

## РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ДУГОВЫХ ЛАМП

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко» Белорусского государственного университета.  
Минск, Республика Беларусь. titovitsky@bsu.by

Проанализированы методы построения и исследована эффективность серийных источников электропитания высоковольтных дуговых ламп. Исследованы взаимосвязи тепловых и энергетических характеристик источников электропитания осветительных устройств с высоковольтными дуговыми лампами. Разработан и изготовлен источник питания мощностью 150 Вт.

Высоковольтные дуговые лампы типа ДНАТ, ДНАЗ и др. являются наиболее энергоэффективными осветительными приборами. Их КПД достигает 92% [ 1 ] , Поэтому в настоящее время они наиболее распространены.

Основная область применения этих ламп - освещение улиц и автомобильных трасс, больших помещений предприятий, сельскохозяйственных теплиц и т.д.

Для дуговых высоковольтных натриевых ламп используются два типа источников электропитания – дроссельный и электронный.

В первом случае в качестве ограничителя тока дуги лампы используется электромагнитный дроссель. Эти источники обладают очень высокой надежностью и дешевизной. Они наиболее распространены. Основной их недостаток - низкий КПД: 75- 85%.

В современных источниках электропитания дуговых ламп применяются электронные системы регулировки тока на базе инвертора напряжения – ЭПРА. Однако, наличие двух последовательно соединенных транзисторов в одном плече цепи питания трансформатора инвертора серьезно снижает надежность и экономичность устройства.

КПД таких источников составляет 85-90 %. Но они сложны в производстве, содержат большое количество электронных компонентов, поэтому недостаточно надежны и в несколько раз дороже предыдущего варианта.

Цель данной разработки состоит в повышении экономичности и надежности источников питания высоковольтных дуговых осветительных ламп типа ДНАТ, ДНАЗ и др.

Для решения этой задачи были:

1. проанализированы особенности методов построения и исследована эффективность различных типов серийных источников электропитания высоковольтных дуговых ламп в непрерывном длительном (сотни часов) режиме горения;

2. исследованы взаимосвязи тепловых и энергетических характеристик источников электропитания осветительных устройств с высоковольтными дуговыми лампами;

3. разработан и изготовлен источник питания мощностью 150 Вт, который испытан в промышленном осветительном устройстве типа ЖКУ16-150 У1.

ВАХ дуговой лампы очень нелинейная и обладает несколькими характерными участками. Отметим три наиболее важных из них.

ВАХ дуговой лампы при постоянном токе имеет положительный наклон и она близка к линейной.

При скоростях изменения тока дуги более  $10^6$  А/с за счет инерционности теплофизических процессов, протекающих в катодных пятнах дуги, ВАХ существенно меняется.

При нарастании тока напряжение горения резко нарастает и достигает сотен вольт, в несколько раз превышая значение в стационарном режиме.

При снижении тока дуги с теми же скоростями происходит снижение напряжения горения ниже значения характерного для постоянного тока. Сложный характер ВАХ дуговых ламп необходимо учитывать при разработке силовых узлов и схемы управления источником электропитания дуговых ламп.

Анализ серийных источников электропитания высоковольтных дуговых ламп показал перспективность импульсных (ключевых) источников электропитания.

В сравнении с дроссельными и инверторными источниками питания импульсные источники надежнее, экономичнее, дешевле. КПД этих источников доходит до 95- 98%. Они значительно проще инверторных преобразователей и поэтому намного надежнее.

В сравнении с дроссельными источниками питания импульсные источники обладают значительным превосходством в экономичности, они меньше по массе и габаритам.

При разработке были проведены исследования взаимосвязанных электрических и теплофизических процессов, происходящих при работе импульсного источника питания.

Для минимизации тепловых потерь в источнике питания и снижения массы и габаритов охладителей силовых элементов необходимо максимально увеличивать скорость нарастания или спада тока в ключевых транзисторах. Но при увеличении скорости изменения тока ключевых транзисторов вследствие наличия паразитных индуктивностей в силовых цепях источника, резко возрастает до нескольких сотен вольт напряжение на их электродах. Указанные выше значительные перенапряжения являются губительными для силовых элементов и недопустимы для надежной работы источника питания.

Снизить тепловую нагрузку на силовые элементы источника питания можно простым увеличением теплоотвода.

Охладителями силовых транзисторов, как правило, являются алюминиевые радиаторы. Поэтому целенаправленное снижение массы и габаритов радиаторов приводит к значительному удешевлению источника, что особенно важно при производстве сотен тысяч таких устройств.

Снизить перенапряжение на ключевых транзисторах значительно сложнее. Для этого в разработанном источнике использован комбинированный демпфер - RC-VD-CR.

Эти исследования показали, что для каждого конкретного направления применения источника необходима оптимизация режима его работы с учетом реальных условий и требований заказчика

На основании проведенных исследований нами разработан источник электропитания для натриевых высоковольтных дуговых ламп типа ДНАТ и ДНАЗ мощностью 150 Вт.

В качестве силовых элементов использованы полевые N - каналные транзисторы с изолированным затвором.

Схема управления этими силовыми элементами, разработанная нами, универсальна и применяется во многих типах созданных нами вторичных источников питания, как инверторных и конверторных, так и импульсных (ключевых) с мощностью от 100 Вт до 15 кВт.

Применение этой схемы управления значительно расширило технические и эксплуатационные возможности источника питания натриевых ламп.

Во-первых, в отличие от серийных источников питания, схема управления позволяет пользователю менять величину светового потока дуговой лампы, т.е. позволяет получать световой поток, модулированный по амплитуде или частоте. Такие режимы работы натриевых дуговых ламп особенно необходимы при освещении растений в промышленных теплицах. В последнее время обширные исследования стимуляции растений световыми импульсами, проведенные специалистами разных стран [2], позволили обнаружить следующую закономерность. Если освещать растения не постоянным световым потоком, а импульсным длительностью 100-400 мс со скважностью 1-10, то значительно повышаются качество и урожайность продукции на единицу площади теплицы. Для разных растений временные характеристики световых потоков разные.

Во- вторых, разработанная схема управления источником питания позволяет автоматически поддерживать освещенность улиц или теплиц в зависимости от времени суток, увеличивая ее в ночное и снижая в утреннее и вечернее время.

В-третьих, унифицированная схема управления позволяет создать единую систему централизованного регулирования сотнями источников питания и осветительных устройств из одного удалённого центра.

На рисунке 1 представлен внешний вид разработанного источника электропитания высоковольтных дуговых ламп мощностью 150 Вт.



Рисунок 1 – Источник электропитания высоковольтных дуговых ламп мощностью 150 Вт

Объединение сотен источников в единую энергетическую сеть даст возможность оперативно реагировать на суточные изменения внешней освещенности и устранять аварийную ситуацию в районе при повреждении отдельных осветителей.

Актуальность разработки источников питания для высоковольтных дуговых ламп подтверждается заинтересованностью в нашей разработке ведущих зарубежных производителей осветительной аппаратуры, таких, как Режевское предприятие «ЭЛТИЗ», г. Режев Свердловской области, РФ, Ревдинский завод светотехнических изделий, г. Ревда Свердловской области, РФ и др.

#### Список литературы:

1. Рохлин, Г.Н. Разрядные источники света / Г.А. Рохлин. – Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 720 с.
2. Кондратьева, Н.П. Повышение эффективности электрооблучения растений в грунте/ Н. П. Кондратьева. Москва: Колос, 2003. – 138 с.