

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

М. И. ФУГЕНФИРОВ

**ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩАЯ
АППАРАТУРА
ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ
ЛАМП**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

М. И. ФУГЕНФИРОВ

ПУСКРЕГУЛИРУЮЩАЯ
АППАРАТУРА
ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА

1964

ЛЕНИНГРАД

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большаков Я. М., Васильев А. А., Долгов А. Н., Ежков В. В.,
Каминский Е. А., Мандрыкин С. А., Синьчугов Ф. И.,
Смирнов А. Д., Устинов П. И.

УДК 621.316.717:621.327.534.15

Ф94

В брошюре приводятся получившие наибольшее распространение стартерные и бесстартерные схемы включения люминесцентных ламп и дается конструкция пускорегулирующих аппаратов.

Приводятся необходимые данные по уходу за пускорегулирующей аппаратурой, описаны встречающиеся на практике неисправности аппаратов и способы их устранения.

Брошюра рассчитана на электромонтеров, обслуживающих электроосветительные установки с люминесцентными лампами.

Фугенцов Моисей Исаакович

Пускорегулирующая аппаратура для люминесцентных ламп.

М.—Л., издательство „Энергия“, 1964. 72 с. с черт. (Б-ка электромонтера. Вып. 148)

Тематический план 1964 г., № 210

Редактор В. С. Литвинов-Луниц

Техн. редактор Т. Н. Царева

Сдано в набор 9/IX 1964 г.

Подписано к печати 27/X 1964 г.

Т-14881 Бумага 84×108¹/₃₂

Печ. л. 3,69

Уч.-изд. л. 3,43

Тираж 15 000 экз.

Цена 12 коп.

Зак. 1530

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Государственного комитета Совета Министров СССР по печати.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Программа Коммунистической партии Советского Союза, определяя задачи построения коммунистического общества в СССР, указывает, в частности, что необходимо «...поднять производительность труда в промышленности в течение 10 лет более чем в два раза, а за 20 лет — в четыре, четыре с половиной раза»... и далее... «Всемерное оздоровление и облегчение условий труда — одна из важных задач подъема народного благосостояния». Широкое и все возрастающее применение в промышленности, на транспорте, в быту, в административных и общественных зданиях экономичного люминесцентного освещения — один из способов решения поставленных задач.

В последние годы количество осветительных установок, где в качестве источников света используются люминесцентные лампы, увеличивается. При этом в цехах промышленных предприятий нередко устанавливается несколько тысяч люминесцентных ламп.

Люминесцентная лампа может быть включена в электрическую сеть только с помощью пускорегулирующего аппарата, который должен быть правильно выбран. Имеющиеся случаи неудовлетворительной работы ламп главным образом объясняются неправильным выбором пускорегулирующего аппарата, а также несоблюдением правил эксплуатации и неполадками в работе аппаратов включения.

В различных схемах включения одна и та же лампа может иметь разный срок службы. Наименьший срок службы имеют лампы в стартерной схеме. На срок службы ламп влияет также режим включения, так как каж-

дое включение лампы вызывает некоторое уменьшение ее срока службы. Пускорегулирующий аппарат должен обеспечить зажигание ламп только с достаточно прогретыми предварительно электродами. При холодных зажиганиях наблюдается резкое снижение срока службы ламп.

При выборе типа ПРА следует также учитывать факторы, оказывающие влияние на качество осветительных установок, такие как величина пульсации светового потока при работе ламп на переменном токе, уровень радиопомех, создаваемых комплектом лампы — ПРА и коэффициент мощности ПРА.

В настоящее время получили наибольшее распространение стартерные схемы включения. Однако из-за низкой надежности стартеров все больше начинают внедряться более надежные бесстартерные схемы включения.

1. ВКЛЮЧЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП В СЕТЬ

Люминесцентные лампы относятся к группе газоразрядных источников света. Принцип работы и их устройство рассмотрены в ряде пособий [Л. 1 и 2], мы уделим лишь внимание особенностям включения этих ламп в сеть.

Совокупность всех элементов схемы включения лампы, обеспечивающих зажигание и нормальную ее работу, конструктивно оформленная в виде единого аппарата либо нескольких отдельных блоков, называют *пускорегулирующим аппаратом* (ПРА).

При изменении параметров ПРА меняется электрический режим лампы, а вместе с ним и основные ее характеристики. Поэтому нельзя рассматривать лампу изолированно от ПРА, они составляют единый комплекс. Первой задачей ПРА должно быть обеспечение зажигания в лампе дугового разряда.

Второй задачей ПРА является поддержание стабильности этого разряда, т. е. обеспечение устойчивой нормальной работы лампы, для чего последовательно с ней включается балласт.

При включении активного сопротивления (реостат, лампа накаливания) ток в цепи, напряжение сети и напряжение на лампе совпадают по фазе. Возникают паузы тока, вызывающие увеличение напряжения повторного перезажигания разряда в лампе, что неблагоприятно сказывается на сроке службы лампы. С этой точки зрения применение активного балласта неэкономично. Необходимо также отметить, что активный балласт при длительной работе лампы потребляет значительную активную мощность.

При индуктивном балласте, выполненном, например, в виде дросселя, благодаря сдвигу по фазе между напряжением сети и напряжением на лампе почти на $60-80^\circ$ в момент прохождения тока лампы через нуль напряжение сети будет иметь значение, близкое к максимальному. К лампе будет приложено достаточно большое напряжение, поэтому сразу же после погасания разряда в предыдущий полупериод произойдет настолько быстрое перезажигание лампы, что практически паузы тока отсутствуют. Активные потери мощности в дросселе значительно меньше, чем в случае чисто активного балласта. Индуктивный балласт создает хорошие условия процесса перезажигания разряда в лампе и ее длительного горения.

В качестве балластного сопротивления может быть использована емкость (конденсатор). Так же как и при индуктивном балласте, благодаря сдвигу по фазе между напряжениями сети и на лампе происходит почти мгновенное перезажигание разряда. Однако в конце каждого полупериода конденсатор оказывается заряженным. При перезажигании разряда конденсатор разряжается через лампу и ток может достигнуть значительной величины. Это приводит к появлению толчков тока при перезажигании разряда и большим паузам. Кривые тока через лампу и напряжения на ней сильно искажаются, что ведет к ухудшению работы лампы. Следовательно, в чистом виде использование конденсатора как балласта не может быть рекомендовано.

На практике применяют различные сочетания балластов, а также чисто активные и индуктивные балласты.

2. СТАРТЕРНЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Одноламповые схемы включения

На рис. 1 приведена схема включения люминесцентной лампы с ручной пусковой кнопкой. При нажатии кнопки K в цепи начнет проходить ток предварительного подогрева катодов. Величина тока определяется сопротивлением катодов лампы и дросселя. Главным образом величина тока определяется сопротивлением дросселя. Дроссель рассчитывается так, чтобы ток предваритель-

ного подогрева в 1,5—2,1 раза превышал рабочий ток горячей лампы. Продолжительность замыкания кнопки составляет 1—2 сек.

В момент размыкания кнопки K ток в цепи прекращается. Дроссель обладает большой индуктивностью, поэтому резкое уменьшение тока в нем вызывает соответствующее резкое изменение связанного с ним магнитного потока, что приводит к появлению в дросселе значительной по величине э. д. с. Если э. д. с., приложенная к лампе вместе с напряжением сети, будет достаточной по величине, то в лампе возникнет разряд.

Применение ручной пусковой кнопки возможно только для включения отдельных ламп, например, настольных и других подобных переносных светильников.

На практике применяют автоматические устройства, называемыми стартерами или пускателями.

Стартеры тлеющего разряда получили наибольшее распространение (рис. 2). Стартер представляет собой

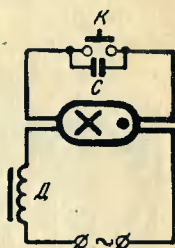


Рис. 1. Схема включения люминесцентной лампы с ручной кнопкой.

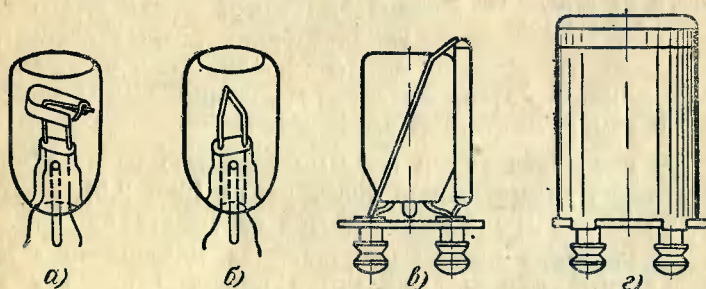


Рис. 2. Стартеры тлеющего разряда.

$a, б$ — вид пускателя с одним и двумя биметаллическими электродами, без кожуха и конденсатора; $в$ — пускатель и конденсатор 0,06—0,08 мкф для подавления радиопомех; $г$ — внешний вид пускателя.

небольшую газоразрядную лампу тлеющего разряда в стеклянной колбе, наполненной инертным газом, чаще всего неоном. Стеклянная колба помещается в пластмассовый или металлический корпус цилиндрической

формы. Стартер имеет два электрода. В ранее выпускаемых конструкциях один электрод — неподвижный, второй изготавливается из биметалла и выполняет роль подвижного контакта выключателя.

Так же как и при пуске с пусковой кнопкой, возможность зажигания лампы зависит от длительности нагрева катодов и момента разрыва контактов стартера. Поэтому, если при первой попытке стартер не зажжет лампы, он сразу же автоматически повторяет процесс зажигания.

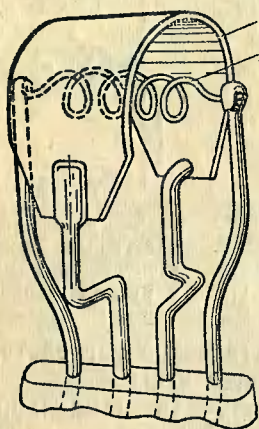


Рис. 3. Вакуумный тепловой стартер.

У люминесцентной лампы по мере ее старения наблюдается увеличение ее рабочего напряжения. В результате этого возможно, что при горящей лампе стартер начнет срабатывать и лампа начнет мигать. Помимо неприятного ощущения мигание может привести к перегрузке балластного сопротивления и даже выходу лампы из строя. Подобные же явления могут иметь место при использовании старых стартеров в сети с пониженным уровнем на-

пряжения. В случае появления миганий лампы необходимо заменить стартер на новый.

В последнее время промышленностью начат выпуск стартеров симметричной конструкции (рис. 2,б), у которых оба электрода выполняются из биметалла.

В условиях низких окружающих температур люминесцентные лампы зажигаются плохо, и поэтому для обеспечения более надежного зажигания ламп необходимо увеличить длительность предварительного нагрева электродов. Стартеры тлеющего разряда не гарантируют достаточного нагрева электродов в этих условиях и, следовательно, не обеспечивают надежного зажигания ламп. В этом случае необходимо применять тепловые стартеры.

Тепловой стартер (рис. 3) устроен следующим образом. В стеклянной колбе размещаются два электрода.

Один электрод — неподвижный — из латуни, а второй — подвижной — из биметалла (1).

Вблизи биметаллического электрода размещается накаливая спираль 2, которая при прохождении по ней электрического тока нагревается и излучаемым теплом нагревает биметаллический электрод. В нерабочем состоянии, когда в накаливающей спирали нет тока, электроды стартера замкнуты. При нагреве биметаллического электрода, этот электрод изгибается и контакты стартера размыкаются.

В момент разрыва контактов в дросселе возникает импульс напряжения, который зажигает лампу. Схема включения такого стартера в цепь лампы показана на рис. 4.

К преимуществам этих типов стартеров следует отнести возможность обеспечить хороший предварительный нагрев катодов ламп, что позволяет использовать их в условиях низких окружающих температур.

Недостатком стартеров является то, что при необходимости повторного зажигания на это потребуется некоторое время, определяемое временем остывания биметаллического электрода.

Схемы с трансформацией питающего напряжения. Во всех рассмотренных случаях номинальное напряжение питающей сети примерно в 2 раза больше рабочего напряжения на горячей люминесцентной лампе. На практике бывает необходимо включить лампу в сеть с напряжением, в несколько раз превышающим рабочее напряжение лампы, или меньше его. Например, необходимо включить лампы мощностью 15 или 20 *вт*, рассчитанные на 127 *в*, в сеть 220 *в* либо лампы мощностью 30 или 40 *вт*, рассчитанные на 220 *в*, в сеть 127 *в*. В этих случаях необходимо трансформировать питающее напряжение сети. Для этого используются трансформаторы (рис. 5,а), либо автотрансформаторы (рис. 5,б). При небольших коэффициентах трансформации порядка до 3 экономически выгодно применять автотрансформаторы, а при больших — трансформаторы.

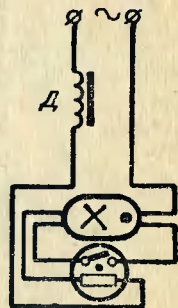


Рис. 4. Схема включения лампы с тепловым стартером.

В некоторых случаях выгодно объединить вторичную обмотку трансформатора (рис. 5,а) или автотрансформатора (рис. 5,б) с дросселем (рис. 5,в). Это создает преимущество в смысле уменьшения веса, размеров и общих потерь мощности пускорегулирующего аппарата. Возможность совмещения дросселя со вторичной обмот-

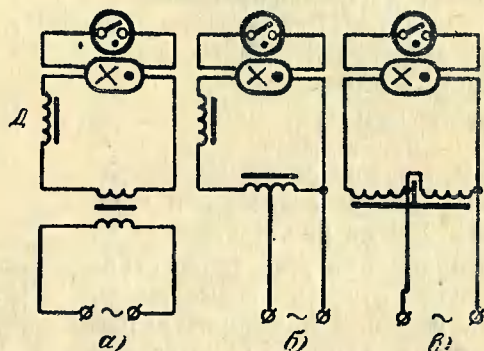


Рис. 5. Схемы включения лампы с трансформацией питающего напряжения.

кой трансформатора (или автотрансформатора) может быть обеспечена лишь тогда, когда удастся получить уменьшение напряжения во вторичной обмотке с увеличением ее нагрузки. Такая зависимость получается, если между первичными и вторичными обмотками искусственным путем будет уменьшена магнитная связь, т. е. такой трансформатор должен иметь специальный магнитный шунт (обходной путь), через который будет замыкаться та или иная часть магнитного потока, созданного в первичной обмотке, минуя вторичную обмотку. Трансформаторы или автотрансформаторы, имеющие подобную конструкцию, называются соответственно трансформаторами или автотрансформаторами с большим рассеянием.

Схема с компенсацией коэффициента мощности. Схема включения люминесцентной лампы с балластным дросселем и трансформатором с большим рассеянием имеет низкий коэффициент мощности (0,5—0,6). Для одноламповых ПРА по нормам требуется иметь коэффициент мощности не ниже 0,85. Поэтому приходится

в ранее рассмотренные схемы ввести дополнительный элемент — компенсирующий конденсатор. Схемы, в которых предусматривается повышение коэффициента мощности, называют компенсированными. Также компенсированными называют ПРА, выполненные по этим схемам.

