

В.М. Поліщук, В.Ф. Рой, Ю.В.Рой

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М.Бекетова

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЕЛЕКТРОННИХ ПУСКОРЕГУЛЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ РОЗРЯДНИХ ЛАМП

Аналізується сучасний стан електронних пристроїв, які забезпечують режими запалення та стабілізації робочих параметрів в розрядних лампах з точки зору оптимізації техніко-економічних характеристик у відповідності до сучасних європейських вимог щодо економічності та енергозбереження в освітлювальних установках. Відмічається, що не зважаючи на безперечні функціональні переваги, головною перешкодою масового впровадження електронних ПРА в теперішній час є їх суттєво більша вартість, що обумовлено значно більшою кількістю компонент, що, в свою чергу, призводить до зменшення надійності та строку служби пристроїв. Альтернативним варіантом, що може вирішити цю проблему може бути запропонований нами комбінований пускорегулювальний апарат, що поєднує простоту електромагнітного та деякі важливі функції електронного, що добре зарекомендував себе при роботі з розрядними лампами високого тиску потужністю 50 – 150Вт.

Ключові слова: електронні пускорегулювальні апарати, розрядні лампи, запалючі високовольтні імпульси, магнітопрвід, ланцюг стабілізації, діодний ефект.

Вступ

Перспективним напрямком розвитку та вдосконалення систем живлення розрядних ламп (РЛ) що є в теперішній час найбільш ефективними перетворювачами електричної енергії в світлову, є широке впровадження електронних пускорегулюючих апаратів (ЕПРА), які забезпечують основні режими роботи таких джерел світла: запалювання та стабілізацію режиму розряду. Застосування ЕПРА дало змогу запровадити живлення РЛ напругою підвищеної частоти, що суттєво розширило функціональні та світлотехнічні можливості освітлювальних установок (ОУ): збільшити світловіддачу та строк служби ламп, зменшити споживання електричної енергії та пульсацій світлового потоку, вагу та габарити установки. [1,2]. Крім того, з'явилась можливість регулювання світлового потоку в широких межах в залежності від інтенсивності зовнішнього освітлення, заощаджуючи при цьому до 45% електроенергії [3,4].

Головною проблемою масового впровадження ЕПРА в теперішній час є його відносно (приблизно в 2 рази) вартість, що обумовлено значно більшою кількістю компонент, що в свою чергу, призводить до зменшення надійності та строку служби апарата [5]. Але з подальшим зростанням вартості енергоресурсів і, відповідно, електроенергії і стратегічних матеріалів (міді та електротехнічної сталі), з яких виготовляють

електромагнітні ПРА (ЕмПРА), ця різниця ставатиме все меншою [6,7].

Постановка задачі

Задачею цієї роботи є проведення аналізу сучасного стану систем живлення (РЛ) і визначення шляхів їх подальшого розвитку та вдосконалення у зв'язку з вимогами щодо необхідності всілякого підвищення ефективності та енергоекономічності ОУ і відповідності їх по цим показникам новому Європейському стандарту якості EN 12464-1, що регламентує норми освітленості та енергоекономічності [8].

Сучасні електронні ПРА, як правило, будуються на інтегральних мікросхемах, що виконують спеціальні функції: стартових генераторів, коректорів форми споживаного з мережі струму та коефіцієнта потужності, схем захисту від КЗ, перевантажень та ін. [9]. Вони забезпечують ряд специфічних режимів, необхідних для нормальної роботи лампи: формування напруги запалювання розряду, величини та тривалості струму підігріву електродів, протидії мережним перешкодам від роботи інвертора, роботу в аварійному режимі [10].

