

# Освещение.

## Люминесцентные лампы



# Преимущества люминесцентных ламп

**Для освещения вагонов широко применяют люминесцентные лампы, имеющие по сравнению с лампами накаливания ряд преимуществ. Основные из них:**

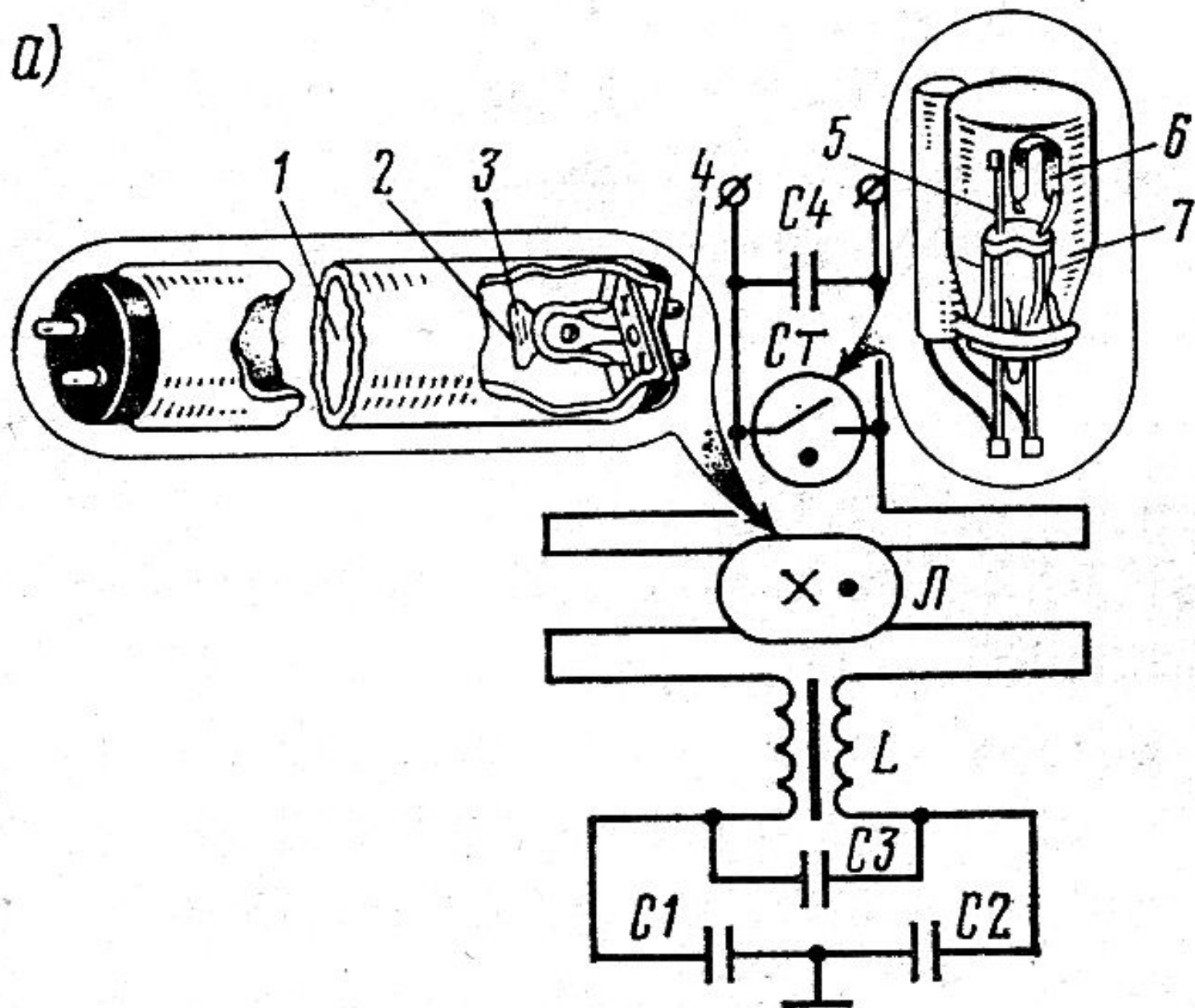
- более высокая световая отдача 50—75 лм/Вт у люминесцентных ламп и 7—10 лм/Вт у ламп накаливания (люмен – единица светового потока);**
- большой срок службы (соответственно 8—10 тыс. ч и 1000 тыс. ч),**
- лучший спектральный состав света;**
- более равномерное светораспределение за счет удлиненной формы лампы.**