Компенсирующая емкость может быть включена либо параллельно, либо последовательно с лампой. При параллельном включении (отстающий балласт) емкость конденсатора составляет 3—5 мкф. При последовательном включении (опережающий балласт) сопротивление конденсатора берется в 2 раза бóльшим, чем сопротивление дросселя. В последнем случае, из-за недостаточной величины тока предварительного подогрева электродов, необходимо на время зажигания лампы включать в цепь стартера компенсирующую катушку.

Двухламповые схемы включения

С точки зрения уменьшения пульсации светового потока нежелательно применение для освещения одиночных ламп, так как при этом не удастся уменьшить стробоскопический эффект, создаваемый одной люминесцентной лампой.

Применение однофазных двухламповых схем включения дает возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока ламп и тем самым в некоторой степени устранить вредное влияние этого явления. Это достигается за счет того, что пульсации светового потока каждой лампы происходят не одновременно, а с некоторым сдвигом по времени.

Возможен и другой прием уменьшения стробоскопического эффекта: включать люминесцентные лампы на разные фазы трехфазной сети. Суммарный световой поток ламп становится почти постоянным.

На рис. 6 показана двухламповая схема включения, часто называемая схемой с «расщепленной фазой». Эта схема является комбинацией одноламповых схем: отстающей и опережающей. Выбирая коэффициент мощ-

ности для каждой ветви равным 0,5, мы получим, что в индуктивной ветви ток будет отставать от напряжения примерно на угол 60° , а в емкостной — опережать на угол 60° . Следовательно, коэффициент мощности всей

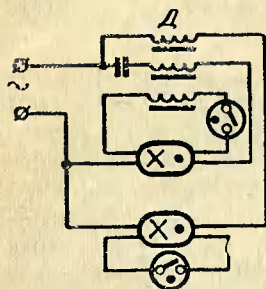


Рис. 6. Двухламповая схема с расщепленной фазой.

схемы будет близким к единице. В связи с этим двухламповую схему следует отнести к группе компенсированных схем. В этом состоит второе преимущество двухламповой схемы по сравнению с одноламповой, где для повышения коэффициента мощности приходилось дополнительно включать емкости.

Применение двухламповых ПРА дает также выигрыш в размерах устройства и в расходе других конструкционных материалов.

Отечественная промышленность выпускает по двухламповой схеме большую группу ПРА различной конструкции.

Лампа накаливания в качестве балласта люминесцентных ламп

Лампа накаливания является одной из разновидностей активного сопротивления, поэтому она может быть применена в качестве балласта люминесцентной лампы (рис. 7).

Световая отдача комплекта с лампой накаливания несколько выше, чем в схеме с простым активным сопротивлением. Полезным оказалось использование ламп накаливания в качестве балласта в облучательных сельскохозяйственных установках, где облучение рассады овощей комбинированным светом дает ускорение роста растений. Общий вес ПРА и светильника уменьшается; практически совершенно исключается шум при работе ПРА, характерный для ПРА с дросселем.

Так как лампа почти не обладает индуктивным сопротивлением, то в момент разрыва контактов стартера не создается необходимый импульс напряжения для зажигания. Для снижения напряжения зажигания должны

быть применены лампы с проводящей полосой или проводящим покрытием.

В период предварительного подогрева электродов через лампу накаливания проходит ток, превышающий номинальный. Для его ограничения служит активное сопротивление R . В схеме с лампой накаливания целесообразнее применять тепловые стартеры.

Схемы с балластными лампами накаливания хорошо применять в тех установках, в которых производятся редкие отключения и включения освещения. К таким установкам, например, можно отнести парники с искусственным светом. Практическое применение схем с балластными лампами накаливания пока весьма ограничено.

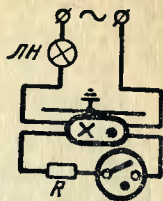


Рис. 7. Схема включения люминесцентной лампы с балластом в виде лампы накаливания.

3. БЕССТАРТЕРНЫЕ СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Схемы включения люминесцентных ламп с предварительным подогревом катодов

По способу зажигания ламп схемы бесстартерного зажигания можно разделить на две категории: схемы с предварительным подогревом катодов (быстрое зажигание) и схемы холодного (мгновенного) зажигания.

В свою очередь схемы с предварительным подогревом катодов можно разбить на две основные группы: с последовательным соединением катодов ламп и с накаливаемыми трансформаторами.

В бесстартерных схемах включения должны применяться люминесцентные лампы, снабженные устройствами, облегчающими их зажигание. Однако в некоторых случаях используются стандартные лампы. При этом рекомендуется принять меры, обеспечивающие уменьшение напряжения зажигания ламп. На величину напряжения зажигания лампы оказывают влияние расположенные вблизи металлические проводники. Чем ближе и чем больше площадь проводника, тем сильнее снижается напряжение зажигания лампы. Роль такого про-

водника может играть металлический корпус светильника, который обычно заземляется.

Опытным путем установлено, что приближение лампы к внутренней поверхности металлического заземленного отражателя светильника на расстояние 5 мм по своему действию примерно равноценно размещению на лампе проводящей полосы.

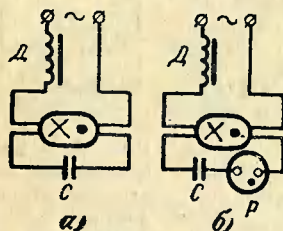


Рис. 8. Простейшие бесстартерные резонансные схемы.

Рассмотрим схемы с последовательным соединением катодов лампы.

Резонансные схемы с последовательным соединением катодов лампы (рис. 8). Простейшая резонансная схема (рис. 8,а) состоит из дросселя, включенного последовательно с катодами лампы, и конденсатора, шунтирующего лампу.

Индуктивность дросселя и конденсатор, подобранные соответствующим образом, образуют так называемый резонансный контур, в котором возникают резонансные явления. Благодаря резонансному режиму напряжение на конденсаторе становится достаточно большим, что и обеспечивает зажигание лампы. После зажигания конденсатор, включенный параллельно лампе, шунтируется разрядом в ней. Резонансный режим нарушается, и на лампе устанавливается рабочее напряжение.

На рис. 8,б показан улучшенный вариант простейшей резонансной схемы. Последовательно с конденсатором включен ионный разрядник, представляющий собой газоразрядный прибор, пропускающий ток лишь тогда, когда напряжение между его электродами достигает определенного значения. Это напряжение называют потенциалом зажигания разрядника. Если выбрать разрядник с потенциалом зажигания, равным минимальному допустимому напряжению в питающей сети, то независимо от того, в какой момент времени произошло включение схемы, пробой разрядника, т. е. замыкание цепи конденсатора, будет иметь место только при напряжении сети, близком к его амплитудному значению. Напряжение на конденсаторе в момент включения будет примерно равно удвоенному напряжению сети. С зажиганием разряда в лампе напряжение на

ней уменьшается и разрядник гаснет, отключая конденсатор. Теперь уже при работе лампы она не шунтируется конденсатором, поэтому исключается вредное влияние емкости на форму кривой тока.

Хотя схема с разрядником в цепи конденсатора несколько лучше, чем простая резонансная схема, она не исключает возможности появления холодных зажиганий ламп, а также перегрузки катодов повышенным пуско-

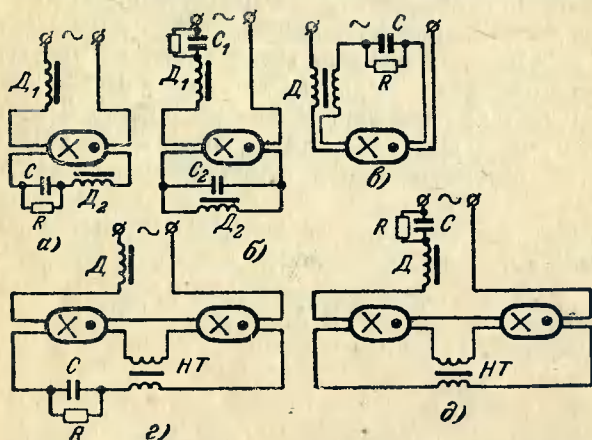


Рис. 9. Резонансные схемы с последовательным соединением катодов.

вым током. Эта схема может быть рекомендована к применению в тех случаях, когда не требуется частых отключений и включений ламп.

На рис. 9 показано дальнейшее развитие простейшей резонансной схемы. На рис. 9,а дроссели D_1 и D_2 и конденсатор C образуют резонансный контур. Напряжение на конденсаторе C и дросселе D_2 повышается и достигает 1,5—2-кратного напряжения сети.

В схеме на рис. 9,б конденсатор C и дроссель D_1 составляют индуктивно-емкостный балласт. За счет резонансных явлений напряжение на дросселе D_2 повышается, и в цепи лампы проходит увеличенный против номинального ток предварительного подогрева катодов. Повышенное напряжение на дросселе D_2 зажигает лампу, а разряд в лампе шунтирует дроссель D_2 и тем самым

выводит схему из резонансного состояния. Далее процесс развивается так же, как уже было описано выше. Обратим внимание на некоторые особенности работы схемы. Включение параллельно лампе дросселя D_2 предъявляет к нему ряд требований. Сопротивление дросселя D_2 должно быть высоким для того, чтобы уменьшить величину тока, проходящего через него при горящей лампе.

Включение дросселя D_2 параллельно лампе улучшает условия перезажигания разряда, которые имеют место каждые полпериода. Индуктивность дросселя D_2 дает возможность сдвинуть по фазе напряжение на лампе и напряжение сети. Поэтому разряд в лампе не тухнет, отсутствуют паузы тока. Недостаток этой схемы состоит в вероятности получения холодных зажиганий ламп.

На рис. 9,б показана резонансная схема, в которой применен один двухобмоточный дроссель. Это дает экономии активных материалов, уменьшает размеры и упрощает конструкцию ПРА.

Недостатком схемы является сложность подбора параметров отдельных элементов, обеспечивающих исключение холодных зажиганий ламп и получение необходимого тока предварительного подогрева катодов.

Используя свойства резонансных схем, можно получить устройства для зажигания двух последовательно включенных ламп. Для этого в схемах на рис. 9,а и б к дросселям D_2 добавляется дополнительная обмотка, которая соединяется последовательно с двумя промежуточными катодами ламп. В этом случае дроссели D_2 превращаются в накальные трансформаторы, обеспечивающие предварительный подогрев промежуточных катодов (рис. 9,г и д). Работа этих схем аналогична рассмотренным.

Схема с накальным трансформатором. Эта группа бесстартерных схем в настоящее время получила наибольшее распространение в практике люминесцентного освещения из-за ряда их преимуществ по сравнению со схемами с последовательным соединением катодов.

Простейшими являются схемы, приведенные на рис. 10.

В качестве балластного сопротивления используется дроссель. Предварительный подогрев катодов осуществ-

вляется с помощью накального трансформатора с двумя вторичными накальными обмотками HT (рис. 10,а) или накальным автотрансформатором AT (рис. 10,б). Люминесцентная лампа должна иметь проводящую полосу или проводящее покрытие. К первичной обмотке накального трансформатора или автотрансформатора в пусковой период подается номинальное напряжение сети. Напряжение накала вторичных обмоток выбирается из условия обеспечения быстрого подогрева катодов и зависит от типа лампы.

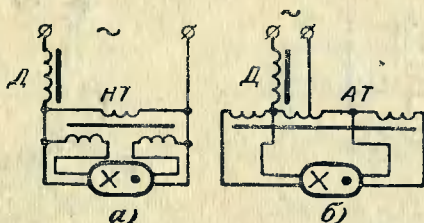


Рис. 10. Схемы включения с накальным трансформатором или автотрансформатором.

При включении схемы в сеть в первый момент лампа не может зажечься, так как ее напряжение зажигания при холодных катодах выше напряжения, приложенного к ней. По мере повышения температуры катодов напряжение зажигания лампы снижается. В момент, когда напряжение зажигания станет равным напряжению, приложенному к лампе, лампа зажжется.

В бесстартерной схеме отсутствует характерное для стартерных схем «мигание» ламп, так как зажигание должно произойти с первого включения. С эксплуатационной точки зрения бесстартерная схема проще и надежнее.

На рис. 10,а и б в качестве балласта показан дроссель. В ряде случаев может быть применен индуктивно-емкостный балласт либо лампа накаливания.

Один накальный трансформатор может быть применен для обеспечения предварительного нагрева катодов нескольких ламп. В этом случае трансформатор должен иметь соответствующее количество вторичных накальных обмоток. Каждая лампа при таком групповом

питании снабжается самостоятельным балластным сопротивлением в виде дросселя или лампы накаливания. На рис. 11 показан вариант такой схемы для двух ламп. Применение одного накального трансформатора вместо двух создает видимую рациональность и экономичность. Однако эта схема имеет низкую надежность при зажигании и в рабочем режиме ламп.

Для уменьшения потерь мощности в бесстартерном ПРА может быть применена схема с тепловым стартером

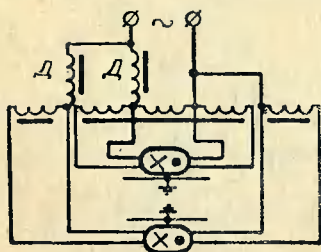


Рис. 11. Схема включения с накальным трансформатором, имеющим несколько накальных обмоток.

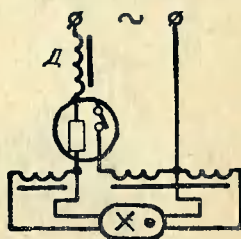


Рис. 12. Бесстартерная схема с отключением цепи подкала лампы в рабочем режиме с помощью теплового стартера.

ром (рис. 12). В пусковой период схема работает как бесстартерная схема. Так как в цепи в этот период проходит ток, меньший рабочего, то контакты стартера замкнуты. После зажигания лампы нагреватель размыкает контакты стартера. При горении лампы контакты стартера остаются разомкнутыми и схема будет работать как стартерная. Недостаток схемы определяется общим недостатком тепловых стартеров.

На рис. 13 показан один из вариантов уже рассмотренной схемы применительно к двум последовательно включенным лампам. Накальный трансформатор имеет третью накальную обмотку, которая обеспечивает предварительный подогрев двух промежуточных катодов, соединенных с ней последовательно. Эта схема может быть использована для включения двух коротких ламп мощностью 15 или 20 вт в сеть 220 в.

Для переносных светильников с люминесцентными лампами, где одними из основных требований, предъявляемых к ПРА, являются его малые размеры и вес,

выгодно применять бесстартерную схему с автотрансформатором АТ или трансформатором с большим рассеянием (рис. 14).

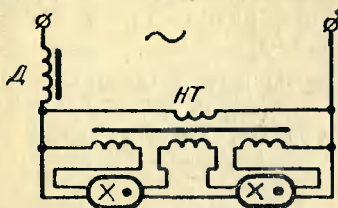


Рис. 13. Схема последовательного включения двух ламп с начальным трансформатором.

