

подогрева электродов температура элемента достигает некоторого порогового значения, при котором оксидный слой элемента скачком переходит в неэлектропроводное состояние, в результате чего цепь подогрева электродов фактически разрывается с зажиганием лампы. Элемент удерживается в неэлектропроводном состоянии за счет излучения электродов в течение всего времени горения люминесцентной лампы.

Встроенные в лампу стартеры различной конструкции в виде замыкающего контакта с термобиметаллическими или полупроводниковыми элементами упрощают схему монтажа электрической цепи светильников с люминесцентными лампами такой конструкции. Однако при этом заметно усложняется технология изготовления ламп, а сочетание в одном устройстве функций двух устройств исключает возможность замены только одного из них при выходе его из строя.

1. Аветисов Г.Э., Брезинский В.Г., Намитокон К.К. Термоэлектромагнитный стартер для люминесцентных ламп // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 18. – К.: Техніка, 1999. – С. 178-180.

2. Патент США №4647893, МКИ Н 01 Н 61/00, 1987.

3. Патент США №4659966, МКИ Н 01 J 7/44, 1987.

4. Патент США №4709187, МКИ Н 01 В 41/18, 1987.

5. Патент США №4695768, МКИ Н 01 J 7/44, 1987.

6. Заявка Японии №193047 (62-248709), МКИ Н 01 Н 61/54, 1989.

Получено 17.01.2000

© Аветисов Г.Э., 2000

УДК 628.93

І.Р.ПАЗДРІЙ

*Тернопільська державна академія народного господарства*

### **ЗАПОБІГАННЯ ВИНИКНЕННЮ АНОМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ**

Встановлено причини появи, розглянуто процес формування і запропоновано спосіб усунення аномальних струмів у режимі розгоряння РЛВТ.

Одним з напрямів підвищення ефективності роботи освітлювальних установок є використання розрядних ламп високого тиску (РЛВТ). Однак поряд з такими позитивними параметрами, як високі світлова віддача і питома потужність випромінювання, бажана передача кольору існує низка особливостей, що не дозволяють повністю використати ці переваги [1].

Проведені теоретико-експериментальні дослідження показали, що процес розгоряння РЛВТ супроводжується виникненням аномальних режимів роботи, які призводять до суттєвого (в 5-10 разів) збільшення струму елементів кола [2]. Вивчення аномальних режимів роботи

РЛВТ дає підставу стверджувати, що причиною скорочення терміну служби, особливо ламп малої потужності, є прискорене розпилення їх електродів, зумовлене підвищеними аномальними струмами. Внаслідок значних амплітуд ці струми можуть викликати перевантаження елементів схеми, спрацювання автоматичних вимикачів захисту мережі.

За результатами виконаних експериментів встановлено, що завдяки удосконаленню технології виготовлення ДРЛ дія аномальних струмів не є небезпечною. Для ламп типу ДНаТ негативний вплив цих струмів можна зменшити шляхом удосконалення конструкції електродних вузлів. Найгострішою є проблема аномальних струмів кіл з металогалогенними лампами (МГЛ). Виникнення кидків струму в період розгоряння викликає зменшення терміну роботи лампи на 20%. Тому актуальними є встановлення причин виникнення аномальних струмів, розробка способів і створення засобів їх усунення. З метою визначення можливих способів усунення аномальних струмів слід детально розглянути власне процес їх формування.

Несиметрія емісійних характеристик електродів зумовлює формування несиметричного розряду, який ніби самопідтримується завдяки перегріву більш гарячого електрода, перешкоджаючи нагріву холодного електрода в наступний півперіод. Тому, якщо в лампі горітимуть тліючий і дуговий розряди, їх перехід супроводжуватиметься виникненням аномальних струмів. Існування несиметричного розряду продовжуватиметься доти, поки холодний електрод не нагріється до температури термоелектронної емісії. Під час цієї стадії відбувається найнесприятливіший вплив на комплект ПРА - МГЛ внаслідок перевантаження електродів за струмом, що викликає їх посилене розпилення. Крім цього, несиметрична стадія розряду пов'язана з постійною складовою струму лампи, що зумовлює перегрів окремих елементів ПРА і може бути причиною виходу їх з ладу.