# Устройство и принцип действия

**В люминесцентных лампах используется свойство некоторых веществ — люминофоров — светиться под влиянием ультрафиолетового излучения. Такое излучение создается при прохождении электрического тока в результате дугового разряда, возникающего в колбе лампы, заполненной парами ртути и нейтральным газом (например, аргоном).**

**Конструктивно люминесцентная лампа выполнена в виде стеклянной трубки 1 (рис. 132, а), покрытой с внутренней стороны люминофором. В зависимости от типа примененного люминофора свет, излучаемый им, может приобретать различную окраску. На пассажирских вагонах применяют лампы белого**

a)



**Трубка 1** заполнена нейтральным газом при низком давлении; внутри нее имеется также небольшое количество ртути для образования ртутных паров. На каждом конце трубки впаяно по два держателя 2, между которыми укреплен электрод 3, покрытый тонким слоем окиси бария для усиления термоэлектродной эмиссии. Лампы имеют штырьковые цоколи с контактными штырями 4, при помощи которых они закрепляются в патронах и включаются в электрическую сеть.

**При нагревании электродов током ртуть в лампе испаряется и в ней возникает дуговой разряд; образующееся при этом ультрафиолетовое излучение возбуждает видимое свечение люминофора.**

# Включение (пуск) ламп

В зависимости от способа пуска люминесцентные лампы подразделяются на лампы со стартерным пуском и лампы без стартера. Основными элементами схемы включения лампы Л со стартерным пуском являются стартер Ст, дроссель L и конденсаторы С1—С4. Стартер используют для предварительного разогрева электродов лампы для снижения напряжения, необходимого для зажигания в ней дугового разряда. Он включен параллельно лампе и состоит из колбы 7 с электродами 5 и 6, между которыми при наличии напряжения на зажимах лампы Л возникает тлеющий разряд.



**После возникновения тлеющего разряда биметаллический электрод 6 стартера нагревается и изгибается, вследствие чего он замыкается с электродом 5. При этом по вольфрамовым электродам 3 лампы начинает проходить ток, осуществляющий их подогрев. Ток подогрева составляет 1,2—1,8 номинального тока лампы. После замыкания электроды стартера охлаждаются и контакт между ними разрывается. Однако теперь уже возникает дуговой разряд на электродах лампы, так как они нагрелись током.**

**При возникновении дугового разряда напряжение, действующее между электродами 3 лампы, уменьшается и оказывается недостаточным для зажигания в стартере тлеющего разряда, поэтому электроды стартера остаются разомкнутыми. Если лампа не загорается, то стартер будет срабатывать до тех пор, пока лампа не зажжется. Зажигание лампы должно быть обеспечено за время не более 15 с и обычно происходит при двух - пяти срабатываниях стартера.**

**Дроссель L играет роль балластного устройства, ограничивающего протекающий через лампу ток и обеспечивающего устойчивую работу лампы в электрической цепи. После зажигания лампы происходит ионизация находящегося внутри нее газа, вследствие чего сопротивление лампы резко уменьшается и соответственно возрастает проходящий по ней ток.**

**Люминесцентные лампы имеют падающую вольт-амперную характеристику: чем больше ток, протекающий через лампы, тем меньше становится ее сопротивление, что создает условия для еще большего возрастания тока. Это приводит к нарушению устойчивой работы лампы. Дроссель рассчитывается так, чтобы падение напряжения на нем было приблизительно равно падению напряжения на лампе, вследствие чего суммарное падение напряжения на участке цепи «дроссель-лампа» будет при увеличении тока не уменьшаться, а возрастать.**

**Помимо ограничения тока и обеспечения устойчивой работы лампы, дроссель выполняет еще одну функцию: при разрыве стартером цепи предварительного подогрева электродов в нем индуцируется э. д. с. самоиндукции и возникает импульс напряжения, значительно превышающий напряжение в питающей сети и облегчающий, таким образом, зажигание лампы.**

**Наибольшее распространение получили дроссели с симметрированной обмоткой (см. рис. 132, а), состоящие из двух одинаковых частей, намотанных на общий сердечник и соединенных каждый последовательно с одним из электродов лампы. Такое разделение обмоток дросселя способствует уменьшению радиопомех, создаваемых лампой.**

