



УКРАЇНА

(19) UA (11) 4127 (13) C1

(51) H 05 B 41/26

ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ЖИВЛЕННЯ ГАЗОРАЗРЯДНОЇ ЛАМПИ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) 93040330, 23.02.93

(46) 27.12.94. Бюл. № 6-1

(56) 1. Авторское свидетельство СССР № 1723676, кл. H 05 B 41/24, 1989 (прототип).

2. Авторское свидетельство СССР № 515317, кл. H 05 B 41/392, 1974 (прототип).

(71) Мале підприємство науково-виробнича фірма "Ріка-1" товариство з обмеженою відповідальністю

(72) Шахов Анатолій Іванович

(73) Приватне мале підприємство науково-виробнича фірма "Ріка-1" (UA)

(57) 1. Способ питания газоразрядной лампы, включающий подачу на ее выводы импульсов, длительность которых определена временем разгорания свечения плазмы до максимума, отличающийся тем, что подают однополярные импульсы постоянного тока пилообразной формы, средней линией которых является значение постоянного тока номинальной мощности газоразрядной лампы, а амплитуда относительно средней линии составляет 0,3 – 1,0 постоянного тока номинальной мощности лампы.

2. Способ питания по п.1, отличающийся тем, что длительность нарастания переднего фронта пилообразного импульса равна времени разгорания свечения плазмы до максимума.

2

3. Способ питания по пп.1, 2, отличающийся тем, что длительность спада заднего фронта пилообразного импульса равна времени затухания свечения плазмы.

4. Устройство питания газоразрядной лампы, содержащее ключ, соединенный первым силовым выходом через фильтр, включающий дроссель и демпфирующий диод, с газоразрядной лампой, а вторым – с источником питания, включенный последовательно в цепь фильтра датчик тока, содержащий два измерительных элемента, и соединенный с демпфирующим диодом, а также через транзисторный узел управления – с управляющим входом ключа, причем источник питания, лампа и демпфирующий диод соединены общей шиной, отличающийся тем, что датчик тока соединен с дросселем, измерительные элементы датчика тока соединены последовательно между собой, средней точкой они соединены с первым силовым выходом ключа, а крайними выводами включены в базу-эмиттерную цепь транзистора узла управления, снабженного блоком запуска, узел управления содержит дополнительно два диода, первыми выводами подключенных в прямой проводимости к коллектору транзистора узла управления, а вторыми выводами – к управляющему входу ключа, причем первый диод непосредственно, а второй – через блок запуска.

Изобретение относится к области электротехники и предназначено для импульсного питания газоразрядных ламп,

преимущественно высокого и сверхвысокого давления, используемых в осветительных установках.

(19) UA (11) 4127 (13) C1

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ питания газоразрядной лампы (1), включающий подачу на ее выводы питающего напряжения пакетами прямоугольных импульсов высокой частоты с длительностью пакета, равной времени разгорания свечения плазмы, и паузой между пакетами, равной времени затухания свечения плазмы. Длительность пакета при питании лампы таким способом составляет  $5 \cdot 10^{-5}$  с, длительность паузы —  $3,95 \cdot 10^{-3}$  с.

Недостатком известного способа является низкая светоотдача газоразрядной лампы.

Недостаток обусловлен тем, что в известном способе неполно используются особенности кинетики свечения плазмы. При подаче питающего напряжения пакетами импульсов большое количество энергии расходуется неэффективно, так как энергии подается больше, чем необходимо для образования и разгорания свечения плазмы. Подача любого избыточного количества энергии не способствует мгновенному нарастанию тока в плазме. Поэтому до достижения тока величины, необходимой для образования и разгорания свечения плазмы, энергия при таком способе питания газоразрядной лампы расходуется нерационально и лампа имеет низкую светоотдачу на единицу подводимой мощности.