Аномальні струми можна значно зменшити шляхом:

- суттєвого збільшення пускового струму. Реалізація цього способу вимагає відповідної зміни конструкції ПРА;
- ввімкнення послідовно з лампою резистора з подальшим його від'єднанням після закінчення несиметричної стадії горіння розряду. При цьому споживання енергії є суттєвим і виникає проблема вимкнення резистора;
- застосування лінійних баластних дроселів. Однак це вимагає збільшення витрат кольорових і чорних металів на їх виготовлення;

- використання індуктивно-ємнісних баластів, що пов'язано із значним збільшенням масогабаритних показників за рахунок додаткового блоку конденсаторів.

Слід відзначити, що вибір того чи іншого способу запобігання аномальним струмам обумовлюється конкретними умовами його застосування.

Пропонується ефективніший, енергоощадніший спосіб усунення аномальних струмів шляхом примусового перезапалювання в режимі розгоряння МГЛ. На відміну від інших способів він повністю усуває виникнення аномальних струмів. Крім цього він має можливість у разі необхідності реалізувати регулювання струму лампи.

При роботі на змінному струмі в розрядній лампі протягом періоду напруги живлення двічі перезапалюється розряд. Це можна вважати аналогією процесу комутації, тобто під'єднання котушки індуктивності – дроселя до вхідної напруги. У цьому випадку виникають перехідні процеси, струми яких викликають насичення осердя баластного дроселя [3]. У зв'язку з цим індуктивний опір дроселя суттєво зменшується порівняно з таким для ненасиченого осердя. Тому баластний дросель в колі з РЛ втрачає здатність виконувати функцію струмообмежувального елемента. За такої умови струм кола обмежується тільки активним опором обмотки баластного дроселя та опором самої лампи. Внаслідок їх надто малих значень у колі виникають аномальні струми, що значно перевищують номінальне значення.

Встановлено, що перехідні процеси виникають після перезапалювання розрядів тліючий – дуговий та дуговий – тліючий. Перший з них характеризується наявністю аномальних струмів, а другий – їх відсутністю. Відмінність полягає в тому, що кут перезапалювання розрядів тліючий – дуговий  $\varphi = 15 \dots 20^\circ$ , а дуговий-тліючий  $\varphi \approx 90^\circ$ . Вільна складова магнітного потоку магнітопроводу, а отже, і струму лампи з виникненням перехідного процесу при під'єднанні дроселя до джерела змінної напруги чи перезапалюванні матиме максимальне значення для  $\varphi = 0^\circ; 180^\circ$  і дорівнюватиме нулю для  $\varphi = 90^\circ; 270^\circ$ .

Таким чином, усунути аномальні струми можна, якщо позбутися вільної складової магнітного потоку, тобто забезпечити перезапалювання лампи в режимі розгоряння при  $\varphi = 90^\circ; 270^\circ$ .

Реалізація запропонованого способу можлива шляхом використання ключовим елементом симистора. При ввімкненні симистора в момент, що відповідає природньому перезапалюванню лампи, робота схеми не відрізняється від робочого режиму. Кут, що відповідає цьому моменту, є мінімально можливим кутом відкриття симистора і вибира-

ється, виходячи з таких умов: досягнення усунення аномальних струмів; запобігання погасанню лампи. Враховуючи ці умови, кут примусового перезапалювання лампи  $\Phi_{\text{вим}}$  повинен перевищувати для вказаного режиму природний кут перезапалювання  $\Phi_{\text{пр}}$ . Оскільки в режимі розгоряння одразу після пробією виникає дуговий розряд, перезапалювання якого відбувається для кута  $\Phi_{\text{пр}} \approx 90^\circ$ , то кут примусового перезапалювання, беручи до уваги, що пауза струму має бути незначною і становити 3 ... 8°, вибирається в діапазоні 93 ... 100°; 273 ... 280°. При ввімкненні симистора у вказані моменти часу в кривій струму лампи на всіх стадіях розвитку розряду будуть присутні паузи, тривалість яких залежатиме від виду розряду.