**Так как дроссель обладает большой индуктивностью, то его включение в цепь питания лампы снижает коэффициент мощности установки до 0,5—0,6. Для его увеличения параллельно лампе подключают конденсатор С3 емкостью 3—5 мкФ; при этом коэффициент мощности составляет 0,85— 0,9.**

**Параллельно контактам стартера включен конденсатор С4, который вместе с дросселем определяет значение и длительность импульса напряжения, зажигающего лампу; он уменьшает также вероятность сваривания контактов, которое может произойти в результате образования электрической дуги в момент размыкания электродов.**

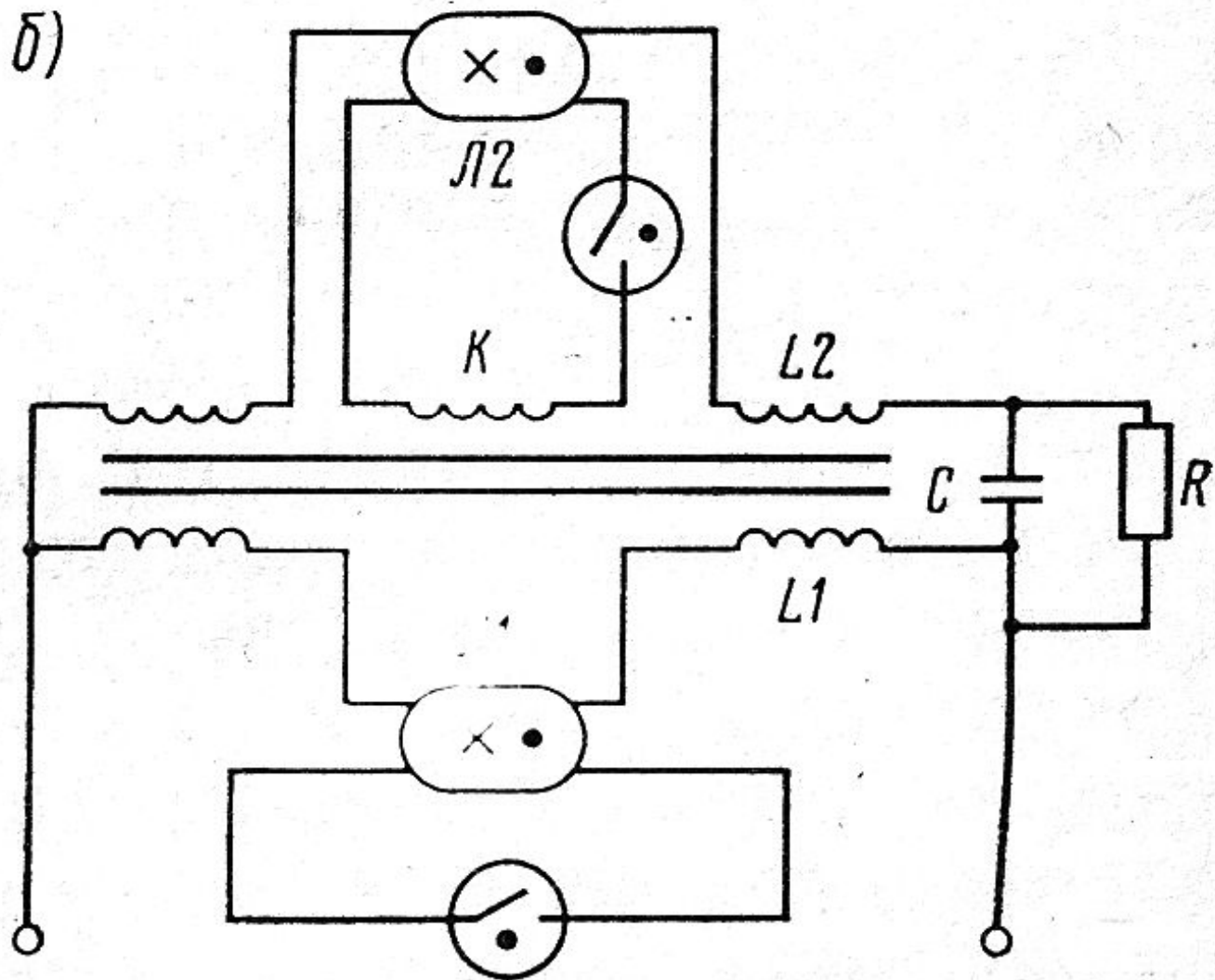
**Снижение уровня радиопомех, возникающих при горении лампы и генерируемых при следующих друг за другом включениях и выключениях электродов стартера, обеспечивается конденсатором С4 и фильтром С1 — С2, включенным на вход лампы.**