Бажання досягти конкурентоспроможності ЕПРА порівняно з більш дешевими електромагнітними, призвело до того, що більшість сучасних апаратів виготовляється по спрощеній схемі без попереднього розігріву електродів, що негативно впливає на строк служби РЛ. Особливо це стосується ЕПРА для інтегрованих компактних

люмінесцентних ламп, що вбудовані в цоколь і в яких відсутній захист від КЗ, перегріву та перевантажень, немає стабілізації світлового потоку та корекції коефіцієнта потужності, який знаходиться на рівні $0,6 \div 0,7$. [11].

Внаслідок цього, відбувається викривлення форми споживаного струму лампи, відношення активної потужності РЛ до повної потужності складає величину меншу за одиницю, що призводить до збільшення втрат електроенергії системою в цілому. Наявність викривлення форми струму, що споживається системою РЛ-ЕПРА свідчить про, що вона є джерелом реактивної потужності, яка віддається в мережу [12].

В настояній час лише 10% від загальної кількості ЕПРА використовують ефективні коректори коефіцієнта потужності, тому проблема вдосконалення існуючих схем цих пристроїв з огляду на вимоги енергозбереження є достатньо актуальною. Так, енергетичним департаментом США введені вимоги до енергоекономічності ПРА для РЛ, які встановлюють мінімально допустимі значення коефіцієнта потужності пристроїв, внаслідок чого апарати, що не відповідають цим вимогам, заборонені до виробництва та експлуатації, і це повинно стимулювати розробку більш ефективних схем [13].

Ефективність застосування ЕПРА підтверджується щорічно зростаючим попитом та приростом продаж на світовому ринку світильників з такими пристроями. В той же час в СНГ, включаючи Україну, надзвичайно низький попит на світильники з ЕПРА, що обумовлено економічними чинниками, які визначають рівень споживчого попиту. Тому нагальною проблемою є розробка ефективних, енергоекономічних апаратів, які відповідають комплексу вимог – функціональних та економічних [14].

Основна частина

Головними вимогами до розробляемих ЕПРА є врахування особливостей роботи конкретного типу РЛ, електромагнітної сумісності їх з живильною мережею, захисту від аномальних режимів, обумовлених перегоранням лампи. Гармонічний склад струму, що споживається ЕПРА з мережі повинен бути обмежений у відповідності до вимог стандарту МЕК. Кидки вхідного струму ЕПРА при ввімкненні не повинні призводити до спрацьовування мережових запобіжників [15].

В цьому аспекті перспективними є схеми ЕПРА, побудовані на базі напівмостового інвертора напруги на силових МОП-транзисторах, що працюють на підвищеній частоті. Управління силовими МОП-транзисторами здійснюється інтегральною мікросхемою високовольтного

драйвера, що забезпечує надійний запуск та стабільну роботу ЕПРА в широкому діапазоні температур та низький рівень динамічних втрат в транзисторах. Однією з важливих передумов успішного старту РЛ при цьому є правильно підібраний струм підігріву електродів, оскільки від нього значною мірою залежить і строк служби лампи [16].

Ефективним шляхом вирішення проблеми енергоекономічності ЕПРА є розробка та впровадження так званих двоережимних ЕПРА, що дають змогу при зниженні штучної освітленості приблизно на 50% (при наявності зовнішнього освітлення) заощаджувати до 40% електроенергії [17,18]. Дослідні зразки двоережимних ЕПРА мають підвищений ККД, стабільний режим роботи при значних коливанні живильної напруги, нормований строк служби РЛ. Їх ефективність обумовлена меншими втратами електроенергії в самому апараті та більшою світловіддачею лампи що живиться напругою підвищеної частоти. Головною вадою двоережимних ЕПРА є поки що їх обмежена потужність, яка не перевищує 150 Вт, що обумовлено існуючою елементною базою а саме – відсутністю потужних високовольтних високочастотних транзисторів [19, 20].