При паузе между пакетами импульсов, равной времени затухания свечения плазмы, ток в лампе отсутствует и происходит практически полное затухание свечения плазмы. На лампе возникает стробоскопический эффект, обуславливающий низкую светоотдачу лампы и вредное воздействие на потребителя.

При питании лампы таким способом коэффициент формы тока из-за большой скважности превышает 2, что отрицательно сказывается на ресурсе работы лампы.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство питания газоразрядной лампы (2), содержащее ключ, соединенный первым силовым выходом через фильтр, включающий дроссель и демпфирующий диод, с газоразрядной лампой, а вторым — с источником питания, датчик тока, включенный последовательно в цепь фильтра между газоразрядной лампой и демпфирующим диодом и соединенный через узел управления с управляющим входом ключа, где источник питания, лампа и демпфирующий диод соединены общей шиной.

Ключ, входящий в устройство, представляет собой силовой транзистор. Датчик тока, содержащий два измерительных элемента, соединенных параллельно, выполнен в виде моста, одна ветвь которого образована туннельным диодом и резистором, а вторая — вторым резистором и диодом, катод которого соединен с катодом туннельного диода. Узел управления представляет собой транзистор с проводимостью, обратной по отношению к силовому транзистору, коллектором подключенный к базе силового транзистора, а эмиттерным переходом — к диагонали моста.

Недостатком известного устройства является то, что оно имеет низкую удельную светоотдачу на единицу подводимой мощности и не обеспечивает наивысшую светоотдачу лампы на ватт потребляемой из сети мощности. Обуславливается это тем, что устройство характеризуется большими потерями при передаче мощности от источника питания к газоразрядной лампе. Эти потери обусловлены конструктивным выполнением устройства и его элементов — датчика тока, узла управления и ключа и определяются значительным падением напряжения

на ветвях моста, в частности, ветви, образованной диодом и резистором;

на ключе — силовом транзисторе, в цепь базы которого включены транзистор и диоды, падение напряжения на которых не только характеризуется температурной зависимостью, но и определяется их собственными технологическими параметрами.

Падение напряжения на элементах устройства приводит к потерям мощности, передаваемой от источника питания к нагрузке. При этом скорость подведения и снятия энергии на лампе меньше скорости образования плазмы. Лампа работает в неэффективной области.

В установившемся режиме данное устройство не обеспечивает всплески излучения, которые необходимы для высокой светоотдачи лампы.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ питания газоразрядной лампы так, чтобы оптимизировать процесс ионизации и деионизации плазмы газа, заполняющего газоразрядную лампу, обеспечив получение всплесков излучения плазмы путем изменения режимов проведения способа, что повысит светоотдачу лампы на единицу подводимой мощности.

В основу изобретения поставлена также задача усовершенствовать устройство питания газоразрядной лампы, реализующее этот способ, так чтобы с высокой точностью

осуществлялось автономное регулирование порога срабатывания и порога отпускания ключа и при этом минимизировать потери мощности в устройстве, путем изменения связей в устройстве и нового конструктивного выполнения его элементов, что приведет к повышению светотдачи лампы на единицу подводимой к лампе мощности и ватт потребляемой из сети мощности.

Технический результат – повышение светотдачи газоразрядной лампы на единицу подводимой мощности – достигается тем, что в способе питания газоразрядной лампы, включающем подачу на ее выводы импульсов, длительность которых определена временем разгорания свечения плазмы до максимума, новым является то, что подают однополярные импульсы постоянного тока пилообразной формы, средней линией которых является значение постоянного тока номинальной мощности газоразрядной лампы, а амплитуда относительно средней линии составляет 0,3–1 постоянного тока номинальной мощности лампы. При этом длительность нарастания переднего фронта пилообразного импульса равна времени разгорания свечения плазмы, а длительность спада заднего фронта пилообразного импульса равна времени затухания свечения плазмы.

При использовании предлагаемого способа питания газоразрядной лампы, в особенности лампы высокого или сверхвысокого давления, максимально используются особенности кинетики свечения плазмы.