# **Двухламповая схема**

**Недостатком светильников с одной люминесцентной лампой является значительная пульсация светового потока, создаваемая лампой при ее питании током частотой 50 Гц; это приводит к зрительному утомлению. Для уменьшения пульсаций применяют двухламповую схему с расщепленной фазой (рис. 132, б).**

б)

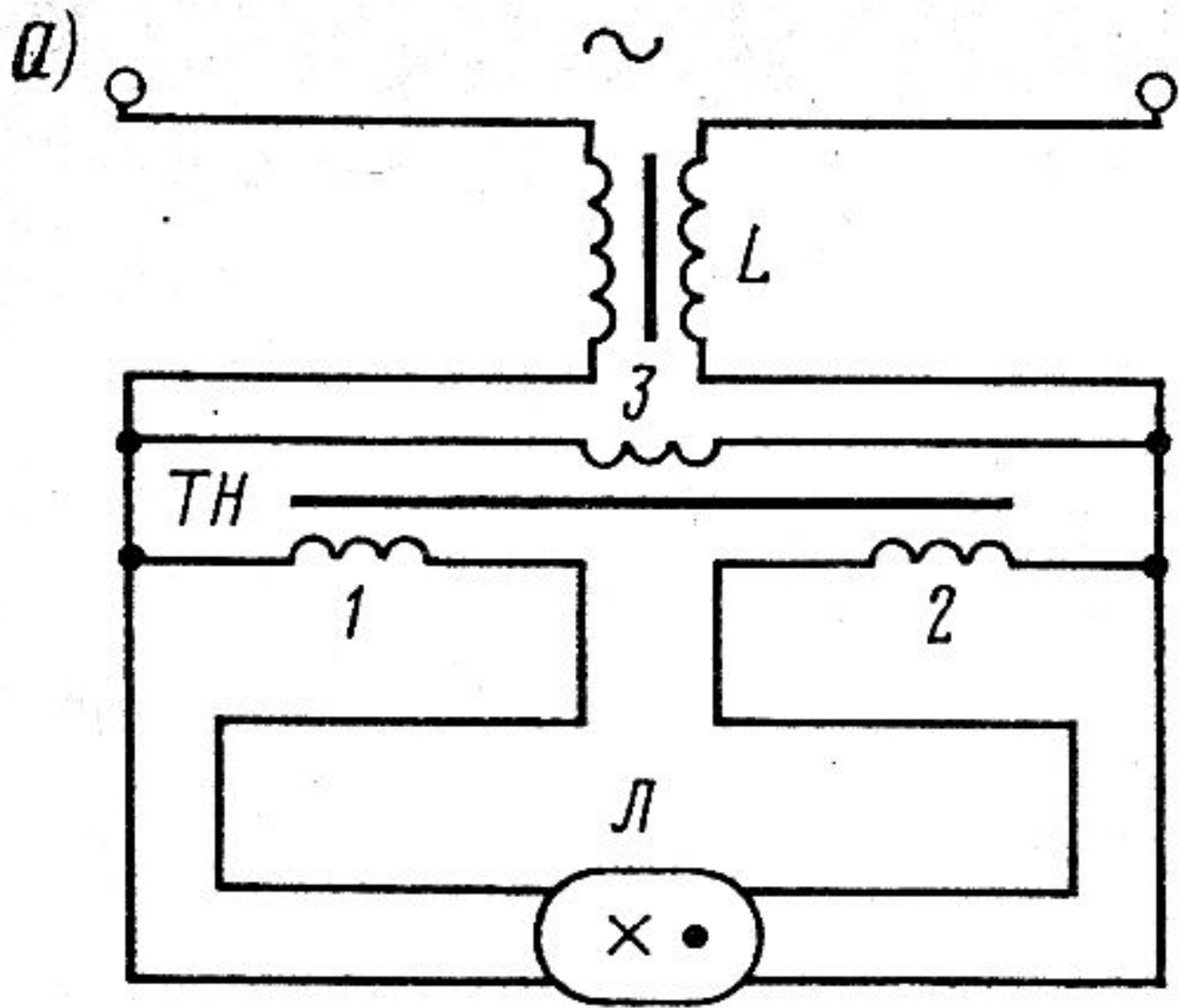


**При ее использовании в цепи ламп Л1 и Л2 включают, кроме дросселей L1 и L2, резистор R и конденсатор C, подобранные таким образом, чтобы в лампе Л1 ток отставал по фазе от напряжения на  $60^\circ$ , а в лампе Л2 опережал его на такой же угол. При этом пульсации светового потока в каждой лампе происходят с некоторым сдвигом во времени и пульсация суммарного светового потока светильника существенно уменьшается.**