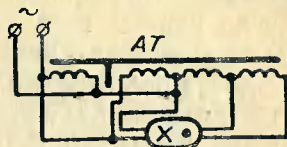


Рис. 14. Схема включения лампы с трансформатором с большим рассеянием.

Схемы с повышающим трансформатором или автотрансформатором применяются тогда, когда напряжение сети недостаточно для зажигания лампы (рис. 15). Дроссель совмещен с автотрансформатором, служащим для повышения напряжения сети. В период пуска часть обмотки А играет роль первичной обмотки автотрансформатора, а вся обмотка целиком — вторичной обмотки. В рабочем режиме часть обмотки Б выполняет функции дросселя.

В остальной части схема ничем не отличается от уже известных нам схем.

В светильниках наружного освещения нашли применение комбинированные схемы с использованием трансформатора или автотрансформатора с большим рассеянием и резонансного контура. На рис. 16,а показана одноламповая схема, а на рис. 16,б — двухламповая. Резонансный контур состоит из части Б вторичной обмотки и конденсатора С, включенного между отводом от вторичной обмотки и одним сетевым проводом. Первичная обмотка отделена от вторичной магнитным шунтом.

По этим схемам промышленностью выпускались и находятся в эксплуатации ПРА для включения одной

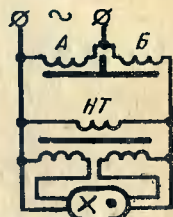


Рис. 15. Схема включения лампы с накальным трансформатором и повышением питающего напряжения с помощью автотрансформатора.

(БЛ-80/1) и двух (БЛ-80/2) ламп мощностью 80 вт. Эти аппараты экономичны, но имеют ограниченное применение из-за возможных холодных зажиганий ламп. Недостатком этих аппаратов являются также тяжелые условия работы конденсаторов, находящихся в период пуска под высоким напряжением.

Многие бесстартерные схемы имеют общий недостаток: вероятность появления холодных зажиганий ламп. Имеется несколько путей для устранения этого недостатка.

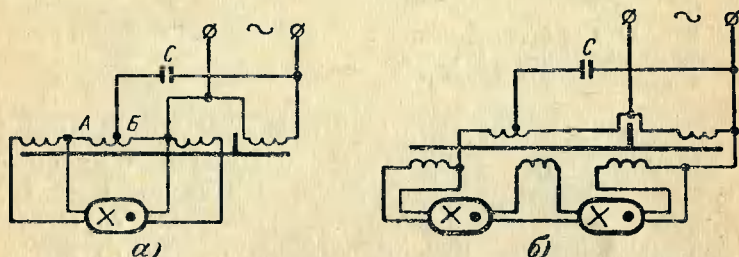


Рис. 16. Комбинированные схемы с использованием трансформатора или автотрансформатора с большим рассеянием.

Схема с изменением потенциала на зажигающей полосе в зависимости от температуры катодов. Если при выбранном значении тока накала катодов (или напряжении накала) изменять потенциал на проводящей полосе, то можно установить, что напряжение зажигания лампы имеет максимальное значение при потенциале на полосе, равном половине напряжения между катодами. При изменении потенциала полосы в обе стороны от среднего значения на 40—60 в напряжение зажигания лампы значительно снижается. Так, например, для люминесцентной лампы мощностью 40 вт, снабженной проводящей полосой, присоединенной к одному из катодов лампы, напряжение зажигания будет 190 в. При подаче на лампу 200—210 в лампа будет зажигаться при недостаточно нагретых электродах. Если же на проводящую полосу подать потенциал, равный половине напряжения между катодами, т. е. 100—105 в, то напряжение зажигания лампы увеличится до 230 в. В этом

случае лампа не будет зажигаться до тех пор, пока потенциал на зажигающей полосе не изменится примерно на 20 в.

На рис. 17 показана схема, работающая на изложенном принципе.

Схема с регулированием момента подачи зажигающего напряжения на лампу в зависимости от температуры ее катодов (рис. 18).

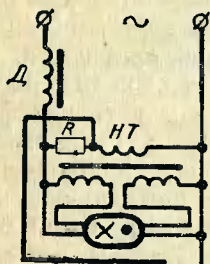


Рис. 17. Схема с подачей управляющего потенциала на проводящую полосу для задержки зажигания лампы до необходимого прогрева катодов.

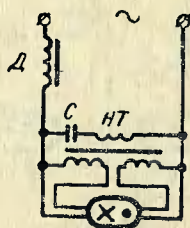


Рис. 18. Схема с регулированием момента подачи зажигающего напряжения на лампу в зависимости от температуры ее катодов.

Последовательно с первичной обмоткой накального трансформатора включается конденсатор С. Первичная и вторичные обмотки накального трансформатора включены встречно.

Конденсатор, дроссель и первичная обмотка накального трансформатора образуют резонансный контур, а элементы контура подобраны так, что резонансные явления в нем возникают при 150 гц, т. е. только тогда, когда через контур проходит третья гармоника тока. В результате этого на дросселе появляется повышенное напряжение, которое, складываясь с напряжением сети, создает необходимое зажигающее напряжение на лампе. Таким образом, удастся на лампе получить зажигающее напряжение 400—500 в, которое обеспечивает надежное зажигание стандартных ламп, т. е. ламп, не имеющих проводящей полосы.

Схемы включения люминесцентных ламп мгновенного зажигания

Основным способом бесстартерного зажигания является предварительный подогрев катодов. Однако иногда применяется бесстартерное зажигание без предварительного подогрева катодов, так называемое холодное или мгновенное зажигание.

Наибольшее распространение эти схемы получили в условиях взрывоопасных помещений, где основное требование — обеспечение искробезопасности.

На рис. 19,а показана схема с автотрансформатором с большим рассеянием. Необходимое высокое зажигающее напряжение получается за счет соответствующего выбора коэффициента трансформации автотрансформатора.

К лампе прикладывается 400—500 в (при напряжении сети 127 в), и она практически мгновенно зажигается. После

зажигания лампы часть обмотки Б играет роль балластного дросселя. Напряжение на лампе снижается и становится равным ее рабочему напряжению.

Недостатком схемы является громоздкость автотрансформатора, определяемая необходимостью иметь большой коэффициент трансформации и прохождением всего рабочего тока лампы по его вторичной обмотке. Кроме того, потери мощности в автотрансформаторе довольно высоки и могут составить 30—40% мощности лампы.

На рис. 19,б показана обычная резонансная схема зажигания. Благодаря резонансному режиму на конденсаторе создается высокое зажигающее напряжение. Конденсатор одновременно служит для улучшения коэффициента мощности схемы. Эта схема может быть использована для ламп, имеющих проводящую полосу.

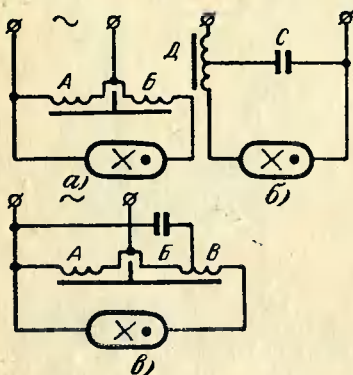


Рис. 19. Схемы мгновенного зажигания ламп.

На рис. 19,в показана комбинированная схема, сочетающая элементы резонансной схемы и автотрансформатора с большим рассеянием. Используя резонансные явления в контуре, образованном конденсатором C и частью обмотки B , можно коэффициент трансформации автотрансформатора взять меньшим, чем в схеме рис. 19,а. Части обмотки B и B выполняют роль балласта. Секция B вторичной обмотки при горении лампы оказывается соединенной последовательно с конденсатором C и своей индуктивностью компенсирует вредное влияние параллельно включенной лампы емкости.

Описанная схема нашла широкое применение в рудничных светильниках типа РВЛА-15 и РВЛ-80 с люминесцентными лампами мощностью 15 и 80 *вт*.

4. КОНСТРУКЦИИ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИХ АППАРАТОВ ДЛЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

Классификация и технические требования, предъявляемые к конструкции аппаратов

Различают следующие типы стартерных балластных устройств (УБ).

Устройство балластное индуктивное, обозначается УБИ. Это обычно дроссель с низким коэффициентом мощности, потребляет из сети ток, отстающий по фазе от напряжения.

Устройство балластное компенсированное, обозначается УБК. К этому типу балластных устройств относятся одноламповые, двух- и трехламповые аппараты, состоящие из дросселей и конденсаторов, параметры которых или их схема включения подобраны таким образом, чтобы общий коэффициент мощности аппарата был близок к единице.

Устройство балластное емкостное, обозначается УБЕ. Емкостное сопротивление в нем превышает индуктивное, балласт имеет низкий коэффициент мощности и потребляет из сети ток, опережающий по фазе напряжение.

По конструктивному исполнению балластные устройства можно разделить на две группы.

Независимые балласты (закрытые) обозначаются буквой Н. Устанавливаются вне осветительной арма-

туры и без дополнительного кожуха. Могут состоять из одного или нескольких отдельных элементов, помещенных в защитные корпуса.

Встроенные балласты (открытые), обозначаются буквой В. Предназначены только для размещения внутри осветительной арматуры или в специальных защитных коробах. Обмотки дросселей не защищены от механических воздействий.

При работе балластных устройств на переменном токе дроссели создают шум. Шум низкого тона создается в основном из-за вибрации пластин при перемагничивании сердечника, шум высокого тона — из-за искажения формы кривых тока и напряжения на лампе.

По уровню шума и радиопомех различают:

устройства с нормальным уровнем шума и радиопомех, у которых шум не должен быть слышен на расстоянии 3 м;

устройства с пониженным уровнем шума и радиопомех, у которых шум не должен быть слышен на расстоянии 0,5 м.

Первый тип устройства предназначен для эксплуатации в промышленных помещениях, второй — в административно-служебных и жилых помещениях. Для второго типа устройств в обозначении вводится буква П.

Приведем несколько примеров условных обозначений аппаратов.

Одноламповое индуктивное устройство (дроссель) к лампе мощностью 40 вт, для включения в однофазную сеть 220 в, независимого исполнения:

УБИ-40/220-Н.

Двухламповое компенсированное балластное устройство к лампам мощностью 80 вт, для включения в однофазную сеть 220 в, со сдвигом фаз между токами ламп, встроенного исполнения с пониженными уровнями шума и радиопомех:

2УБК-80/220-АВП.

Трехламповое компенсированное балластное устройство к лампам мощностью 40 вт, для включения в трехфазную сеть 380 в с нулевым проводом, со сдвигом фаз между токами ламп, независимого исполнения с нормальными уровнями шума и радиопомех:

3УБК-40/3×380—220-АН.

Пригодность балластного устройства определяется характеристиками лампы, получаемыми при включении

с данным ПРА. Учитывая, что в питающей сети возможны колебания напряжения в пределах $\pm 10\%$ номинального, проверку этих характеристик ведут при 0,9 и 1,1 номинального значения.

Важными показателями качества ПРА являются потери в нем мощности и величины перегревов отдельных элементов аппарата в рабочем и аварийном режимах.

Безопасность работы балластов обеспечивается получением определенной величины сопротивления изоляции электрических цепей и ее электрической прочностью. Основные технические требования, предъявляемые к стартерным балластным устройствам, даны в табл. 1, к бесстартерным устройствам — в приложении.

Конструкция балластных дросселей

Магнитопровод балластного дросселя образует путь для замыкания магнитного потока, создаваемого током, проходящим по обмотке дросселя. Магнитопровод должен быть выполнен из такого материала, чтобы максимально усиливалось магнитное поле, созданное током в обмотке дросселя. Конфигурация магнитопровода должна по возможности представлять собой замкнутый контур. Желательно также, чтобы материалы, из которых изготавливается магнитопровод, имели минимальные потери на перемагничивание и вихревые токи, были бы дешевыми и не требовали сложной механической и термической обработки.

Этим требованиям отвечает электротехническая сталь, которая и используется для магнитопроводов.

Для дросселей обычно берут листовую сталь толщиной 0,5 мм, имеющийся на ее поверхности естественный оксидный слой обеспечивает достаточную изоляцию пластин друг от друга, поэтому дополнительная их изоляция не требуется.

В качестве материала для пластинчатого магнитопровода используется горячекатаная и холоднокатаная листовая электротехническая сталь. Обычно применяют горячекатаную сталь марок Э31, Э32, Э41, Э42, Э43 и холоднокатаную сталь марок Э310, Э320 и Э330.

Для витых или ленточных магнитопроводов применяют холоднокатаную сталь марки ХВП толщиной 0,08 мм.

Основные технические требования к балластным устройствам (по ГОСТ 10237-62)

Номинальная мощность ламп, <i>вт</i>	Напряжение холостого хода на зажимах стартеров (действующее значение) не менее	Напряжение холостого хода на зажимах лампы, <i>в</i> (амплитудное значение) не более	Ток пускового режима, <i>а</i>		Потери мощности в УБ (от мощности ламп), %, не более		
			не менее	не более	Тип устройства балластного		
					УБИ	УБК	УБЕ
15	114	215	0,36	0,65	25	28	31
20	114	215	0,40	0,70	23	26	29
30	198	400	0,40	0,70	23	26	29
40	198	400	0,48	0,80	22	24	26
80	198	400	0,90	1,60	20	22	24

Примечания: 1. Если балластное устройство предназначено для нескольких ламп, то требования, указанные в столбцах 2—5, должны выполняться для каждой лампы и стартера независимо от состояния других ламп и стартеров.

2. Для балластных устройств с трансформацией напряжения предельные значения потерь увеличиваются в 1,5 раза.

3. Предельно допустимые превышения температуры (°C):

обмотки УБ в рабочем режиме из проводов с изоляцией класса А-60;

при наличии межслоевой изоляции и пропитки 70;

из проводов с изоляцией класса Е-75;

при наличии межслоевой изоляции и пропитки 85;

поверхность УБ-60.

В аварийном режиме для этих же элементов УБ предельно допустимые превышения температуры (°C) будут соответственно: 120, 125, 130, 135 и 100.

Типы применяемых магнитопроводов. В зависимости от способа изготовления магнитопроводы дросселей делятся на пластинчатые и витые или ленточные. Пластинчатые магнитопроводы собираются из отдельных штампованных или нарезанных пластин. Ленточные магнитопроводы изготавливаются из стальной ленты, покрытой специальными изолирующими и склеивающими составами. После изготовления такого магнитопровода он проходит цикл спекания при высокой температуре.

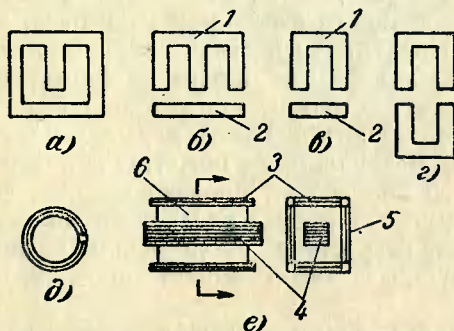


Рис. 20. Конструкция магнитопроводов дросселей.