Длительность нарастания переднего фронта импульсов, определения временем разгорания свечения плазмы до максимума, составляет, например, для ртутных ламп, примерно  $5 \cdot 10^{-5}$  с. При подаче однополярных импульсов постоянного тока пилообразной формы такой длительности с амплитудой, составляющей 0,3–1 постоянного тока номинальной мощности лампы, скорость подачи энергии превышает скорость образования плазмы, а скорость снятия энергии превышает скорость затухания плазмы. При таком режиме работы плазма дает всплески излучения.

Величина всплесков излучения зависит от скорости изменения тока в лампе. Так, при подаче на лампу постоянного тока, ствол разряда между электродами лампы тонкий, имеет стабильный диаметр, при этом не происходит образования новых ионов, так как новые частицы не вовлекаются в процесс ионизации и деионизации газа. При подаче на лампу переменного тока при частоте 50 Гц процесс ионизации и деиони-

зации газа имеет некоторую динамику, диаметр ствола разряда несколько больше, однако скорость изменения тока мала и поэтому в каждом определенном промежутке времени рекомбинация ионов происходит быстрее, чем изменяется ток.

При питании газоразрядной лампы однополярными импульсами постоянного тока пилообразной формы скорость изменения величины тока превышает скорость ионизации и деионизации газа. При нарастании переднего фронта импульса, т.е. при увеличении тока на лампе в стволе разряда имеется недостаточное для пропускания заданной величины тока количество ионов, в результате чего возрастает напряжение на дуге, что сопровождается интенсивным образованием новых ионов. Это связано с вовлечением новых частиц в процесс ионизации газа. При этом увеличивается диаметр ствола разряда – дуги, возрастает скорость движения ионов, происходит их рекомбинация с выбросом фотонов света, то есть происходит всплеск излучения плазмы.

При спадающем заднем фронте импульса, т.е. при уменьшении тока, количество ионов в стволе разряда превышает то количество, которое необходимо для проведения тока, величина которого задана в данный момент времени. Ионы выбрасываются из ствола разряда и рекомбинируют с выбросом фотонов света. В стволе разряда появляется много нейтральных атомов. Далее процесс повторяется с каждым нарастанием и спаданием импульса. Благодаря всплескам излучения количество отдаваемого лампой света увеличивается без дополнительных затрат энергии.

Амплитуда импульса выбирается такой, чтобы обеспечить очередное нарастание тока при неполной ионизации плазмы, в этом случае очередной разряд успевает развиваться до затухания лампы. Таким образом, при питании газоразрядной лампы импульсами постоянного тока пилообразной формы достигается фоновое свечение лампы, так как даже при амплитуде, равной величине постоянного тока номинального тока номинальной мощности, ток, снижаясь до нуля, тут же начинает нарастать опять, благодаря чему не происходит затухания свечения плазмы. Изменяя амплитуду от 0,3 до 1 постоянного тока номинальной мощности, меняют глубину фонового свечения. Достигаемое фоновое свечение и всплески излучения обуславливают высокую светотдачу лампы. Глубина фонового свечения подбирается для конкретного типа газоразрядной лампы и ее положения в пространстве – вертикального или горизонтального.

Экспериментально установлено, что амплитуда, составляющая 0,3–1 постоянного тока номинальной мощности, является необходимой и достаточной при подаче однополярных импульсов постоянного тока пилообразной формы для решения поставленной задачи и обеспечения желаемого технического результата.

Если амплитуда составляет менее чем 0,3 постоянного тока номинальной мощности, светотдача лампы снижается, так как ток становится практически постоянным по величине, снижаются скорость подачи и скорость снятия энергии, нет всплесков излучения плазмы.

Если амплитуда больше значения постоянного тока номинальной мощности, импульсы становятся двуполярными, тогда как настоящим изобретением предлагается использовать только однополярные импульсы. Кроме того, при использовании таких импульсов возникает стробоскопический эффект, снижается ресурс работы лампы, так как коэффициент формы тока превышает два, что является недопустимым для газоразрядной лампы.