**Во внешней цепи ток почти совпадает по фазе с питающим напряжением и коэффициент мощности всей схемы составляет 0,9—0,95. Для улучшения зажигания в двухламповой схеме ток предварительного подогрева увеличивают за счет частичной компенсации емкости конденсатора  $C$  введением компенсирующей катушки  $K$ . При замыкании электродов стартера компенсирующая катушка включается последовательно с дросселем  $L_2$  и конденсатором  $C$ , что приводит к возрастанию тока предварительного подогрева. После зажигания лампы катушка  $K$  отключается.**

# Бесстартерные схемы

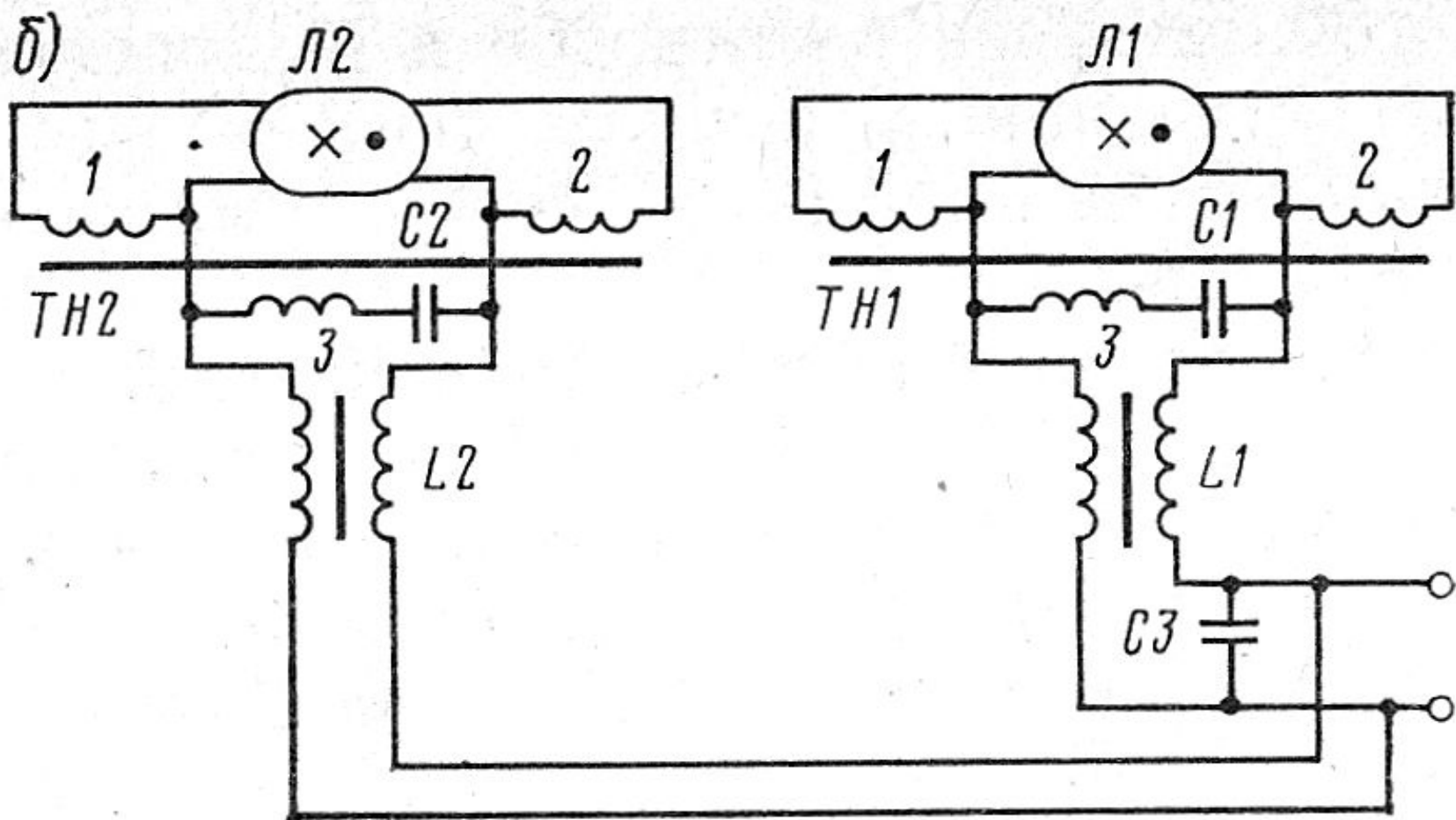
Стартерные схемы включения люминесцентных ламп имеют недостаточно высокую надежность (довольно часты выходы из строя стартеров). Кроме того, процесс зажигания в этих схемах сопровождается неприятным миганием и является источником радиопомех. Поэтому в настоящее время получили широкое распространение бесстартерные схемы включения люминесцентных ламп. В этих схемах предварительный подогрев электродов лампы осуществляют накальным трансформатором ТН (рис. 133, а).