1 — сердечник; 2 — замыкатель; 3 — внешние пластины разомкнутого магнитопровода; 4 — внутренний сердечник; 5 — кожух; 6 — катушка.

По форме исполнения магнитопроводы могут быть разделены на Ш-образные, П-образные, О-образные и разомкнутые. Воздушный зазор в магнитопроводе может быть регулируемый и не регулируемый, открытый и закрытый. На рис. 20 показаны некоторые примеры применяемых для дросселей магнитопроводов. Ш-образный магнитопровод (рис. 20, а и б) может быть выполнен с нерегулируемым и регулируемым воздушным зазором. Обмотка дросселя располагается на среднем стержне. При такой конструкции магнитопровода дроссель имеет большую высоту, а также большой расход стали и проводникового материала.

Дроссель с нерегулируемым воздушным зазором отличается высоким постоянством своей характеристики, однако такая конструкция зазора предъявляет высо-

кое требование к штамповке пластин, так как необходимо очень точно выдержать размеры зазора. При регулируемом зазоре подгонка параметров дросселя производится в процессе его регулировки перемещением замыкателя.

П-образный магнитопровод (рис. 20,в и г) конструируется с одним замыкателем либо в виде сдвоенного П. В обоих случаях получается регулируемый воздушный зазор, причем во втором случае он будет закрытым. Обмотка делится на две части и размещается на обоих стержнях магнитопровода. Благодаря этому создается большая поверхность охлаждения обмоток, расход проводникового материала и стали сокращается по сравнению с дросселем с Ш-образным магнитопроводом.

Витые или ленточные магнитопроводы (рис. 20,д) создают возможность получить наименьший расход проводникового материала на обмотку и позволяют автоматизировать процесс их производства. К недостаткам этого типа магнитопровода следует отнести большой вес сердечника и отсутствие регулировки воздушного зазора. Воздушный зазор может быть выполнен закрытым.

В последнее время большое распространение для изготовления дросселей получил так называемый разомкнутый магнитопровод. На рис. 20,е приведен его вид со снятыми боковыми пластинами. Магнитопровод этого типа отличается тем, что он изготавливается из прямоугольных пластин, набираемых в пакеты.

Предложено торцы такого магнитопровода заполнять кварцевым песком, смешанным с соответствующим количеством стальных опилок. В этом случае величина воздушного зазора как бы уменьшается, что позволяет сократить количество витков обмотки дросселя. При этом размеры дросселя значительно уменьшаются.

Обмотку дросселя можно разделить на каркасные и бескаркасные, односекционные и многосекционные. Для изготовления обмотки применяются алюминиевые обмоточные провода марки ПЭВА, реже марки ПЭМА. В некоторых изделиях применены медные обмоточные провода марки ПЭЛ, ПЭВ-2 и ПЭТ.

В зависимости от назначения и конструкции дросселя готовые катушки обмотки могут быть подвергнуты пропитке и лакировке электроизолирующими составами.

Рассмотрим конструкции балластных дросселей, выпускаемых нашей промышленностью.

В табл. 2 представлены размеры магнитопроводов и эскизы балластных дросселей. В табл. 3 показаны электрические и обмоточные данные балластных дросселей.

Балластный дроссель типа 1УБИ-8/127-Н предназначен для включения люминесцентных ламп мощностью 8 *вт* в сеть 127 *в* независимой конструкции (рис. 21). Аппарат выполнен на Ш-образном магнитопроводе, стянутом металлической скобой, помещен в стальной кожух.



Рис. 21. Балластное устройство типа 1УБИ-8/127-Н.

Для обеспечения влагостойкости дроссель засыпается кварцевым песком и заливается компаундом марки КП. Кварцевый песок способствует лучшему теплоотводу тепла от нагретых частей дросселя. Аппарат снабжен колодкой зажимов. Вес аппарата 0,82 *кг*.

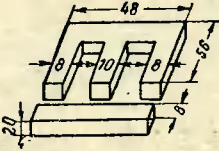
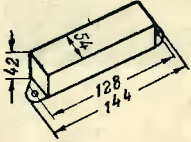
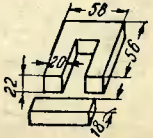
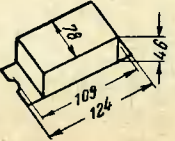
Балластные дроссели для ламп мощностью 15 и 20 *вт* типа ДБА-15/127 и ДБА-20/127 выполнены на П-образном магнитопроводе. Дроссели имеют регулируемый воздушный зазор, регулировка которого осуществляется установкой в зазоре соответствующего количества прессшпановых прокладок с последующей затяжкой магнитопровода стяжной шпилькой. Дроссель помещается в стальной кожух и заливается битумом. Аппарат снабжается выводными концами, выполненными гибким проводом. Вес аппарата 1 *кг*.

Балластное устройство 1УБИ-20/127-Н имеет Ш-образный магнитопровод с нерегулируемым воздушным зазором. Дроссель стянут металлической скобой, помещен в стальной кожух, засыпан кварцевым песком и залит компаундом марки КП. Аппарат снабжен колодкой зажимов для включения в электрическую схему светильника. Вес аппарата 1,25 *кг*.

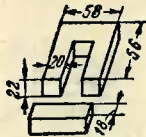
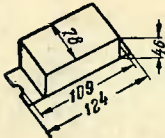
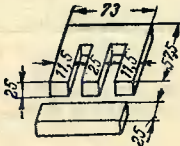
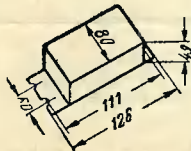
Для ламп мощностью 30 и 40 *вт* выпускаются балластные дроссели типа ДБА-30/220 и ДБА-40/220 на

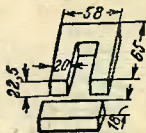
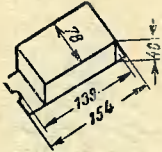
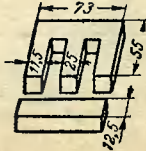
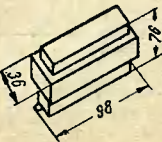
Таблица 2

Конструктивные размеры магнитопроводов и эскизы балластных дросселей

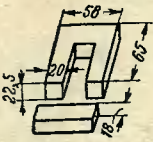
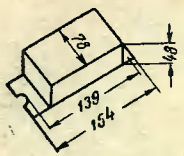
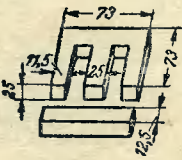
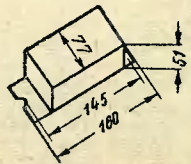
Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Эскиз и размеры магнитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры дросселя, <i>мм</i>	Расход стали на магнитопровод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий расход, <i>кг</i>
ЛУБИ-8/127-Н	8			0.36	0.52
ДБА-15/127	15			0.63	0.95

Продолжение табл. 2

Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Эскиз и размеры магнитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры дросселя, <i>мм</i>	Расход стали на магнитопровод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий расход, <i>кг</i>
ДБА-20/127	20			0,63	0,95
1УБИ-20/127-Н	20			0,715	1,2

Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Эскиз и размеры магнитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры дросселя, <i>мм</i>	Расход стали на магнито-провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий расход, <i>кг</i>
ДБА-30/220	30			0,83	1,0
ДБА-30/220	30			0,8	1,2

Продолжение табл. 2

Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Эскиз и размеры магнитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры дросселя, <i>мм</i>	Расход стали на магнитопровод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий расход, <i>кг</i>
ДБА-40/220	40			0,83	1,0
ДБА-40/220	40			0,955	1,4

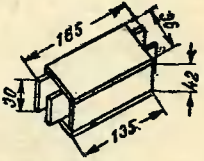
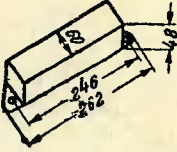
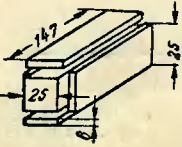
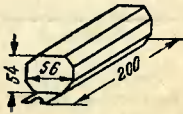
Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Эскиз и размеры магнитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры дросселя, <i>мм</i>	Расход стали на магнитопровод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий расход, <i>кг</i>
1УБИ-40/220-Н	40			0,8	1,1
ДБА-80/220	80			1,6	2,1

Таблица 3

Электрические и обмоточные данные балластных дросселей

Тип дросселя	Мощность лампы, <i>вт</i>	Напряжение питающей сети, <i>в</i>	Рабочий ток, <i>а</i>	Коэффициент мощности	Потери, % мощности ламп	Обмотка			
						Марка провода	Диаметр, <i>мм</i>	Количество витков	Вес провода, <i>кг</i>
1УБИ-8-127-Н	8	127	0,2	0,45	27	ПЭЛ	0,25	1 340	0,061
ДБА-15/127	15	127	0,3	0,5	19	ПЭВА	0,47	1 020	0,062
ДБА-20/127	20	127	0,35	0,5	20	ПЭВА	0,47	1 020	0,062
1УБИ-20/127-Н	20	127	0,35	0,5	17	ПЭВА	0,49	880	0,062
ДБА-30/220	30	220	0,35	0,5	15	ПЭВА	0,55	1 660	0,142
ДБА-30/220	30	220	0,35	0,5	15	ПЭВА	0,49	1 440	0,115
ДБА-40/220	40	220	0,45	0,5	15	ПЭВА	0,55	1 660	0,142
ДБА-40/220	40	220	0,42	0,5	15	ПЭВА	0,55	1 450	0,145
1УБИ-40/220-Н	40	220	0,45	0,5	20	ПЭВА	0,55	1 620	0,145
ДБА-80/220	80	220	0,87	0,5	13	ПЭВА	0,69	1 240	0,192

П-образном магнитопроводе описанной выше конструкции.

Для ламп мощностью 40 вт изготавливаются два типа балластных дроселей ДБА-40/220 на Ш-образном магнитопроводе: в полузакрытом металлическом кожухе, который одновременно является стяжной обоймой магнитопровода (рис. 22), и стальном закрытом кожухе, засыпанном песком и залитом компаундом.



Рис. 22. Дроссели типа ДБА-30/220 и ДБА-40/220 полузакрытой конструкции.

Кроме того, начат выпуск балластных устройств типа 1УБИ-40/220-Н на разомкнутом магнитопроводе. Аппарат пригоден для эксплуатации в промышленных помещениях с нормальной средой, может устанавливаться как внутри, так и вне светильника. Дроссель помещен в металлический корпус, засыпан кварцевым песком и залит компаундом марки КП. Для присоединения к сети аппарат снабжен колодками зажимов. Вес аппарата 1,7 кг.

Балластный дроссель типа ДБА-80/220 для ламп мощностью 80 вт имеет магнитопровод разомкнутого типа из холоднокатаной стали. Обмотка выполнена из алюминиевого провода, пропитана электроизоляционным составом. Дроссель размещается в стальном корпусе, не имеет заливки компаундом и выпускается в двух вариантах — с колодкой зажимов и выводными гибкими концами. Вес дросселя 1,67 кг.

475-2

Все балластные дроссели имеют симметрированную обмотку.

На крышке дросселей размещается этикетка с паспортными данными, в которых указывается условное обозначение балластного устройства, схема включения, номинальная частота и ток, потребляемый из сети, коэффициент мощности, дата изготовления, наименование предприятия-изготовителя или его товарный знак и номер стандарта, по которому выпущен этот аппарат.

Конструкция стартерных пускорегулирующих аппаратов

Стартерные пускорегулирующие аппараты выпускаются в одноламповом, двухламповом, трехламповом исполнении и предназначены для включения соответственно одной, двух и трех люминесцентных ламп.

Наибольшее распространение получили двухламповые аппараты, так как основная масса выпускаемых промышленностью люминесцентных светильников изготавливается в двухламповом исполнении.

Двух- и трехламповые пускорегулирующие аппараты выполнены по схеме с расщепленной фазой, а одноламповые аппараты могут быть изготовлены как по отстающей, так и по опережающей схемам.

Пускорегулирующий двухламповый аппарат представляет собой комбинацию из двух дросселей отстающей и опережающей ветвей, компенсационной обмотки и конденсаторов. В трехламповом аппарате применен трехфазный дроссель и конденсаторы.

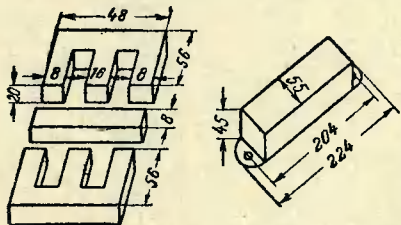
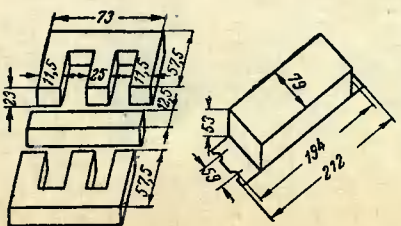
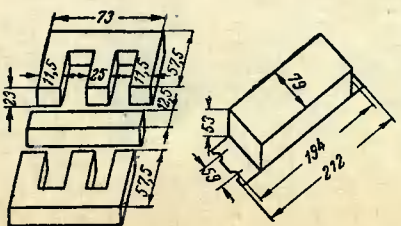
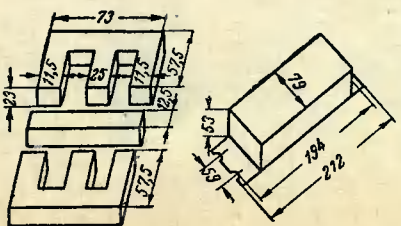
В табл. 4 представлены конструктивные размеры аппаратов, а в табл. 4 их электрические и обмоточные данные.

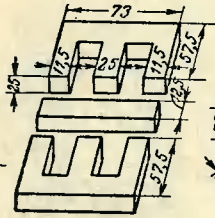
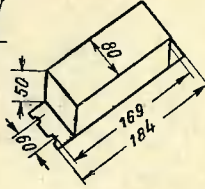
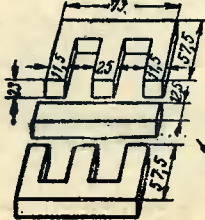
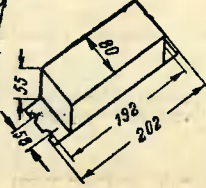
Для ламп мощностью 8 вт выпускается двухламповое балластное устройство 2УБК-8/127-АВ. Аппарат имеет Ш-образный магнитопровод с общим замыкателем. Воздушный зазор не регулируется.

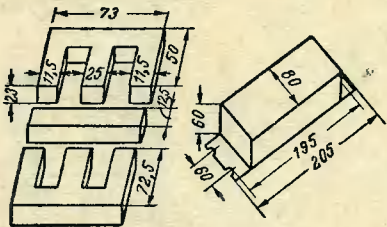
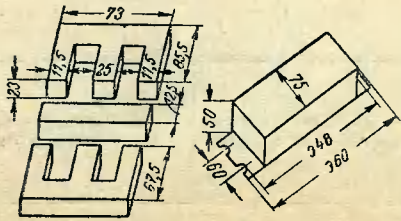
Дроссели имеют симметрированные обмотки и вместе с компенсационной обмоткой размещаются на средних стержнях магнитопроводов.