Длительность нарастания переднего фронта пилообразного импульса равна времени разгорания свечения плазмы до максимума, что обеспечивает максимальное излучение плазмы и максимальную светотдачу лампы. При меньшей длительности не обеспечивается полное разгорание свечения плазмы. При большей длительности имеет место нерациональный расход энергии.

Длительность спада заднего фронта пилообразного импульса равна времени затухания свечения плазмы, что необходимо и достаточно для деионизации газа. При этом длительность спада заднего фронта пилообразного импульса равна или несколько больше длительности нарастания переднего фронта. При недостаточной длительности газ не успевает деионизироваться, что не позволяет получить всплеск излучения. Если длительность спада заднего фронта пилообразного импульса больше времени затухания свечения плазмы, не используется кинетика свечения плазмы, на лампе возникает стробоскопический эффект.

Таким образом, при изменении длительности нарастания переднего фронта или спада заднего фронта пилообразного импульса снижается светотдача лампы.

Указанный технический результат – повышение светотдачи на единицу подводимой мощности – достигается тем, что в известном устройстве питания газоразряд-

ной лампы, содержащем ключ, соединенный первым силовым выходом через фильтр, включающий дроссель и демпфирующий диод, с газоразрядной лампой, а вторым – с источником питания, датчик тока, содержащий два измерительных элемента, включенный последовательно в цепь фильтра, и соединенный с демпфирующим диодом, а также через транзисторный узел управления – с управляющим входом ключа, причем источник питания, лампа и демпфирующий диод соединены общей шиной, новым является то, что измерительные элементы датчика тока соединены последовательно между собой, средней точкой они соединены с первым силовым выходом ключа, а крайними выводами включены в базу-эмиттерную цепь транзистора узла управления, снабженного блоком запуска, узел управления содержит дополнительно два диода, первыми выводами подключенные в прямую проводимости к коллектору транзистора узла управления, а вторыми выводами – с управляющим входом ключа, причем первый диод непосредственно, а второй – через блок запуска.

Введение новых связей между элементами и новое выполнение предлагаемого устройства обеспечивает высокую точность автономного регулирования порога срабатывания и порога отпускания ключа, сводит до минимума потери мощности в предлагаемом устройстве, что приводит к повышению светотдачи на единицу подводимой мощности. Данное устройство обеспечивает также регулирование амплитуды импульсов постоянного тока пилообразной формы в соответствии с заявляемым способом питания газоразрядной лампы, что также способствует повышению светотдачи лампы.

Это обеспечивается тем, что резистор, являющийся измерительным элементом, включенный в цепь "ключ-дроссель" и установленный после демпфирующего диода позволяет с высокой точностью регулировать порог срабатывания ключа, а также длительность и амплитуду нарастания переднего фронта импульса пилообразной формы. Два последовательно включенных резистора в цепь фильтра между дросселем и демпфирующим диодом, соединенные между собой последовательно, средней точкой соединенные с первым силовым выходом ключа, а крайними выводами включенные в базу-эмиттерную цепь транзистора узла управления, обеспечивают надежное регулирование порога отпускания ключа, а также длительности и амплитуды спада заднего фронта импульса пилообразной формы.

Такое включение измерительных резистивных элементов обеспечивает контроль величины подаваемого на лампу тока как при включении ключа, так и при его выключении, что делает возможным жесткое задание режимов работы ключа и точность регулирования порога срабатывания и порога отпускания.

Узел управления содержит два дополнительных диода, первыми выводами подключенные в прямой проводимости к коллектору транзистора узла управления, а вторыми выводами — с управляющим входом ключа, причем первый диод непосредственно, а второй — через блок запуска. При таком выполнении узла управления входящие в него диоды включены не в цепь базы, где их влияние велико, а в цепь коллектора. В цепи коллектора влияние зависимости их параметров от индивидуальных технологических свойств и температуры сведено к минимуму, так как напряжение коллектора значительно больше напряжения базы.