Для забезпечення ефективної роботи НЛВТ і вирішення вказаних проблем їх експлуатації була розроблена схема комбінованого ПРА, яка відповідає сучасними вимогами щодо надійності та енергоекономічності, а також відповідності їх режимів міжнародним стандартам. Розроблена нами схема комбінованого ПРА для НЛВТ дає змогу забезпечити надійне запалення та перезапалення лампи завдяки примусовому ініціюванню розряду двічі за період синусоїдальної напруги та усунути можливість виникнення небезпечного аномального режиму (діодного ефекту). В електричній схемі використовується стандартний стумостабілізуючий дросель на магнітопроводі якого розміщена додаткова обмотка, яка є елементом контуру електронного генератора високовольтних запалюючих імпульсів. Особливостями її є використання єдиного магнітопроводу як в ланцюгу стабілізації струму лампи, так і в ланцюгу генератора високовольтних запалюючих імпульсів, чим досягається підвищена потужність імпульсів і подача двічі за період напруги живлення запалювальних імпульсів як в позитивний так і в негативний напівперіоди, чим забезпечується неможливість виникнення діодного ефекту і надійне запалення розряду наприкінці строку служби лампи. [21,22].

Найбільш перспективним типом енергоекономічного ЕПРА, на наш погляд, також є апарат в груповому варіанті, пристосований для

живлення відносно невеликих груп світильників (наприклад, у виробничих та адміністративних приміщеннях), де є можливість забезпечити паралельне підключення джерел світла та довести коефіцієнт потужності ОУ до $95 \div 97\%$ завдяки можливості застосування системи світлорегулювання та використання високоефективного коректора коефіцієнта потужності [23].

У переважній більшості сучасних ЕПРА використовуються так звані пасивні коректори форми живильного струму, які засновані на компенсації зсуву фаз між струмом та напругою за рахунок відповідного підключення реактивних елементів схеми. Але ефективність таких пристроїв не достатня, окрім того вона сильно залежить від виду та характеру навантаження і не відповідає сучасним вимогам щодо ефективного використання електроенергії, зокрема стандарту ІЕС ЕМ 61000-3-2, який регламентує граничні рівні та процентний склад гармонічних складових живильного струму в електричній мережі. Тому необхідно використовувати більш ефективні засоби підвищення коефіцієнта потужності ЕПРА, якими є сучасні імпульсні коректори форми живильного струму, що значно переважають пасивні більш високими техніко-економічними показниками [24].

Висновки

Таким чином, задачу широкого впровадження енергозощаджуючих ОУ на основі використання ефективних комплектів РЛ-ЕПРА можливо вирішити лише на основі комплексного підходу до проблеми в цілому, використовуючи найсучасніші досягнення в галузі електроніки та електроенергетики.

Проведений аналіз сучасного стану систем живлення РЛ дає змогу зробити наступні висновки:

- подальше вдосконалення схем ЕПРА повинно спрямовуватись на широке впровадження систем світлорегулювання, що найкраще відповідає як умовам енергоекономічності ОУ, так і комфортності освітлення робочого середовища;
- необхідно розробляти і застосовувати високоефективні електронні коректори коефіцієнта потужності на основі сучасній мікропроцесорній техніки для підвищення ККД ОУ;
- розробляти та впроваджувати багатofункціональні спеціалізовані інтегральні мікросхеми, що дозволить суттєво спростити та здешевити ЕПРА та всю ОУ в цілому.

Література

1. Листенгорт Ф.А. Проблемы создания ЭПРА для люминесцентных ламп [Текст] / Ф.А. Листенгорт, А.В. Шагин // Светотехника. - 2004. - №5. - С. 42-45.