Фиксирование воздушного зазора осуществляется установкой в нем прессишпановых прокладок. После определения величины воздушного зазора дроссели стягиваются металлической скобкой и помещаются

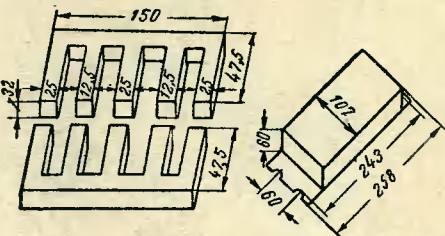
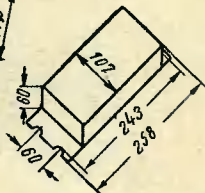
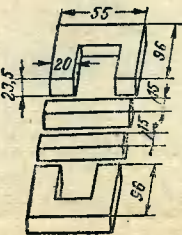
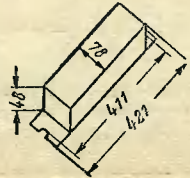
Конструктивные размеры магнитопроводов

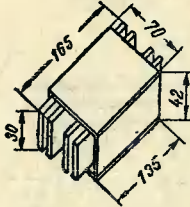
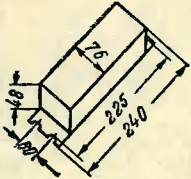
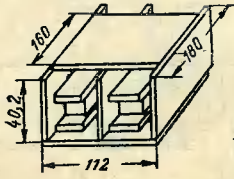
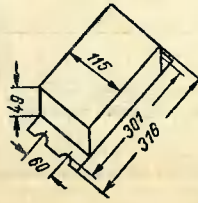
Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Эскиз и размеры маг- нитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры бал- ластного устройства, <i>мм</i>	Расход стали на магнито- провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий рас- ход, <i>кг</i>
2УБК-8/127-АВ	2×8			0,66	1,04
2УБК-15/127-АВ	2×15			1,27	1,8

Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Эскиз и размеры маг- нитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры бал- ластного устройства, <i>мм</i>	Расход стали на магнито- провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий рас- ход, <i>кг</i>
1УБК-20/220-В	1×20			1,27	1,81
2УБК-20/127-АВП	2×20			1,27	1,8

Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Эскиз и размеры маг- нитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры бал- ластного устройства, <i>мм</i>	Расход стали на магнито- провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий рас- ход, <i>кг</i>
2УБК-20/220-В	2×20			1,27	2,1
2УБК-30/220-АВ	2×30			1,6	2,3

Продолжение табл. 4

Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Эскиз и размеры маг- нитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры бал- ластного устройства, <i>мм</i>	Расход стали на магнито- провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий рас- ход, <i>кг</i>
ЗУБИ-30/3X380/220-АН	3X30			2,8	4,2
2УБК-40/220-АН	2X40			1,8	2,7

Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Эскиз и размеры маг- нитопровода, <i>мм</i>	Эскиз и размеры бал- ластного устройства, <i>мм</i>	Расход стали на магнито- провод	
				Чистый вес, <i>кг</i>	Общий рас- ход, <i>кг</i>
2УБК-40/220-АВП	2×40			1,55	2,2
2УБК-80/220-АВП-005	2×80			2,2	2,8

Электрические и обмоточные данные балластных устройств

Тип балластного устройства	Количество и мощность ламп, <i>вт</i>	Напряжение питающей сети, <i>в</i>	Рабочий ток, <i>а</i>	Коэффициент мощности	Потери, %, мощности ламп	Обмотка						Вес провода, <i>кг</i>	Номинальная емкость конденсаторов, <i>мкф</i>
						Отстающая ветвь		Опережающая ветвь		Компенсационная обмотка			
						Диаметр провода, <i>мм</i>	Количество витков	Диаметр провода, <i>мм</i>	Количество витков	Диаметр провода, <i>мм</i>	Количество витков		
2УБК-8/127-АВ	2×8	127	0,184	0,96	30	0,25	1 440	0,25	1 200	0,25	260	0,132	3
2УБК-15/127-АВ	2×15	127	0,3	0,97	25	0,44	760	0,44	800	0,44	210	0,18	5
1УБК-20/220-В	1×20	220	0,135	0,92	29	0,49	850	0,25	1 100 ¹	—	—	0,21	8
								0,35	770 ²				
2УБК-20/127-АВП	2×20	127	0,42	0,98	21,5	0,49	890	0,49	970	0,49	150	0,142	6
2УБК-20/220-В	2×20	220	0,39	0,9	14	0,49	1 300	0,44	340 ¹	—	—	0,15	6
2УБК-30/220-АВ	2×30	220	0,33	0,97	19	0,49	1 440	0,49	1 450	0,49	500	0,29	2,7
3УБИ-30/3×380/220-АН	3×30	380/220	0,38	—	20	0,49	1 030	—	—	—	—	0,21	3×1,5
2УБК-40/220-АН	2×40	220	0,46	0,98	19	0,55	1 660	0,47	1 400	0,47	500	0,24	4
2УБК-40/220-АВП	2×40	220	0,46	0,96	20	0,55	1 620	0,49	1 530	0,49	570	0,27	4
2УБК-80/220-АВП-005	2×80	220	0,9	0,98	18	0,83	1 250	0,74	1 290	0,74	300	0,5	8
2УБК-80/220-АВП-004	2×80	220	0,9	0,98	18	0,83	1 250	0,74	1 290	0,74	300	0,5	8
3УБК-80/3×380/220-АН	3×80	380/220	0,9	—	15	0,8	1 050	—	—	—	—	0,63	3×4

¹ Первичная обмотка автотрансформатора.

² Вторичная обмотка автотрансформатора.

Примечания: 1. В аппаратах для ламп 15, 20, 30, 40 и 80 *вт* количество витков опережающей и компенсационной обмоток указано для низшего значения емкости конденсаторов. При разбраковке конденсаторов на три группы по емкости количество витков этих обмоток с увеличением емкости конденсаторов уменьшается на 10—20%.

2. Обмотки дросселей всех аппаратов выполнены алюминиевым обмоточным проводом марки ПЭВА, за исключением аппаратов 2УБК-8/127-АВ и 1УБК-20/230-В, у которых для обмотки использован медный провод марки ПЭЛ.

в стальной кожух, засыпаются кварцевым песком и заливаются компаундом марки КП.

Для присоединения к сети аппарат снабжается колодкой зажимов. Конденсаторы образуют отдельный блок, собранный на металлической плате. Параллельно к конденсаторам подключается разрядное сопротивление $0,8\text{—}1\text{ мом}$ мощностью $0,5\text{ вт}$, обеспечивающее безопасность прикосновения к конденсаторам после

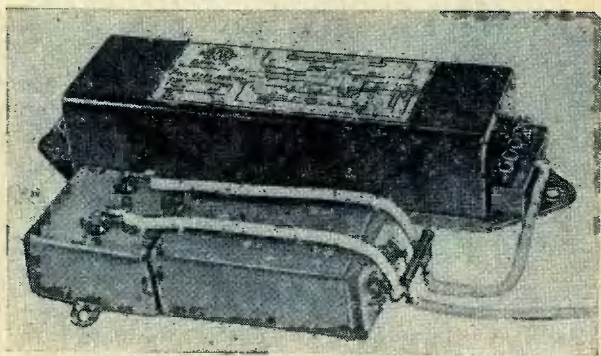


Рис. 23. Балластное компенсированное двухламповое устройство типа 2УБК-8/127-АВ.

их отключения от сети. Внешний вид балластного устройства показан на рис. 23, а его электрическая схема на рис. 24.

Балластное устройство 2УБК-15/127-АВ для двух ламп мощностью 15 вт в конструктивном отношении не отличается от аппарата для ламп 8 вт . Аппарат состоит из двух отдельных блоков — дросселей и конденсаторов. Блок дросселей может поставляться в металлическом или пластмассовом кожухе. Аппарат рассчитан для эксплуатации в промышленных помещениях с нормальной средой.

Для ламп мощностью 20 вт выпускается 4 типа балластных устройств.

Одноламповое устройство типа 1УБК-20/220-В представляет собой дроссель и автотрансформатор для трансформирования напряжения с 220 на 127 в . Дроссель и трансформатор выполнены на Ш-образном магнитопроводе, имеющем общий замыкатель. Воздушный

зазор не регулируется. После установки необходимой величины зазора дроссель и автотрансформатор стягиваются общей обоймой и помещаются в металлический кожух, засыпаются песком и заливаются компаундом марки КП.

Исправление коэффициента мощности аппарата осуществляется включением параллельно лампе и дросселю конденсаторов, которые образуют отдельный блок.

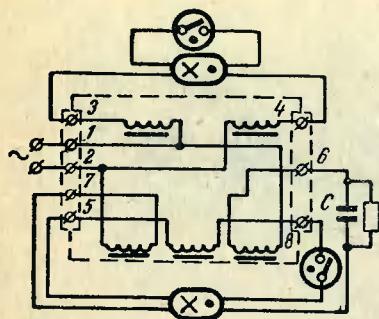


Рис. 24. Электрическая схема балластного устройства типа 2УБК-8/127-АВ.

Двухламповый аппарат типа 2УБК-20/127-АВП с пониженным уровнем радиопомех предназначен для эксплуатации в административно-служебных и бытовых помещениях. Аппарат должен устанавливаться в светильниках или специальных кожухах. Аппарат выполнен по обычной двухламповой схеме и конструктивно не отличается от описанных выше.

Поставляется в виде двух блоков — дросселей и конденсаторов. Кожух блока дросселей может быть металлический либо пластмассовый.

Уменьшение уровня радиопомех достигается включением параллельно сети конденсатора емкостью не менее 0,008 мкф.

Для возможности включения ламп мощностью 20 Вт в сеть 220 В поставляется автотрансформатор 220/127 В в виде отдельного блока. Автотрансформатор изготовлен на III-образном магнитопроводе и помещен в металлический или пластмассовый кожух. Размеры блока автотрансформатора в металлическом кожухе 127×79×53 мм, а в пластмассовом 212×79×53 мм.

Комплектуя автотрансформатор с балластным устройством 2УБК-20/127-АВП, можно получить новый тип устройства 2УБК-20/220-АВП. За счет дополнительных потерь мощности в автотрансформаторе общие потери такого комплекта составят 31% мощности включенных ламп.

В балластном устройстве 2УБК-20/220-ВП применена схема последовательного включения двух ламп мощностью 20 *вт* на 220 *в*. Компенсация коэффициента мощности достигается включением параллельно сети конденсаторов. Аппарат имеет пониженный уровень радиопомех за счет дополнительного включения параллельно лампам конденсатора емкостью не менее 0,008 *мкф* и предназначен для эксплуатации в административных и жилых помещениях.

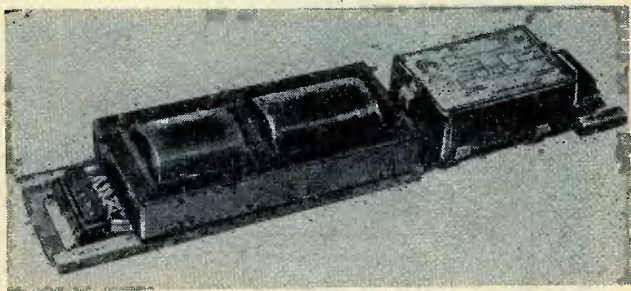


Рис. 25. Двухламповое балластное устройство типа 2УБК-30/220-АВ.

Дроссель и накальный трансформатор размещены на двух Ш-образных сердечниках, имеющих общий замыкатель. Конструктивное оформление аппарата не отличается от описанных выше.

Аппарат 2УБК-30/220-АВ (рис. 25) выполнен по обычной двухламповой схеме на Ш-образном магнитопроводе с общим замыкателем. Дроссели стянуты общей металлической обоймой и вместе с блоком конденсаторов укреплены на общей металлической плате. Так как дроссели не имеют защитного кожуха, то они пропитываются водноэмульсионным лаком. Аппарат предназначен для установки в светильниках.

Интересное конструктивное решение предложено для трехлампового балластного устройства типа ЗУБИ-30/3×380/220-АН (рис. 26). Аппарат представляет собой трехфазный симметрированный дроссель, соединенный в звезду. Магнитопровод изготовлен в виде пятистержневого сердечника, состоящего из двух половин, между которыми устанавливается нерегу-

лируемый воздушный зазор. На двух крайних и среднем стержнях размещаются дроссельные катушки, а два свободных стержня между катушками обеспечивают путь для замыкания уравнивающих магнитных потоков при несимметричной работе аппарата. Таким несимметричным режимом работы для аппарата будет горение одной или двух ламп.

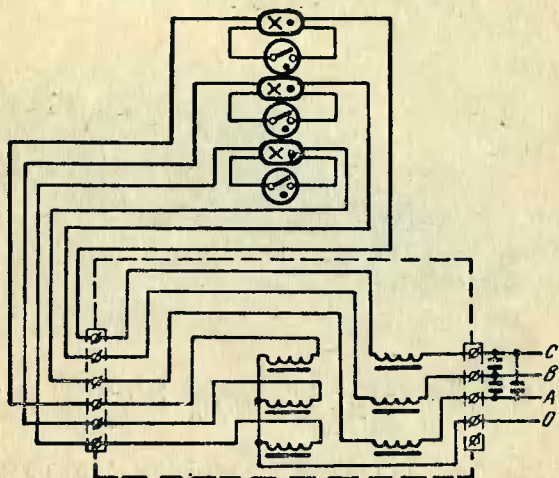


Рис. 26. Электрическая схема трехлампового балластного устройства типа ЗУБИ-30/3×380/220-АН.

В пускорегулирующем аппарате для двух ламп мощностью 40 вт типа 2УБК-40/220-АН имеются конструктивные особенности. Отстающий и опережающий дроссели выполнены на отдельных П-образных магнитопроводах с замыкателями. Воздушные зазоры регулируются изменением толщины прокладок в зазорах с последующей затяжкой дросселей стяжной шпилькой. Дроссели и конденсаторы помещены в общий стальной кожух. Внутренняя полость кожуха разделена на два отсека картонной перегородкой. В одном отсеке размещаются дроссели, а во втором — конденсаторы. Дроссели заливаются битумом. Аппарат снабжается выводными концами, выполненными гибким проводом. Вес аппарата 3,25 кг.

Аппарат типа 2УБК-40/220-АВП поставляется в виде двух блоков — дросселей и конденсаторов. В балластных устройствах для ламп мощностью 80 *вт* использованы те же конструктивные решения.