Кроме того, автономное регулирование порога срабатывания и порога отпускания ключа дает возможность устранить разброс параметров элементов, возникающий при серийном производстве устройства. Это также обеспечивает повышение точности управления током лампы в заданный момент времени.

При использовании предлагаемого устройства для питания газоразрядной лампы однополярными импульсами постоянного тока пилообразной формы потери мощности, передаваемой от сети к лампе сведены к минимуму, так как значительно снижено падение напряжения на датчике тока и на ключе за счет того, что в датчике тока используют последовательно соединенные резисторы с небольшим сопротивлением (причем ток от ключа проходит только через один резистор датчика тока), а не балластные с большим сопротивлением, используемые в прототипе, а дополнительные диоды включены в цепь коллектора узла управления, где величина тока мала.

На фиг.1 приведена блок-схема устройства питания газоразрядной лампы.

На фиг.2 приведены диаграммы, поясняющие работу устройства:

а) изменение во времени напряжения на ключе;

б) изменение тока на газоразрядной лампе;

в) изменение напряжения на газоразрядной лампе;

г) изменение напряжения на коллекторе транзистора узла управления.

Устройство содержит ключ 1, который соединен первым силовым выходом через фильтр, включающий дроссель 2 и демпфирующий диод 3 с газоразрядной лампой 4, а вторым — с источником питания (на чертеже не показан), измерительные элементы 5, 6 датчика тока, включенные последовательно между демпфирующим диодом 3 и дросселем 2. Средняя точка измерительных элементов 5, 6 датчика тока соединена с первым силовым выходом ключа 1. Устройство содержит также узел управления 7, включающий транзистор 8, блок запуска 9 и диод 10 и 11, подключенные первыми выводами в прямой проводимости к коллектору транзистора 8. Вторым выводом диод 10 подключен к управляющему входу ключа 1 непосредственно, а диод 11 — через блок запуска 9. База транзистора 8 через резистор 12 включена в цепь фильтра между демпфирующим диодом 3 и измерительным элементом 5.

Измерительные элементы 5, 6 датчика тока соединены через узел управления 7 с управляющим входом ключа 1.

Ключ 1 и блок запуска 9, представленные в сущности изобретения на уровне функционального обобщения, при испытании заявляемого устройства реализованы следующим образом.

Ключ 1 содержит транзистор 13, токовый трансформатор 14, диод 15, резисторы 16, 17. Первичная обмотка 18 трансформатора 14 соединена последовательно с коллектором транзистора 13. Один вывод базовой вторичной обмотки 19 трансформатора 14 соединен с эмиттером транзистора 13. Вторым вывод базовой вторичной обмотки 19 соединен с базой транзистора 13 через диод 15 и резистор 16, подключенные параллельно между собой. Вторичная обмотка управления 20, выполненная отдельно или совмещенная с базовой обмоткой 19, соединена одним выводом с эмиттером транзистора 8, а вторым через диод 11 с коллектором транзистора 8. Резистор 17 подключен одним выводом к выводу обмотки 20, а вторым — к выводу резистора 16.

Блок запуска 9 узла управления 7 содержит однопериодный транзистор 21, резисторы 22, 23, 24, стабилитрон 25 и конденсатор 26.

**Пример.** На газоразрядную лампу типа ДРЛ-250 подавали питание с помощью заявляемого устройства для питания газоразрядных ламп, генерирующего однополярные импульсы постоянного тока пилообразной формы с заданной амплитудой и заданной длительностью нарастания

переднего фронта и спада заднего фронта импульса.

Лампу для испытаний помещали лабораторный фотометрический шар, поверхность которого покрыта белой краской. На поверхности шара установлено фотозлемент. Через экран, установленный между лампой и поверхностью шара, свет отражается от поверхности шара, попадает на фотозлемент и сравнивается с эталонным источником света.