2. Силкин Е.М. Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп на основе инверторов тока [Текст] / Е.М. Силкин // Светотехника. - 2005. - №5. - С. 52-56.
3. Бенцигер Т.Д. Светорегулирование в осветительных системах [Текст] / Т.Д. Бенцигер // Светотехника. - 2002. - №1. - С. 27-30.
4. Соловьев А.К. Эффективность применения автоматически регулируемого освещения производственных зданий [Текст] / А.К. Соловьев // Светотехника. - 2000. - №3. - С. 25-29.
5. Варфоломеев Л.П. Применение достижений электроники в современной светотехнике [Текст] / Л.П. Варфоломеев // Светотехника. - 2007. - № 3. - С. 4-11.
6. Листенгорт Ф.А. Электронные пускорегулирующие аппараты для газоразрядных ламп [Текст] / Ф.А. Листенгорт, А.А. Поляников, А.В. Шагин // Светотехника. - 2007. - №5. - С. 37-40.
7. Шторм А. Интеллектуальные электронные ПРА Quicktronic Intelligent для люминесцентных ламп фирмы OSRAM [Текст] / А. Шторм // Светотехника. - 2007, №3. - С. 33-36.
8. Виллегас Х.Т. Вопросы энергосбережения освещения [Текст] / Х.Т. Виллегас // Светотехника. - 2007. - № 4. - С. 45-49.
9. Поляков В. Интеллектуальный энергоэффективный балласт [Текст] / В. Поляков, Е. Ремизевич, И. Ошурков // Современная светотехника. - 2010. - № 2. - С. 42-46.
10. Манторски З. Гармонические искажения в сети от источников света, управляемых ЭПРА [Текст] / З. Манторски // Светотехника. - 2008. - № 2. - С. 30-33.
11. Хердль Й. Электронные пускорегулирующие аппараты фирмы OSRAV [Текст] / Й. Хердль // Светотехника. - 2003. - № 4. - С. 46-48.
12. Поляков В. Д. Характеристики люминесцентных ламп при управлении подогревом электродов с помощью ЭПРА [Текст] / В. Д. Поляков, М. С. Смирнов // Светотехника. - 2008. - № 4. - С. 46-49.
13. PCA EXCEL one 4all – четвертое поколение регулируемых электронных ПР для люминесцентных ламп [Текст] // Светотехника. - 2002. - № 1. - С. 37-38.
14. Новые нормы США на пускорегулирующие аппараты для люминесцентных ламп // Светотехника. - 2006. - № 5. - с. 69-72.
15. Рубинштейн Ф. Устройства управления освещением [Текст] / Ф. Рубинштейн, С. Тридо, П. Петтлер // Современная светотехника. - 2010. - № 4. - С. 10-13.
16. Поляков В. Д. Характеристики люминесцентных ламп при управлении подогревом электродов с помощью ЭПРА [Текст] / В. Д. Поляков, Е. М. Смирнов // Светотехника. - 2008. - № 4. - С. 46-47.
17. Хайнц Р. Характер работы разрядных ламп высокого давления при снижении мощности [Текст] / Р. Хайнц // Светотехника. - 2005. - № 4. - С. 16-18.

18. Варфоломеев Л.П. Электронные пускорегулирующие аппараты для люминесцентных ламп [Текст] / Л.П. Варфоломеев // М.: Дом света.- 1999.- С.7- 9.
19. Клевцов А.В. Средства оптимизации потребления электроэнергии [Текст] / А.В. Клевцов // М.: Энергия.- 1999.- 375 с.
20. Лупенко А.М. Однокаскадный электронный балласт с корректором формы потребляемого тока. [Текст] / А.М. Лупенко, В.М. Натяга, І.М. Сисак // Світлотехніка й електроніка.- 2012.- №1.- С. 31-33.
21. Рой В.Ф., Бурма М.Г. Пускорегулирующий аппарат для розрядных ламп высокого тиска [Текст] / В.Ф. Рой., М.Г. Бурма // Світлотехніка та електроенергетика.- 2014.- № 4.- С.54 -58.
22. Рой В.Ф., Бурма М.Г. Корректор коэффициента мощности // Патент України № 98721 від 12.05.2015р.
23. Иванов В.П. Микросхемы управления импульсными стабилизаторами фирмы Motorola / В.П. Иванов Д.Н. Панфилов // «Chip news», 1998, №1, С.24-28.
24. Соловьёв А.К. Автоматическое регулирование искусственного освещения и его эффективность [Текст] / А.К. Соловьёв // Светотехника.- 1999.- №5.- С.2- 4.

