Смачивание – явление, возникающее при соприкосновении жидкости с поверхностью твердого тела или другой жидкости и являющееся результатом межмолекулярного взаимодействия в зоне этого контакта. Оно выражается, в частности, в растекании жидкости по твердой поверхности, находящейся в контакте с газом или другой жидкостью, пропитывании пористых тел и порошков, искривлении поверхности жидкости у поверхности твердого тела. Смачивание определяет форму капли на твердой поверхности, а мерой смачивания служит краевой угол θ между поверхностями твердого тела и жидкости в месте контакта (рис.9). Когда $\theta < 90^\circ$, говорят, что жидкость смачивает поверхность, а когда $\theta > 90^\circ$ – не смачивает.

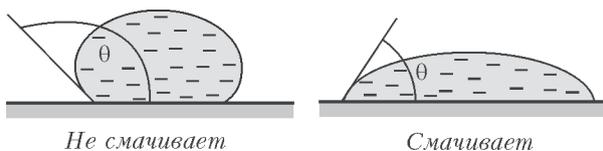


Рис.9. Краевой угол, когда капля жидкости смачивает или не смачивает поверхность твердого тела

Краевой угол зависит от соотношения сил сцепления молекул жидкости с молекулами смачиваемого тела (адгезия) и сил сцепления молекул жидкости между собой (когезия). Если молекулы жидкости притягиваются друг к другу сильнее, чем к молекулам твердого тела, жидкость стремится собраться в ка-

пельку. Если же, наоборот, молекулы жидкости притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам твердого тела, жидкость «прижимается» к поверхности, расплывается по ней. Поверхность, на которой жидкость растекается, называют лиофильной (греч. – любящая растворение) по отношению к данной жидкости. В тех же случаях, когда растекания не происходит, поверхность называют лиофобной (греч. – боящаяся растворения). Измеряя величину угла θ , оценивают лиофильность и лиофобность поверхностей по отношению к различным жидкостям.

Значение смачиваемости во многих технологических процессах, явлениях живой и неживой природы и в быту трудно переоценить. Хорошее смачивание необходимо, например, при стирке, крашении, склеивании, пайке, создании гидроизоляции строительных материалов. На явлении смачивания основана флотация – один из основных методов обогащения минеральных руд. Эффективными регуляторами смачивания являются поверхностно-активные вещества.

Коэффициент поверхностного натяжения определяет смачиваемость. Так как с величиной поверхности жидкости связана потенциальная энергия поверхностного натяжения, то жидкость, стремясь к минимуму потенциальной энергии, всегда старается сделать эту поверхность как можно меньше. Известно, что шар обладает минимальной поверхностью для всех фигур такого же объема. Поэтому если на каплю жидкости не действуют никакие внешние силы, то она принимает форму шара, как это происходит, например, в невесомости. И чем больше коэффициент поверхностного натяжения жидкости, тем активнее она будет стремиться минимизировать свою поверхность при прочих равных условиях.

Потенциальной энергией поверхностного натяжения обладают не только молекулы жидкости, находящиеся на границе «жидкость – газ», но и молекулы твердого тела на границах «тело – жидкость» и «тело – газ». Таким образом, когда капля жидкости попадает на поверхность твердого тела, задачу о минимизации потенциальной энергии приходится решать им втроем: твердому телу (τ), жидкости (ж) и газу (г). Если адгезия жидкости и твердого тела так высока, что для них (капли и поверхности твердого тела) становится энергетически выгодным смачивать поверхность, даже увеличивая потенциальную энергию сил поверхностного натяжения на границе «жидкость – газ», то капля расплющивается вдоль поверхности твердого тела. Это продолжается до тех пор, пока дальнейшее растекание капли становится уже энергетически невыгодным.