Испытания проводили при постоянном напряжении 220 В. Одновременно проводили испытания при питании газоразрядной лампы постоянным и переменным током при частоте 50 Гц и способом, известным из прототипа.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Как видно из таблицы наивысшую светотдачу газоразрядная лампа типа ДРЛ-250 имеет при амплитуде пилообразного импульса 0,8 постоянного тока номинальной мощности. При амплитуде менее 0,3 In ток становится практически постоянным. Амплитуда выше 1,0 In противоречит предмету изобретения — импульс должен быть однополярным.

Заявляемое устройство, обеспечивающее реализацию способа питания газоразрядной лампы, работает следующим образом.

При подключении устройства к источнику питания ключ 1 открыт. От положительного полюса источника питания ток проходит через ключ 1, измерительный элемент 6 дросселя 2, газоразрядную лампу 4 к отрицательному полюсу источника питания. Скорость нарастания тока задается дросселем 2 и выбирается такой, чтобы обеспечить оптимальную скорость нарастания тока лампы 4. При нарастании тока на лампе 4 (см. фиг.2,б) увеличивается падение напряжения на измерительном элементе 6, достигая порога срабатывания транзистора 8 узла управления 7. Ток с управляющего входа ключа 1 проходит через диод 10 и транзистор 8, вызывая лавинное закрывание ключа 1. Напряжение на ключе 1 (см. фиг.2,а) до срабатывания транзистора 8 равно нулю. Транзистор 8 начинает приоткрываться раньше, чем срабатывает ключ 1 (см. фиг.2,г). Ток за счет ЭДС самоиндукции дросселя 2 протекает по замкнутому контуру: дроссель 2, лампа 4, демпфирующий диод 3, измерительные элементы 5, 6, дроссель 2. На базу транзистора 8 подается сигнал, соответствующий сумме падений напряжения на измерительных элементах 5, 6, что обеспечит глубокое насыщение транзистора 8.

Для исключения возможности запуска ключа 1 при открытом транзисторе 8 в устройство введён дополнительно диод 11, блокирующий подачу запускающих импульсов с блока запуска 9 на ключ 2. Кроме этого, введенные дополнительно диоды 10 и 11 обеспечивают развязку цепей управляющего входа ключа 1 и блокирующего входа блока запуска 9.

По мере вывода энергии из дросселя 2 на лампу 4 ток лампы 4 уменьшается до величины порога отпущения транзистора 8. Величина тока порога отпущения транзистора 8 задается суммой падений напряжений на измерительных элементах 5, 6, а величина тока порога срабатывания — падением напряжения на измерительном элементе 6.

После закрывания транзистора 8 блок запуска 9 обеспечивает быстрое включение ключа 1 и процесс нарастания тока лампы 4 повторяется. Ток лампы 4 нарастает от величины, заданной суммой напряжений на измерительных элементах 5, 6, до величины, заданной измерительным элементом 6. Напряжение на лампе 4 изменяется от минимума до максимума по такой же форме, что и ток (см. фиг.2, в), но запаздывает по фазе относительно тока.