References

1. Listengort F.A., Shagin A.V. (2004). Problemi creations EPRA for luminescent lamps. Svetotekhnika. 5, 42- 45.
2. Silkin E.M. (2005). Puskoreguliruyushie vehicles for bit lamps on the basis of inverting of current. Svetotekhnika. -5.- 52-56.
3. Bentsiger. T.D. (2002). Svetoregulirovanie in the lighting systems Svetotekhnika. -1.- 27-30.
4. Solovov A.K. (2000). Efficiency of application of the automatically managed illumination of production building lightning Technology.-3.- 25-29.
5. Varfolomeev L.P. (2007). Application of achievements of electronics in modern lightning technology.- 3.- 4-11.
6. Listengort F.A., Polyaniikov A.A., Shagin A.V. (2007). Electronic puskoreguliruyushie vehicles for gas-unloading lamps .Lightning technology.-5.- 37- 40.
7. Shtorm A. (2007). Intellectualnie gale of electronic PRA Quicktronic Intelligent for the luminescent lamps of the OSRAM firm. Lightning technology. -3.- 33-36.
8. Villegas H.T. (2007). Voprosi energosberegeniyav illumination. Lightning technology.- 4.- 45- 49.
9. Polyakov V., Remizevich E, Oshurkov I. (2010) Intellectualniy energoeffektivniy ballast Modern lightning technology.-2.-42- 46.
10. Mantorski Z. (2008). Garmonicheskie distortions in a network from the sources of light, guided EPRA. Lightning technology.- 2.- 30-33.
11. Herdl Y. (2003). Elektronnie puskoreguliruyushie vehicles of the OSRAV firm Lightning technology.-4.- 46 - 48.
12. Polyakov V.D, Smirnov M.S. (2008). Harakteristiki luminescent lamps at the management by warming of electrodes up by EPRA. Lightning Technology.-4.-46-49.
13. RSA EHSEL one 4all – fourth generation of managed electronic PR for luminescent lamps. (2002). Lightning technology.- 1.- 37-38.
14. New norms of the USA on puskoreguliruyushie vehicles for lyuminestsentih lamps (2006). Lightning technology.- 5.- 69 -72.
15. Rubinshteyn F., Trido S., Pettler P. (2010) Ustroystva managements by illumination Modern svetotekhnika. -4.-10 -13.
16. Polyakov V.D., Smirnov E.M. (2008). Descriptions of lyumiestsetnih lamps at the management by warming of electrodes up by EPRA. Svetotekhnika. -4.- 46 - 47.
17. Haynts R. (2005). Harakter works of bit lamps of high pressure at the decline of power Svetotekhnika. – 4.- 16 -18.
18. Varfolomeev L.P. (1999). Elektronnie puskoreguliruyushie vehicles for luminescent lamps/ М.: Dom sveta.-7- 9.
19. Klevtsov A.V. (1999). Sredstva optimizations of consumption of electric power М.: Energy. - 375 p.
20. Lupenko A.M. . Natyaga V.M. Sisak I.M. (2012) Odnokaskadniy elektronniy ballast of z korektorom formi spogivanogo strumu Svitlotekhnika i elektronika. -1.- 31-33.
21. Roy V.F., Burma M.G. (2014). Puskoreguluyuchiyy aparat for the rozryadnih lamps visokogo tisku. Svitlotekhnika i elektroenergetika.- 4.- 54 -58.
22. Roy V.F., Burma M.G. (2015) Korektor of koefitsienta potugnosti // The Ukraini patent № 98721, 12.05.
23. Ivanov V.P., Panfilov D.N. (1998). Mikroshemi managements by the impulsive stabilizers of the Motorola firm «Chip news». -1.- 24 -28.
24. Solovov A.K. (1999). Automatic control of lamplight and his efficiency lightning Technology.