**Трансформатор имеет две вторичные обмотки 1 и 2, которые соединяют таким образом, чтобы их напряжение суммировалось с напряжением, подаваемым на первичную обмотку 3 трансформатора. Ток, проходящий через электроды лампы, нагревает их, в результате чего лампа зажигается. После зажигания через дроссель L начнет проходить рабочий ток, который создает на нем падение напряжения. Поэтому напряжение на первичной обмотке трансформатора уменьшается примерно в 2 раза, что приводит к соответствующему снижению напряжения и тока подогрева.**

**При двухламповых светильниках для каждой лампы Л1 и Л2 (рис. 133, б) предусматривают отдельный накальный трансформатор ТН1 и ТН2, обмотки которых соединены по схеме, аналогичной рис. 132, б, и дроссели L1 и L2. Конденсаторы С1 и С2 предназначены для увеличения напряжения зажигания ламп, а конденсатор С3 — для повышения коэффициента мощности.**





# Преобразователи для ламп

Применение люминесцентных ламп вместо ламп накаливания позволяет из-за более высокой световой отдачи получить при той же установленной мощности значительно большую освещенность помещения. Так, например, для получения светового потока, излучаемого одной люминесцентной лампой ЛБ-40 мощностью 40 Вт, потребовалось бы шесть ламп накаливания типа Ж-54-40 общей мощностью 240 Вт.

**Люминесцентные лампы обладают также меньшей чувствительностью к колебаниям напряжения. Так, например, изменение на 1% напряжения в сети, питающей люминесцентную лампу, вызывает изменение ее светового потока на 1 — 1,5%, а срока службы — на 1,5—3%. У ламп накаливания эти значения составляют соответственно 3,7 и 10%. Однако при снижении напряжения питания на 10% и более от номинального люминесцентные лампы начинают гореть неустойчиво и при дальнейшем понижении могут погаснуть.**

**На вагонах для питания люминесцентных ламп используют электромашинные и полупроводниковые преобразователи. В первом случае частота выходного напряжения составляет 400 Гц, во втором — 500 Гц. Повышение частоты приводит к увеличению световой отдачи ламп, снижению массы пускорегулирующей аппаратуры и расхода материалов на ее изготовление.**

**Кроме того, при повышенной частоте снижается общее зрительное утомление в результате пульсаций светового потока ламп. У ламп, работающих на повышенной частоте увеличивается срок службы на 20—30% и замедляется уменьшение светового потока с течением времени. При повышении частоты более 400 Гц стартеры не обеспечивают надежного зажигания ламп, поэтому в этом случае могут быть использованы только бесстартерные схемы включения. В вагонах с централизованным электроснабжением люминесцентные лампы питаются от общей электрической сети вагона при частоте 50 Гц.**

**Источник:  
Зорохович, Либман, п 45**

# Вопросы

- 1. Преимущества люминесцентных ламп, их конструкция и принцип действия**
- 2. Стартерная схема включения ламп (с одной и двумя лампами)**
- 3. Бесстартерная схема включения ламп (с одной и двумя лампами)**
- 4. Почему для питания ламп нужны преобразователи, какую электроэнергию выдают преобразователи?**