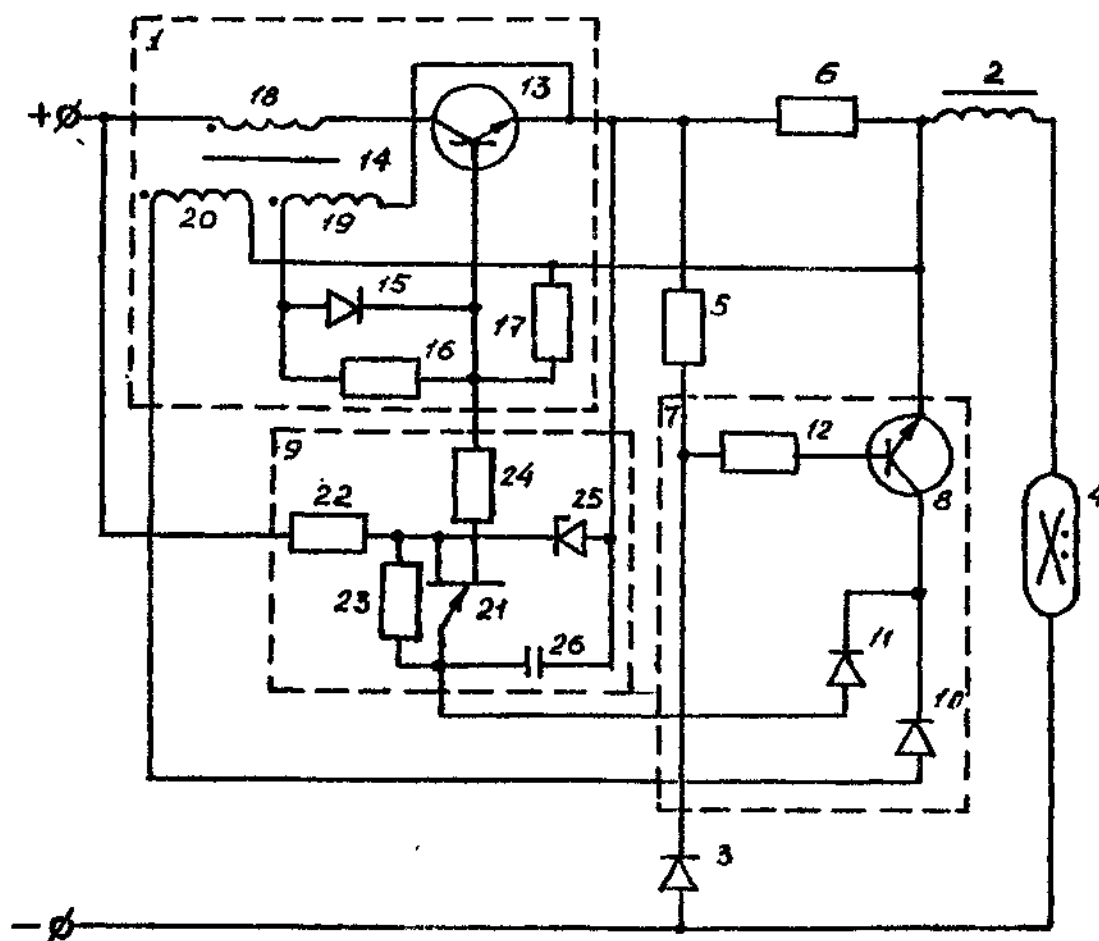
Таким образом, изменяя индуктивность дросселя 2, соотношение между резистивными измерительными элементами 5 и 6, обеспечивают необходимую длительность и величину нарастания или уменьшения тока лампы 4 и тем самым достигают максимальной светотдачи лампы 4 на единицу подводимой мощности.

50

№№ пп	Подаваемый на лампу ток	Мощность, подводимая к лампе, Вт	Светотдача лампы, лм/Вт
1	Переменный, 50 Гц	250	49,5
2	Постоянный	250	50,0