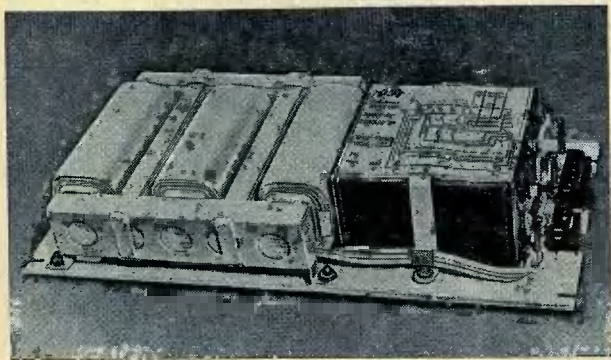


Рис. 27. Трехламповое балластное устройство типа ЗУБИ-80/3×380/220/220-АН.

В аппарате 2УБК-80/220-АВП-004 с целью сокращения размеров по ширине дроссели расположены один за другим и применен разомкнутый магнитопровод.

Трехламповое балластное устройство ЗУБИ-80/380××220/220-АН (рис. 27) представляет собой трехфазный дроссель, аналогичный по конструкции дросселю для ламп 30 *вт*.

Конструкция бесстартерных пускорегулирующих аппаратов

Ниже дается описание некоторых типов бесстартерных аппаратов, изготовленных в виде опытных образцов и прошедших соответствующие испытания, а также аппаратов, уже эксплуатируемых в осветительных установках.

В аппарате БЛ-1-40/220 и БЛ-1-80/220 (рис. 28) для ламп мощностью 40 и 80 *вт* (без проводящей полосы) применена резонансная схема с предварительным подогревом катодов. Последовательно с лампой включают дроссель и трансформатор тока с двумя вторичными

обмотками. Параллельно лампе, между дросселем и трансформатором, включается конденсатор емкостью 6 мкф, зашунтированный разрядным сопротивлением типа ВС-0, 5-870 ком $\pm 20\%$.

Дроссель и трансформатор выполнены на П-образных сердечниках, имеющих общий замыкатель, укрепленный в металлическом корпусе аппарата; П-образные сердечники могут перемещаться при помощи упор-

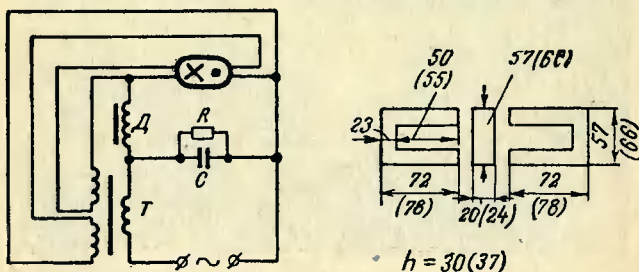


Рис. 28. Принципиальная схема, конструкция и размеры магнитопроводов аппаратов типа БЛ-1-40/220 и БЛ-1-80/220. В скобках показаны размеры магнитопровода для аппарата типа БЛ-1-80/220.

ных винтов, ввинчиваемых в торцовые стенки корпуса. Регулировка воздушных зазоров осуществляется прессишпановыми прокладками и перемещением сердечников. После окончания регулировки зазоров дроссель и трансформатор заливаются битумом. Конденсатор укреплен на консольной части корпуса аппарата металлической стяжкой. Аппарат снабжен гибкими выводными концами. Обмотки дросселя и трансформатора выполнены алюминиевым обмоточным проводом марки ПЭВА.

В аппарате БЛ-1-40/220 дроссель выполнен проводом диаметром 0,47 мм и имеет 1300 витков. Первичная обмотка трансформатора намотана проводом диаметром 0,55 мм и содержит 860 витков. Две вторичные обмотки по 82 витка из провода диаметром 0,55 мм.

В аппарате БЛ-1-80/220 дроссель намотан проводом диаметром 0,74 мм и имеет 2×350 витков. Первичная обмотка трансформатора имеет 2×300 витков, намотка проводом диаметром 0,74 мм, а каждая вторичная об-

мотка содержит по 47 витков из провода диаметром 0,86 мм.

Размеры аппарата БЛ-1-40/220 $336 \times 75 \times 49$ мм, вес 3,4 кг, а аппарата БЛ-1-80/220— $365 \times 88 \times 62$ мм и вес 4,5 кг.

Аппараты обеспечивают достаточно надежное зажигание ламп при установке их в металлические светильники в помещениях с температурой 15—35° С и относительной влажностью не более 75%.

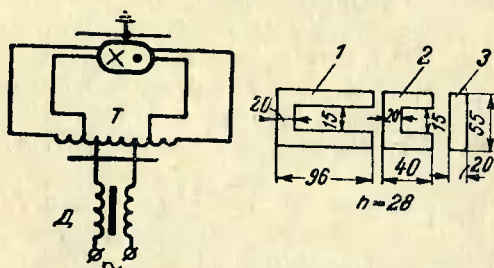


Рис. 29. Принципиальная схема, конструкция и размеры магнитопровода аппарата типа БЛ-1-40/220П.

1 — магнитопровод дросселя; 2 — магнитопровод накаливающего трансформатора; 3 — замыкатель.

Аппарат БЛ-1-40-220П (рис. 29) предназначен для включения одной люминесцентной лампы мощностью 40 Вт, имеющей проводящую полосу.

В основу аппарата положена схема с накаливающим трансформатором предварительного подогрева, одновременно играющего роль и повысительного трансформатора для получения необходимого напряжения на лампе в пусковом режиме. Трансформатор имеет две вторичные обмотки накала катодов и две вторичные повышающие обмотки. Схема соединения обмоток автотрансформаторная. Дроссель симметрированный, состоит из двух секций.

В целях сокращения размеров аппарата и расхода стали магнитопровод сконструирован таким образом, что ярмо сердечника накаливающего трансформатора является замыкателем магнитопровода дросселя. Магнитопровод трансформатора стянут двумя винтами и скобой, кроме того, магнитопроводы трансформатора и

дросселя вместе стянуты общей стяжной шпилькой. Дроссель и трансформатор помещаются в металлический кожух, который заливается битумом.

Воздушный зазор регулируется перемещением сердечника дросселя и фиксируется прокладками из пресс-шпана.

Обмоточные данные катушек:

Дроссель имеет 2×700 витков проводом марки ПЭВА, диаметром 0,55 мм.

Накальный трансформатор — первичная обмотка состоит из двух секций 2×800 витков, намотанных проводом марки ПЭЛ, диаметром 0,13 мм; вторичные повышающие обмотки по 28 витков каждая, проводом ПЭВА, диаметром 0,47 мм и вторичные накальные обмотки по 80 витков, проводом ПЭВА, диаметром 0,47 мм.

Размеры аппарата $240 \times 76 \times 50$ мм, вес 2,5 кг.

Аппарат обеспечивает надежное зажигание и нормальный режим работы лампы при окружающей температуре от 15 до 35°С и относительной влажности не более 75%.

Аппарат БЛ-2/40-220П (рис. 30) рассчитан на включение двух люминесцентных ламп мощностью 40 вт с проводящей полосой.

Аппарат состоит из отстающей и опережающей ветвей, что обеспечивает получение высокого значения коэффициента мощности и снижение стробоскопического эффекта.

Накальный трансформатор имеет четыре вторичные накальные обмотки для предварительного подогрева катодов ламп. Дроссели состоят из двух симметризованных секций. Кроме того, каждая секция дросселя имеет дополнительную компенсационную обмотку, включенную в цепь предварительного подогрева катодов лампы. В режиме предварительного подогрева эти компенсационные обмотки не оказывают влияния на подогрев катодов. После зажигания ламп в компенсационных обмотках возникает э. д. с., которая направлена встречно по отношению к напряжению во вторичных накальных обмотках накального трансформатора. В результате этого ток подогрева уменьшится.

Магнитопроводы дросселей (1) и накального трансформатора (2) имеют П-образную форму. В качестве

замыкателей магнитопроводов дросселей используются ярма сердечника трансформатора.

Регулировка воздушных зазоров дросселей осуществляется перемещением их сердечников с помощью упорных винтов, ввинченных в торцовые стенки корпуса аппарата.

Блок дросселей и трансформатора помещен в металлический кожух, залитый битумом. Конденсатор ем-

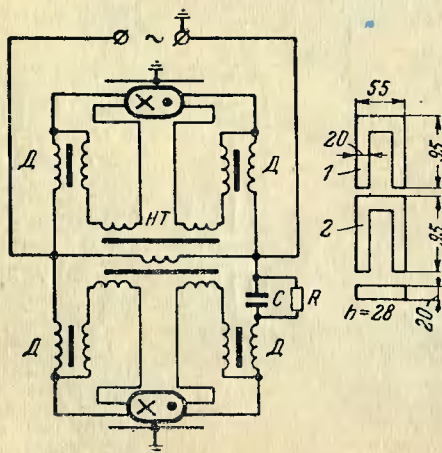


Рис. 30. Принципиальная схема, конструкция и размеры магнитопровода аппарата БЛ-2-40/220П.

костью 4 мкф, 600 в, установлен на консоли корпуса и закреплен с помощью металлической скобы. Размеры аппарата 470×76×56 мм.

Обмоточные данные катушек:

Балластный дроссель отстающей ветви состоит из двух секций по 650 витков, намотанных проводом марки ПЭВА, диаметром 0,55 мм; компенсационные обмотки этого дросселя имеют по 80 витков из провода марки ПЭВА, диаметром 0,55 мм.

Балластный дроссель опережающей ветви имеет две секции по 700 витков из провода марки ПЭВА, диаметром 0,55 мм; компенсационные обмотки дросселя соответственно имеют по 112 витков, выполнены проводом марки ПЭВА, диаметром 0,55 мм.

Накальный трансформатор — первичная обмотка состоит из двух секций по 1100 витков (провод марки ПЭЛ, диаметром 0,18 мм), четыре вторичные накальные обмотки имеют по 117 витков каждая (провод марки ПЭВА, диаметром 0,47 мм).

Аппарат обеспечивает надежное зажигание и нормальный режим работы ламп при температуре от 15 до 35°С и относительной влажности не более 75%.

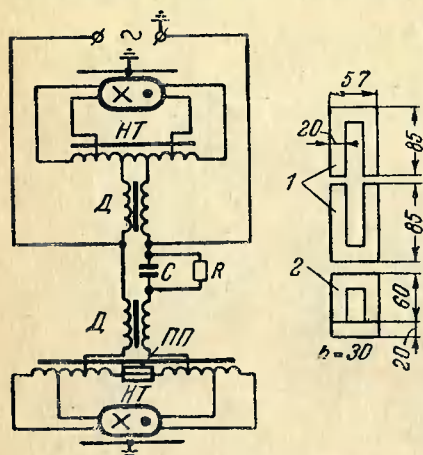


Рис. 31. Принципиальная схема, конструкция и размеры магнитопровода аппарата БЛ-2/80/220П.

1 — магнитопровод дросселя; 2 — магнитопровод накального трансформатора.

К недостаткам аппарата следует отнести сложность внутреннего монтажа из-за большого количества обмоток. В связи с этим также затруднена регулировка аппарата.

Бесстартерный аппарат типа БЛ-2/80-220П (рис. 31) предназначен для включения двух люминесцентных ламп мощностью 80 вт с проводящей полосой в сеть 220 в.

Аппарат создан на базе стартерного балластного устройства типа 2УБК-80/220, у которого изъята компенсационная обмотка. К аппарату 2УБК-80/220 добавлена приставка, состоящая из двух накальных трансформаторов и плавкого предохранителя, включенного в первичную обмотку накального трансформатора опережающей ветви. Этот предохранитель защищает накальный трансформатор от перегрева в случае работы лампы в режиме выпрямления.

Каждый накальный трансформатор имеет по две вторичные накальные обмотки для предварительного подогрева катодов и по две вторичные повышающие обмотки для получения на лампе необходимого напряжения зажигания.

Магнитопроводы дросселей и накальных трансформаторов имеют П-образную форму. Регулирование воздушных зазоров дросселей аналогично описанному выше.

Аппарат состоит из трех блоков — дросселей, накальных трансформаторов и конденсаторов. Размеры блоков: дросселей $422 \times 75 \times 55$ мм; трансформаторов $250 \times 75 \times 55$ мм и конденсаторов $272 \times 75 \times 40$ мм.

В аппарате используются конденсаторы типа КБН, емкостью 8 мкф, 600 в.

Обмоточные данные катушек:

Балластный дроссель отстающей ветви состоит из двух секций по 750 витков (провод марки ПЭВА, диаметром 0,86 мм).

Балластный дроссель опережающей ветви имеет две секции по 600 витков (провод марки ПЭВА, диаметром 0,86 мм).

Накальный трансформатор — первичная обмотка имеет две секции по 1100 витков (провод марки ПЭЛ, диаметром 0,18 мм); повышающие обмотки — по 65 витков каждая (провод ПЭВА, диаметром 0,64 мм); вторичные накальные обмотки — по 106 витков каждая (провод марки ПЭВА, диаметром 0,64 мм).

К недостаткам аппарата следует отнести его громоздкость.

Применение в качестве балластного устройства стартерного аппарата позволяет использовать имеющуюся на заводе оснастку, что облегчает подготовку к выпуску нового аппарата и унифицирует их конструкцию. Однако балластные дроссели стартерных аппаратов имеют более повышенный расход стали по сравнению с бесстартерными аппаратами, поэтому их использование в бесстартерных схемах несколько увеличивает расход активных материалов.

Аппараты типов БЛ-1-40/220П, БЛ-2-40/220П и БЛ-2-80/220П серийно пока не выпускаются.

Промышленностью выпускаются бесстартерные пускорегулирующие аппараты на одну люминесцентную лампу мощностью 40 вт, одну и две лампы мощностью 80 вт и одну лампу мощностью 125 вт.

Аппараты типа ИПРА-И-40/220-15 и ИПРА-Е-40/220-16 (рис. 32) предназначены для включения одной люминесцентной лампы мощностью 40 вт с проводящей по-

лбсой в сеть 220 в при работе в помещении с температурой от 15 до 35° С и относительной влажностью не более 75%.

В аппарате применена схема с накальным трансформатором и дросселем. Магнитопровод изготовлен из

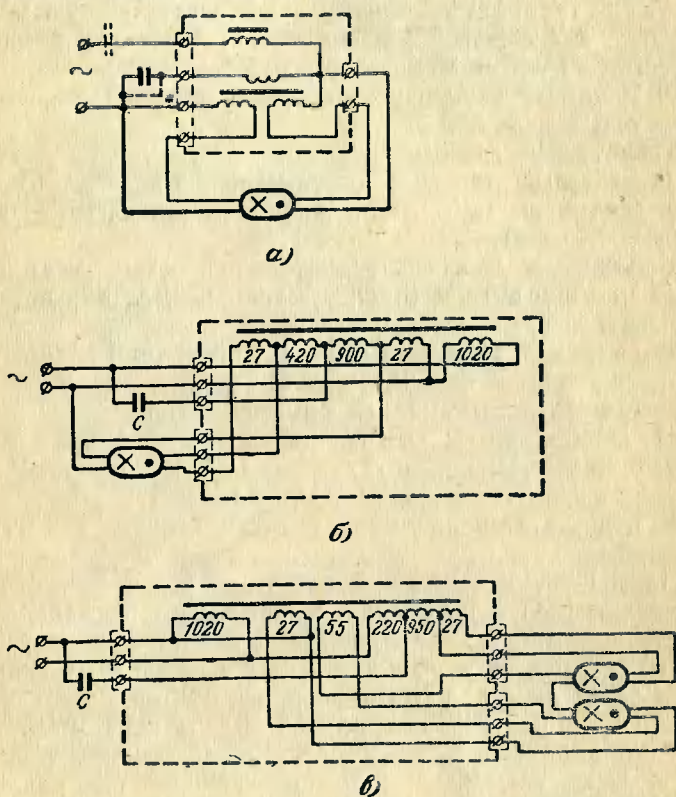


Рис. 32. Электрические схемы аппаратов. а—1ПРА-И-40/220-15, 1ПРА-Е-40/220-16; б—1ПРА-Н-80/220; в—2ПРА-Н-80/220. Пунктиром показано изменение схемы для аппарата 1ПРА-Е-40/220-16.