З появою на одному з електродів дугового розряду виникає несиметрія півперіодів горіння розрядів. У відомих схемах живлення збільшення тривалості дугового розряду відбувається за рахунок зменшення тривалості тліючого розряду. У запропонованому способі завдяки примусовому перезапалюванню у вказаному діапазоні сумарна тривалість півперіодів горіння і паузи однакова. У залежності від виду розряду змінюється тільки тривалість паузи. За результатами проведених досліджень встановлено, що відразу після запалювання МГЛ може працювати із значною паузою струму як у півперіод тліючого, так і дугового розрядів. Після нагріву холодного електрода до температури термоелектронної емісії встановлюється симетричний дуговий розряд з незначною, в 3...8°, паузою струму. При подальшому розгорянні МГЛ потреба в примусовому перезапалюванні відпадає, тому дія пристрою для здійснення примусового перезапалювання припиняється. Режим роботи схеми в подальшому не відрізняється від режиму роботи звичайної схеми живлення.

Ще більші переваги запропонованого способу запобігання виникненню аномальних режимів під час розгоряння лампи можна отримати при застосуванні його в схемах групового симетрування. У даному випадку не потрібна практично ніяка зміна схеми живлення. У спільний провід послідовно вмикається фазорегулювальний елемент, керування яким здійснюється згідно з вищенаведеним законом. Унаслідок великих струмів, що мають місце в таких схемах, доцільно в номінальному режимі шунтувати симистор електромагнітними контактами. Запроповану схему доцільно використати у вже діючих освітлювальних установках, коли економічно не вигідно замінювати стандартні ПРА.

1.Рохлин Г.Н. Разрядные источники света. – М.: Энергия. - 1991. – 720 с.

2. Гончар В.В., Карпінський М.П., Паздрій І.Р. Проблеми вимірювань та оптимізації показників металогалогенних ламп // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 1999. – №1. – С. 53-58

3. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1984. – 528 с.

Отримано 17.01.2000

© Паздрій І.Р., 2000

УДК 621.327.534

В.Г.БРЕЗИНСКИЙ, Ю.П.КРАВЧЕНКО, кандидаты техн. наук,  
К.К.НАМИТКОВ, д-р техн. наук, Н.В.ПОСТОЛЬНИК  
Харьковская государственная академия городского хозяйства

### ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НАГРЕВА ОБМОТКИ ПУСКРЕГУЛИРУЮЩЕГО АППАРАТА

Приведен расчет зависимости температуры обмотки пускорегулирующего аппарата для разрядных ламп от времени с момента отключения аппарата. Результаты расчета сопоставлены с экспериментальными данными.

Одним из основных требований, предъявляемых к параметрам пускорегулирующего аппарата (ПРА) для разрядных ламп, является ограничение температуры нагрева его обмотки величинами, установленными нормативно-технической документацией. Стандартами [1, 2] температуру обмотки предусмотрено определять по величине ее электрического сопротивления. Поскольку сопротивление сразу после отключения ПРА начинает снижаться, представляет интерес определение погрешности, вносимой промежутком времени между моментом отключения и моментом измерения величины сопротивления обмотки.

Процессы нагрева и остывания твердого тела в зависимости от времени характеризуются экспоненциальной кривой [3]. Для процесса остывания обмотки ПРА зависимость ее температуры  $T$  от времени  $\tau$  можно записать в виде

$$T = T_o + T_H \exp(-\tau / \tau_o),$$

где  $T_o$  – температура окружающей среды;  $T_H$  – начальная температура обмотки, соответствующая моменту отключения ПРА;  $\tau_o$  – постоянная времени, зависящая от теплофизических параметров ПРА, не отделимых от особенностей его конструкции. С усреднением определяющих параметров постоянную времени при некоторых допущениях можно представить как

$$\tau_o = c\rho h / \alpha,$$