Продолжение таблицы

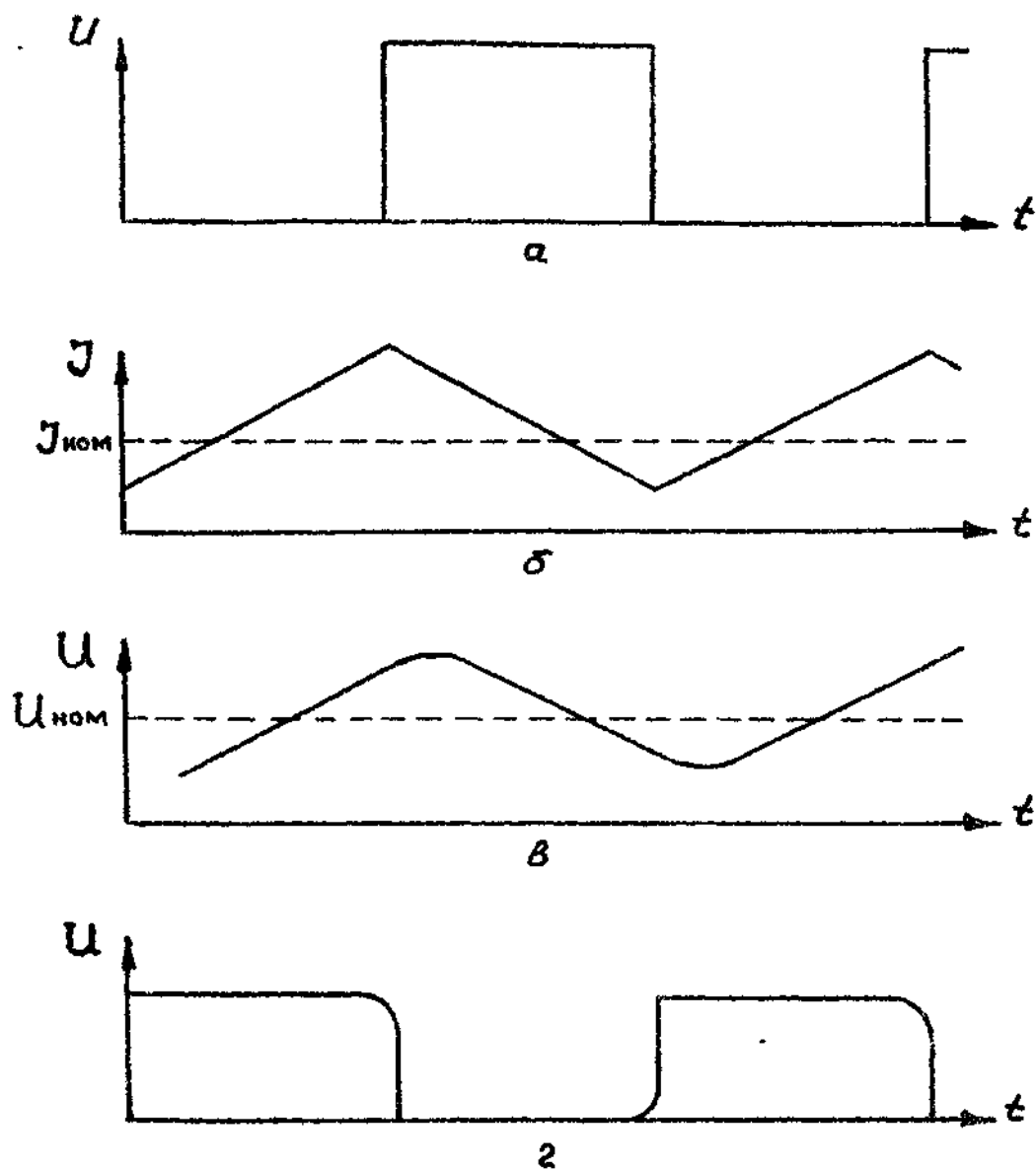
№№ пп	Подаваемый на лампу ток	Мощность, подводимая к лампе, Вт	Светоотдача лампы, лм/Вт
	Однополярные импульсы постоянного тока пилообразной формы с амплитудой относительно номинального тока постоянной мощности:		
3	0,3 I <sub>н</sub>	250	54,0
4	0,5 I <sub>н</sub>	250	56,0
5	0,8 I <sub>н</sub>	250	58,0
6	1,0 I <sub>н</sub>	250	57,0
7	По прототипу	250	51,2



ФУ.2.1

051

4127



Фиг. 2

Упорядник А Шахов

Техред М.Моргентал

Коректор А.Козориз

Замовлення 583

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101