Ш-образных пластин с сечением пакета 25×23 мм. Дроссель и накальный трансформатор стянуты общей металлической скобой и помещены в металлический кожух, засыпаны кварцевым песком и залиты компаундом марки КП. Дроссель и трансформатор обра-

Технические данные одноламповых бесстартерных аппаратов для ламп мощностью 40 вт

Тип аппарата	Потребляе- мый ток, а	Коэффициент мощности	Емкость конденса- торов, мкф	Сердечник		Обмотки			
				Чистый вес, кг	Общий рас- ход, кг	Марка про- вода	Диаметр про- вода, мм	Количество витков	Вес провода, кг
1ПРА-И-40/220-15	0,45	0,45	1	1,354	2,44	ПЭВА	0,55	1 450 2×55	0,165
1ПРА-Е-40/220-16	0,45	0,45	4	1,354	2,44	ПЭЛ	0,2	1 300	0,193
						ПЭВА	0,55	1 450 2×90	
						ПЭЛ	0,2	1 900	

зуют отдельный блок с размерами для аппарата 1ПРА-И-40/220-15 310×75×50 мм, а для аппарата 1ПРА-Е-40/220-16 370×75×50 мм.

Аппарат 1ПРА-Е-40/220-16 отличается от аппарата 1ПРА-И-40/220-15 тем, что у него последовательно с дросселем включается емкость.

Пускорегулирующие аппараты типа 1ПРА-Н-80/220 и 2ПРА-Н-80/220 (рис. 40, б, в) предназначены для включения соответственно одной и двух люминесцентных ламп мощностью 80 вт в сеть 220 в и рассчитаны для работы в светильниках наружного освещения.

Аппарат 1ПРА-Н-80/220 выполнен по комбинированной схеме с использованием трансформатора с большим рассеянием и резонансного контура (см. рис. 16), а в аппарате 2ПРА-Н-80/220 применен автотрансформатор с большим рассеянием и последовательное включение двух ламп.

Трансформатор и автотрансформатор с большим рассеянием выполнен на Ш-образном сердечнике. За счет вытянутой конфигурации магнитопровода трансформатора и размещения первичной и вторичной обмоток на некотором расстоянии друг от друга магнитная связь между обмотками ослабевает и магнитный поток рассеяния увеличивается. Сечение пакета магнитопровода 25×40 мм.

Для создания повышенного напряжения на лампах в период пуска и улучшения коэффициента мощности

комплекта в рабочем режиме включается ёмкость: для одноламповых аппаратов 10 мкф, а для двухлампового 18 мкф.

Трансформаторы помещаются в пластмассовые кожухи и заливаются битумом. Так как светильники наружного освещения имеют три люминесцентные лампы по 80 вт, оба аппарата и блок конденсаторов укрепляются на общей металлической панели, образуя трех-

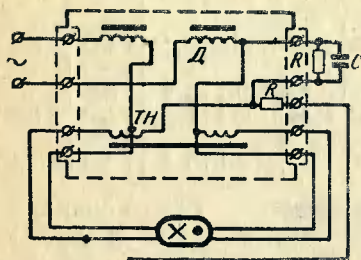


Рис. 33. Электрическая схема аппарата типа ПРА-125/220.

ламповый пускорегулирующий аппарат. Размеры такого ПРА 950×110×110 мм, вес 17 кг.

Для изготовления обмоток применен алюминиевый обмоточный провод марки ПЭМА, в одноламповом аппарате — диаметром 0,83 и 0,93 мм, а в двухламповом — 0,93 и 1,04 мм.

Пускорегулирующий аппарат ПРА-125/220 (рис. 33) рассчитан для включения одной люминесцентной лампы мощностью 125 вт с проводящей полосой в сеть 220 в. Аппарат предназначен для эксплуатации в светильниках для общественных и бытовых помещений.

Накальный трансформатор выполнен на Ш-образном магнитопроводе. Первичная обмотка имеет 1 150 витков из медного провода марки ПЭЛ диаметром 0,35 мм, две вторичные обмотки по 40 витков провода марки ПЭВА диаметром 1,04 мм.

Дроссель имеет разомкнутый магнитопровод. Катушка дросселя состоит из 900 витков алюминиевого обмоточного провода марки ПЭВА, диаметром 1,04 мм. Дроссель и трансформатор укреплены на металлической панели и закрыты металлическим кожухом, засыпаны песком и залиты компаундом марки КП. На этой же металлической панели укреплен с помощью скобы конденсатор типа КБН 2,7 мкф, 600 в. Размеры аппарата 565×60×59 мм, вес 5,3 кг.

Необходимо отметить, что люминесцентные лампы 125 вт имеют оптимальную область рабочей температуры от минус 15 до плюс 10°С, так как лампы предна-

значены для установок наружного освещения. При использовании их для освещения помещений с температурой от плюс 15 до плюс 35°С лампы имеют уменьшенную световую отдачу и такая их эксплуатация экономически неэкономична. В связи с этим применение ламп 125 вт, выпускаемых в настоящее время, с описанными выше ПРА рекомендуется только при крайней необходимости.

5. ПРОВЕРКА И УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК В РАБОТЕ ПУСКРЕГУЛИРУЮЩИХ АППАРАТОВ

Надежная работа осветительной установки с люминесцентными лампами во многом определяется правильным подбором и тщательной проверкой всех ее элементов в процессе монтажа, соблюдением правил эксплуатации осветительных установок и своевременным выявлением и устранением неисправностей электрооборудования. Исходя из этого, электромонтерам, ведущим монтаж и эксплуатацию установок с люминесцентными лампами, необходимо уметь проводить испытания и проверку пускорегулирующих аппаратов.

На монтаже и в эксплуатационных условиях ограничиваются проверкой основных характеристик, определяющих работоспособность и пригодность аппарата для включения в сеть с люминесцентной лампой данного типа. Часто проверка ПРА сводится только к установлению исправности аппарата без выявления его характеристик. Такая задача может возникнуть, например, в процессе определения причин неисправности светильника, когда требуется быстро выявить элемент, вышедший из строя.

Внешний осмотр. По паспортным данным ПРА устанавливают возможность использования данного типа аппарата.

При осмотре зажимных устройств необходимо обращать внимание на наличие контактных винтов, их антикоррозийного покрытия, отсутствие сколов и повреждений пластмассового корпуса. Затем проверяют надежность закрепления монтажных проводов: одножильный медный провод сечением 2,5 мм² закрепляют поочередно в каждом зажиме и проверяют на выдергивание десятикратным натяжением и ослаблением. При закреп-

лении в зажиме проводник не должен иметь глубоких надсечек или срезов.

При наличии выводных гибких проводов необходимо проверить отсутствие в них обрывов.

Должно быть проверено наличие маркировки на зажимах или выводных проводах. Проверяют закрепление заземляющего проводника в зажиме для заземления, антикоррозийное покрытие на зажиме и его контактную поверхность.

Проверка правильности внутренних соединений схемы аппарата. Для выполнения этой проверки нужно иметь контрольные лампы со щупами или зажимами на конце и источник питания — штепсельные розетки с напряжением 127 и 220 в. Проверку желательно проводить универсальным прибором (авометр) типа ТТ-1, ТТ-2 или АВО-5.

Рассмотрим метод проверки схемы на примере однолампового и двухлампового балластного устройства.

Балластный симметрированный дроссель. Перед проверкой соединяют конец одной и начало второй секций дросселя. Для дросселей на 15 и 20 вт контрольная лампа должна иметь мощность 75—100 вт, а для дросселей на 30, 40 и 80 вт лампа берется мощностью 100—150 вт.

Один вывод дросселя соединяют с одним полюсом источника питания. Ко второму полюсу источника питания присоединяют контрольную лампу. Щупом лампы касаются вывода дросселя, соединенного с одним полюсом источника питания и замечают степень накала контрольной лампы. Затем щуп лампы присоединяют к свободному выводу дросселя. При этом лампа должна гореть примерно вполнакала, что показывает на исправность дросселя. Если накал контрольной лампы не снижается, то это говорит о коротком замыкании в обмотке или выводах дросселя. Отсутствие накала лампы указывает на обрыв провода обмотки.

При проверке дросселя авометром он включается так же, как и контрольная лампа. Отсчет производят по шкале напряжений.

Одноламповое балластное устройство (1УБК) может иметь отстающую и опережающую схемы.

При отстающей схеме между сетевыми зажимами может быть включена компенсирующая (рис. 34) емкость.

Вначале каждая цепь проверяется контрольной лампой или авометром, для чего к одному из зажимов цепи подключают один полюс источника питания. В соответствии со схемой прибора к выходному зажиму цепи подключают контрольную лампу, наличие накала на которой показывает целостность проверяемой обмотки. При использовании для этой цели авометра источник питания не требуется, так как проверка цепей может быть выполнена на постоянном токе от аккумуляторной батарейки, установленной в приборе.

Контрольная лампа, включенная последовательно между одним зажимом источника питания и сетевым зажимом 1 или 2, должна гореть вполнакала. Горение в полный накал показывает, что пробит компенсирующий конденсатор. Включение контрольной лампы к зажимам 3 или 4 дает почти полный ее накал, так как в этом случае дроссель и емкость оказываются соединенными последовательно и их общее сопротивление благодаря взаимной компенсации будет почти равно нулю. Если контрольная лампа при таком включении горит вполнакала, то, следовательно, пробит конденсатор или имеется короткое замыкание в секции дросселя. Отсутствие накала показывает на обрыв обмотки дросселя.

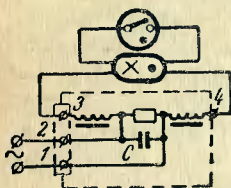


Рис. 34. Монтажная электрическая схема однолампового балластного устройства по отстающей схеме.

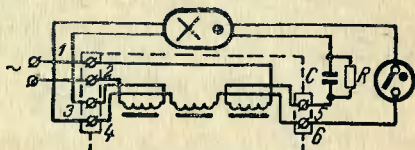


Рис. 35. Монтажная электрическая схема однолампового балластного устройства по опережающей схеме.

При опережающей схеме (рис. 35) конденсаторы могут быть либо вынесены из корпуса, либо установлены внутри него.

Перед проверкой аппарата необходимо замкнуть зажим 3 с зажимом 4, 5 — с 6. Контрольная лампа, подключенная к зажиму 1 или 2 (конденсатор вынесен из корпуса аппарата), при исправном балластном дросселе будет гореть вполнакала. Далее замыкают зажим 3 с зажимом 5, зажим 4 с зажимом 6. Если конденсатор установлен внутри корпуса аппарата, то контрольная лампа, подключенная к зажиму 1 или 2, будет гореть с несколько сниженным накалом против полного. Слабый накал лампы при таком включении свидетельствует о пробое конденсатора. При конденсаторе, вынесенном из корпуса аппарата, и исправном аппарате лампа при таком включении горит с небольшим накалом. Когда конденсатор установлен вне корпуса, необходимо его проверить: включить контрольную лампу между зажимом 3 и свободным выводом конденсатора. При исправном конденсаторе контрольная лампа горит с пониженным накалом. В противном случае следует считать, что конденсатор пробит.

Двухламповое балластное симметрированное устройство проверяется аналогичным образом. Проверку ведут отдельно для отстающей и опережающей ветви.

Сначала проверяют отстающую ветвь. Затем проверяют опережающую ветвь, так же как это описано для одиолампового балластного устройства по опережающей схеме.

Определение сопротивления изоляции. Следует различать два вида испытаний. Проверка целостности изоляции отдельных элементов аппарата и определение сопротивления изоляции токоведущих частей по отношению друг к другу, а также к корпусу аппарата.

Проверка целостности изоляции может быть произведена контрольной лампой или авометром. Для этого один полюс сети или авометра присоединяют к корпусу аппарата, затем щупом контрольной лампы, присоединенной ко второму полюсу сети, или контрольным проводом авометра поочередно касаются соответствующих выводных зажимов аппарата. Отсутствие накала контрольной лампы или показаний авометра свидетельствует о целостности изоляции соответствующей цепи аппарата.

Измерение сопротивления изоляции производят мегомметром на 500 в постоянного тока. Один полюс мегомметра присоединяют к корпусу аппарата или одной из цепей аппарата, а второй конец—к испытуемой цепи. В течение 1 мин удерживается напряжение, приблизительно равное 500 в. По шкале прибора определяют величину сопротивления изоляции. Аппарат с недостаточной величиной сопротивления изоляции не может быть допущен к установке.

Электрическая прочность изоляции элементов балластных устройств проверяется испытательной высоковольтной установкой. Испытательное напряжение прикладывается между испытуемыми элементами аппарата и удерживается в течение 1 мин. В начале испытания устанавливается примерно половина заданной величины напряжения. Это напряжение удерживается несколько минут и, если не произошло пробоя изоляции, быстро увеличивается до заданного значения. Через 1 мин действия полного испытательного напряжения оно отключается от испытуемой цепи. При проведении этого испытания не допускается перекрытия изоляторов, разрушения изоляционных материалов, утечки пропитки или наполнителя. К проведению этого испытания могут быть допущены лица, прошедшие специальный инструктаж и имеющие допуск.

Проверка стартеров тлеющего разряда на надежность работы контактов. Стартер включают в сеть последовательно с контрольной лампой мощностью 15—25 вт и напряжением, равным

номинальному напряжению стартера. Если стартер исправен, то через 2—3 сек лампа начнет мигать, так как электроды стартера будут периодически замыкать и размыкать цепь. Отсутствие мигания лампы показывает на неисправность стартера.

Определение напряжения зажигания стартера. Цепь, составленную из последовательно соединенных контрольной лампы и стартера и параллельно включенного вольтметра, присоединяют к автотрансформатору. Медленно поднимают напряжение автотрансформатором и замечают по вольтметру напряжение, при котором начинается замыкание электродов стартера (лампа начинает мигать). Если напряжение зажигания стартера окажется равным или ниже рабочего напряжения, обусловленного для данного типа люминесцентной лампы, то такой стартер не может быть использован в установке.