Автор: Поліщук В.М.

кандидат технічних наук, доцент, декан факультету електропостачання та освітлення міст, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Автор: Рой Юрій Вікторович

начальник відділу тестування програм Харківський національний університет міського господарства

Автор: Рой Віктор Федорович

доктор фіз.-матем. наук, професор кафедри електропостачання та електроспоживання міст, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова.

E-mail: victor.roy@gmail.com.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ПУСКОРЕГУЛИРУЮЩИХ АППАРАТОВ ДЛЯ РАЗРЯДНЫХ ЛАМП

В.М.Полищук, В.Ф. Рой, Ю.В.Рой

Анализируется современное состояние электронных приборов, обеспечивающих режимы зажигания и стабилизации рабочих параметров разрядных ламп с точки зрения оптимизации технико-экономических характеристик в соответствии с европейскими нормами относительно экономичности и энергозбережения в осветительных установках. Альтернативным вариантом относительно дорогим электронным аппаратам может служить предлагаемый авторами комбинированное ПРА, сочетающее простоту и надёжность электромагнитного и дополнительные функции электронного.

Ключевые слова: электронные пускорегулирующие аппараты, разрядные лампы, зажигающие высоковольтные импульсы, магнитопровод, цепь стабилизации, диодный эффект.

ANALYSIS OF THE CURRENT STATE OF THE ELECTRONIC STARTER APPLIANCES FOR DISCHARGE LAMPS

V.M.Polishuk, V.F. Roy, Yu.V.Roy

Analysis the current state of electronic devices electro magnetic ballasts (EB), to provide modes of ignition and stabilization of the operating parameters discharge lamps from the point of view of optimization of technical and economical characteristics in accordance with european regulations pertaining to efficiency and energie saving in light installations. That modern electronic ballasts, as a rule, are built on integral chips, which have special functions: start generators, proofreader of forms consumed from the network current and coefficient power, protection circuits against short circuit, overload.

The use of electronic ballasts allowed to use the power of discharge lamps voltage of high fragrance that significant use functional lighting and opportunities lighting systems (OS). To increase the light output and lines of service tubes, to reduce the consumption of electric energy and the pulsation of the luminous flux, the weight and dimensions of the device. The main problem for the sake of using EB mass is considerably greater (about 2 times) the cost due to the considerably large number of components of the electrical circuit, which in turn, reduces the reliability and lifetime of the device. However, with further grave energy costs and, accordingly, energy and materials are used for making ballasts (EmB), this difference will be less.

To enhance the competitiveness of electronic ballasts in comparison with cheaper EmB, the most modern of vehicles produced under the simplified scheme without prior razogreva electrodes, which adversely affects the service life. This is especially concern of electronic EB for integrated compact luminess lamps embedded in the base and in which there is no protection against short circuits, overheating and overloads, there is no stabilization light flux and correction coefficient capacity of approximately $0,6 \div 0,7$. In consequence of that occurs the distortion of the input current lamp, that witnesses about the fact that is a source of reactive power, is given to the network. Currently, only 10% of the total number of EB use effective correctors of power factor. Therefore, the problem of improvement of existing schemes for these devices, according to the requirements of energie saving very relevant.

The alternative to a relatively expensive electronic apparatus can serve as developed by the authors EB combo, combining simplicity and reliability of electromagnetic and electronic additional function that has been proven when the robot discharge lamps high pressure power 50 – 150 watts. The scheme of the combined BALLAST for lamps makes it possible to ensure reliable ignition of the lamp due to the forced initiation of the book twice over the period of a sinusoidal voltage and to eliminate the possibility of emergence dangerous abnormal mode (diode effect).

Keywords: electronic ballasts, discharge lamps, high-voltage ignition pulses, magnetic circuit, the stabilization circuit, the diode effect