Проверка правильности внутренних соединений схемы бесстартерного аппарата. Схема бесстартерного аппарата гораздо сложнее стартерного, поэтому необходимо тщательно изучить его принципиальную и монтажную схемы.

Контрольной лампой или авометром проверяют цепи аппарата так же, как это описано для стартерных аппаратов.

Возьмем для примера аппарат со схемой, приведенной на рис. 9,д. Его монтажная схема имеет вид, показанный на рис. 3б.

Контрольная лампа, подключенная последовательно между одним зажимом источника питания и зажимами *a* или *1*, при исправной цепи будет гореть вполнакала. При пробое одного из конденсаторов суммарная емкость уменьшается и лампа будет гореть слабым накалом. Подключение контрольной лампы к зажимам *2* или *x* должно дать некоторое снижение ее накала. Отсутствие снижения накала показывает на наличие короткого замыкания в первичной обмотке накального трансформатора. Также проверяют вторичную обмотку *HT*, подключая лампу к зажимам *3* и *6*.

Проверка целостности изоляции, измерение сопротивления изоляции и испытание ее электрической прочности производят так же, как для стартерных балластных устройств.

Основное правило эксплуатации аппаратов сводится к регулярному наблюдению, своевременному ремонту и устранению обнаруженных неполадок в работе. Поскольку обнаружить неисправность

ПРА в процессе эксплуатации можно только по режиму горения ламп, то необходимо регулярно вести журнал эксплуатации, в котором отмечать необходимые данные о режиме работы осветительной установки (время горения ламп, смена ламп, смена стартеров и ПРА, ремонт элементов светильников и др.).

Общими правилами эксплуатации устанавливаются определенные сроки чистки светильников. Эти сроки зависят от характера помещений, в которых они эксплуа-

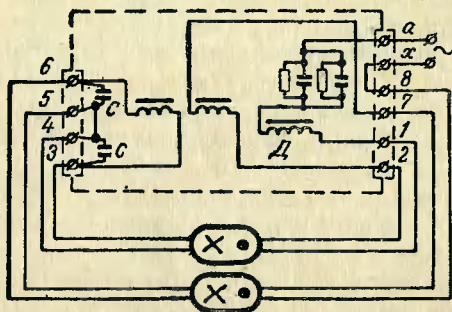


Рис. 36. Монтажная электрическая схема бесстартерного аппарата для последовательного включения двух ламп.

тируются. Во время чистки светильника необходимо проверить состояние контактных частей, целостность изоляций электрических цепей между собой и по отношению к корпусу светильника. Все обнаруженные неполадки немедленно устранить. Не реже одного раза в год необходимо проводить проверку величины сопротивления изоляции всех электрических цепей светильника между собой и по отношению к корпусу.

На работу ПРА и ламп оказывает сильное влияние напряжение в питающей сети. При значительном понижении напряжения от номинальной (свыше 10%) лампы могут не зажигаться. При повышении напряжения срок службы ламп сокращается.

Особенно опасна для ПРА длительная работа с неисправными стартерами (лампа не зажигается и накаливаются только ее концы). В этом случае ПРА перегревается и может сгореть. Необходима срочная замена стартеров.

При частых выходах ламп из строя до положенного срока службы необходимо такие светильники проверить, устранить неисправности и только после этого включать вновь в эксплуатацию.

При замене starters и ПРА следует убедиться в правильности подбора заменяющих элементов, предварительно проверить их исправность и только после этого включать светильник в эксплуатацию.

При обнаружении неисправности светильника надлежит произвести его проверку на месте установки, и, если будет установлена необходимость ремонта, такой светильник снимается и ремонтируется в мастерской.

Основные неисправности пускорегулирующих аппаратов. Пускорегулирующий аппарат в сочетании с люминесцентными лампами, starters и ламподержателями представляет собой довольно сложный монтажный узел, поэтому быстрое определение причин неисправности устройства и устранение их иногда представляет некоторые трудности. Это обстоятельство осложняется еще и тем, что одни и те же внешние проявления неисправностей светильников с люминесцентными лампами могут быть вызваны совершенно различными причинами. Неисправности светильника могут быть связаны с выходом из строя люминесцентных ламп, отказом в работе элементов пускорегулирующего аппарата, starters, ламподержателей, starterодержателей и нарушением изоляции монтажных проводов.

В связи с этим нельзя рассматривать неисправности пускорегулирующих аппаратов в отрыве от всего комплекса устройств.

Значительное число неисправностей и неполадок имеет место в первый период эксплуатации из-за ошибок при монтаже, реконструкции или ремонте светильников.

. При нарушении целостности изоляции проводов может произойти замыкание на корпус заземленного светильника. При симметрированном дросселе замыкание на корпус заземленного светильника приводит к увеличению тока, проходящего через балласт и лампу. Величина аварийного тока зависит от того, в каком месте схемы произошло замыкание на корпус. Если замыкание на корпус произошло на фазном проводе, соединяющем

одну секцию балласта с катодом лампы (рис. 37,а), то ток может достигнуть 15—20-кратной величины номинального. Так как величина тока короткого замыкания ограничивается индуктивным сопротивлением одной секции балласта, то предохранитель, установленный на группе, может не сработать и указанный ток в течение длительного времени будет проходить через балласт, обмотка которого может сгореть. Если замыкание на

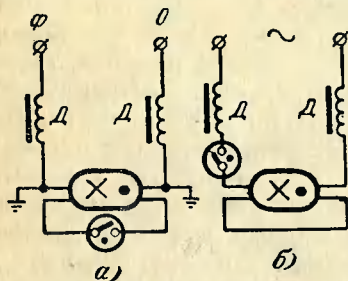


Рис. 37. Заземление проводника, соединяющего балласт и патрон лампы (а). Ошибка в схеме включения лампы и стартера (б).

корпус произойдет за лампой, то величина тока короткого замыкания будет несколько меньше. Однако его прохождение через катоды лампы может привести к их перегоранию. В случае, если лампа зажжется или замыкание произошло во время ее горения, ток возрастет в 1,5—2,0 раза по сравнению с номинальным, что приведет к резкому сокращению ее срока службы.

При ошибочном соединении проводов в ламподержателе, объединенном со стартеродержателем, может оказаться, что стартер включен последовательно с лампой (рис. 37,б). Лампа будет периодически всыхивать вблизи электродов, но не зажигаться.

О наличии неисправности в светильнике можно судить в большинстве случаев по режиму горения ламп.

При включении светильника лампа не зажигается, на концах лампы нет свечения. Причинами могут быть: неисправность в схеме светильника, низкое напряжение в питающей сети, плохой контакт между штырьками лампы или штырьками стартера с контактами патрона или стартеродержателя, обрыв или перегорание катодов лампы, неисправность стартера. При бесстартерных схемах включения: неисправность ПРА, отсутствие на лампе проводящей полосы (для схем, предназначенных только для ламп с проводящей полосой).

Авометром или другим прибором проверяют напряжение в сети, контрольной лампой — наличие напряже-

ния на вводах в патроны и стартеродержатели. При отсутствии напряжения проверяют электрическую схему светильника. Если обрыв проводов не обнаружен, то, следовательно, неисправен ПРА. Необходимо проверить качество контакта ламп в патронах и стартеров в стартеродержателе.

Катоды лампы накаливаются, но лампа не зажигается и не мигает. Причинами могут быть: ошибки в схеме, неисправность стартера, пробитие конденсатора для подавления радиопомех, замыкание на корпус.

В бесстартерных схемах включения: низкое напряжение сети, пробой резонансных конденсаторов или короткое замыкание части витков вторичной обмотки накаливаемого трансформатора, потеря эмиссии катодов ламп, низкая температура или высокая влажность окружающей среды. Контрольным прибором проверяют величину напряжения сети, меняют стартер, снимают конденсатор, проверяют изоляцию цепей по отношению к корпусу светильника и между собой, проверяют величину напряжения на катодах и на зажимах лампы.

При включении светильника наблюдается мигание лампы, но лампа не зажигается, имеется свечение только одного электрода.

Причинами могут быть: ошибки в схеме, шунтирование в цепи или патроне со стороны несветящегося электрода, замыкание выводов электродов лампы.

Лампу вынимают из патрона, поворачивают и снова вставляют в патрон. Если электрод начинает светиться, то лампа неисправна, имеет замыкание в патроне со стороны несветящегося электрода. При исправности патрона проверяют электрическую схему светильника.

Лампа мигает и не зажигается, при установке в другой светильник с такой же схемой включения горит нормально. Возможные причины: ошибки в схеме, неисправный стартер либо параметры стартера не соответствуют лампе, низкое напряжение сети, низкая окружающая температура, потеря эмиссии катодов лампы.

Проверяют напряжение сети, заменяется стартер, проверяют схему включения.

При включении лампы на ее концах вспыхивает оранжевое свечение, быстро исчезающее, лампа не зажигается.

Лампа неисправна и подлежит замене новой.

Зажигание лампы происходит нормально, однако через несколько часов работы появляется почернение ее концов, и лампа больше не зажигается.

Возможные причины: замыкание на корпус светильника, неисправность ПРА, неисправность лампы.

Проверяют целостность изоляции цепей светильника по отношению к корпусу светильника, проверяют величины пускового и рабочего тока ПРА.

Лампа зажигается нормально, но при ее горении появляется вращение разрядного шнура, наблюдаются перемещающиеся змеевидные яркие полосы.

Возможные причины: неисправна лампа; сильные колебания напряжения сети; пускорегулирующий аппарат вследствие его неисправности дает большой рабочий ток через лампу; на лампу оказывает влияние магнитное поле, созданное ПРА.

Проверяют величину тока через лампу в рабочем режиме; при недостаточном предварительном отжиге лампы такие явления могут наблюдаться в течение нескольких десятков часов и потом исчезают. Иногда помогают устранению отмеченного явления несколько раз произведенные отключения и включения ламп. При обнаружении повышенного поля рассеяния ПРА он должен быть заменен новым. Если перечисленные меры не дают удовлетворительных результатов, то следует заменить лампу.

Лампа зажигается нормально, но ее яркость по отношению к другим лампам заметно ниже.

Возможные причины: недостаточен ток, создаваемый ПРА через лампу в рабочем режиме, пониженное напряжение сети, неисправна лампа.

Проверяют рабочий ток аппарата, и, если он меньше допустимого, надо заменить ПРА. Проверяют напряжение сети. При исправности ПРА и нормальном напряжении заменяют лампу.

При включении лампы наблюдается быстрое перегорание ее катодов.

Причинами могут быть: неисправность ПРА, в схеме имеется замыкание на корпус светильника. В этих случаях ПРА подлежит замене, замыкание в схеме светильника должно быть устранено.

При включении светильника лампа нормально зажигается, но затем гаснет, потом вновь зажигается и опять гаснет и т. д.

Возможные причины: неисправна лампа, неисправен стартер.

Проверяют величину напряжения на горячей лампе; если оно в пределах допустимого, то неисправен стартер.

В практике эксплуатации может появиться ряд других неполадок, вызванных особенностями работы установок. Во всех случаях неисправностей светильников с люминесцентными лампами необходимо проводить тщательную проверку всех его элементов, устранять обнаруженные недостатки и не допускать эксплуатацию светильников с неустраненными неполадками, даже небольшими. Неисправность одного какого-либо элемента может привести к выходу из строя целой группы светильников и ее аварийному отключению. Тщательный учет имевших место неполадок в работе установки поможет правильно организовать ее эксплуатацию и проведение профилактических ремонтов оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К БЕССТАРТЕРНЫМ АППАРАТАМ

Балластные устройства, работающие при напряжении в питающей сети от 0,9 до 1,1 номинального, должны обеспечивать на зажигания ламп следующие напряжения холостого хода:

для ламп мощностью 15 и 20 *вт* минимальное (действующее) напряжение холостого хода 170 *в*, максимальное (амплитудное) напряжение холостого хода 345 *в*;

для ламп мощностью 30, 40 и 80 *вт* минимальное напряжение соответственно 210, 205 и 220 *в*, максимальное напряжение 400 *в*.

При напряжении сети 0,9 его номинальной величины балластное устройство должно обеспечивать на каждом катоде лампы в пусковом режиме напряжение накала не менее 8 *в*, а при 1,1 номинального не более 10 *в*. В рабочем режиме лампы напряжение на катоде должно быть не более 4,4 *в*.

Максимальный ток предварительного подогрева катодов при напряжении сети 1,1 номинального для ламп 15, 20, 30, 40 и 80 *вт* должно быть соответственно не больше 0,53, 0,65, 0,63, 0,75 и 1,6 *а*. Холодное сопротивление катодов для отечественных ламп 40 и 80 *вт* соответственно 6 и 4 *ом*; горячее сопротивление катодов для ламп 40 и 80 *вт* — 23 и 13 *ом*.

При проверке балластного устройства на перегрев при нормальном и аварийном режимах принимаются предельно допустимые превышения температуры, указанные в примечаниях к табл. 1.

Аварийные режимы, дающие наибольший перегрев при принятой схеме балластного устройства: лампа или одна из ламп не включена; один из катодов лампы оборван; лампа не зажигается, хотя цепь подогрева катода не повреждена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штурм Г. К., Пускорегулирующая аппаратура и схемы включения люминесцентных ламп, Изд-во иностранной литературы, 1961.

2. Лукачер В. Г., Осветительные устройства с люминесцентными лампами, Госэнергоиздат, 1959.

3. Волоцкой Н. В., Люминесцентные лампы и схемы их включения в сеть, Библиотека электромонтера, Госэнергоиздат, 1962.

4. Вознесенская З. С. и Скобелев В. М., Электрические источники света, Госэнергоиздат, 1957.

5. Волоцкой Н. В., Зильбер Д. А., Кнорринг Г. М., Люминесцентное освещение, Госэнергоиздат, 1955.

6. Константинов Б. А., Соколова К. И. и Шуметьева Г. Н., Коэффициент мощности $\cos \phi$ и способы его улучшения на промышленных предприятиях, Библиотека электромонтера, Госэнергоиздат, 1959.

7. Государственный стандарт ГОСТ 10237-62, Аппараты пускорегулирующие для люминесцентных ламп, Устройства балластные, Типы и общие технические требования.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Включение люминесцентных ламп в сеть	5
2. Стартерные схемы включения люминесцентных ламп	6
Одноламповые схемы включения	6
Двухламповые схемы включения	11
Лампа накаливания в качестве балласта люминесцентных ламп	12
3. Бесстартерные схемы включения люминесцентных ламп . . .	13
Схемы включения люминесцентных ламп с предваритель- ным подогревом катодов	13
Схемы включения люминесцентных ламп мгновенного зажига- ния	22
4. Конструкции пускорегулирующих аппаратов для люмине- сцентных ламп	23
Классификация и технические требования, предъявляемые к конструкциям аппаратов	23
Конструкция балластных дросселей	25
Конструкция стартерных пускорегулирующих аппаратов . .	37
Конструкция бесстартерных пускорегулирующих аппаратов	49
5. Проверка и устранение неполадок в работе пускорегулиру- ющих аппаратов	59
Приложение	70
Литература	71

Цена 12 коп.