

УДК 628.58.521

Ю. В. РОЙ, В. Ф. РОЙ, М. Г. БУРМА**ГІБРИДНИЙ АПАРАТ ДЛЯ РОЗРЯДНИХ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ**

З метою підвищення енергоекономічності освітлювальних установок пропонується впровадження малопотужних натрієвих ламп високого тиску, які мають найвищу світлову віддачу серед сучасних розрядних джерел світла і незначний спад світлового потоку при тривалому строку служби. Для забезпечення стабільної роботи ламп тину ДНаТ пропонується схема комбінованого пускорегулювального пристрою, що забезпечує надійне запалення розряду і оптимізацію режимів роботи лампи на протязі усього регламентного строку експлуатації.

Ключові слова: розрядна лампа високого тиску, освітлювальна установка, комбінований пускорегулювальний апарат, генератор імпульсів, стабілізація струму лампи, строк служби.

С целью повышения энергоэкономичности осветительных установок предлагается использование разрядных ламп высокого давления типа ДНаТ мощностью 35-100 Вт, которые являются наиболее эффективными преобразователями электрической энергии в световую. Для обеспечения стабильной работы таких источников света разработана электрическая схема комбинированного пускорегулирующего аппарата, обеспечивающего: надёжное зажигание разряда в лампе, полное отсутствие акустического резонанса и несимметричного разряда, не наблюдается чрезмерного распыления эмиссионного покрытия электродов на колбу лампы, регулирование тока лампы обеспечивает стабильность режима её работу на протяжении всего срока службы.

Ключевые слова: разрядная лампа высокого давления, осветительная установка, комбинированный пускорегулирующий аппарат, генератор импульсов, стабилизация тока лампы, срок службы.

The authors suggest using high pressure high pressure discharge lamps (DNaT-type, high-pressure sodium lamps, 35-100W) in different illumination equipment in order to increase its efficiency and optimize power consumption. Known problem of this solution is low reliability of the lighting and limited lifetime. It is addressed by using brand new combined starting and current control device, which reliably starts the discharge process in the lamp, ensures absence of acoustic resonance and non-symmetric discharge, provides stable illumination, and protects electrodes surface from the extra emission by controlling current. Illumination equipment produced by suggested schedule must be very efficient and reliable devices with long lifetime.

Keywords: high pressure discharge lamp, illumination equipment, combined starting and control device, impulse generator, current amperage stabilization, lifetime extension.

Вступ. Енергоекономічність споживачів електроенергії є нагальною вимогою сьогодення, оскільки це обумовлене не тільки необхідністю всебічної економії електроенергії, але також і з проблемами екології, оскільки зростання споживання електроенергії супроводжується збільшенням спалення копалинних ресурсів і відповідно, шкідливих викидів в навколишнє середовище. Безпосереднє це стосується також і світлотехнічної галузі, яка споживає біля 20% електроенергії, що виробляється в Україні і ця частка має чітку тенденцію до подальшого зростання. Освітлювальні установки (ОУ), окрім вирішення проблеми забезпечення об'єктів ЖКГ і промисловості нормованими рівнями освітлення, широко використовуються також в різних галузях народного господарства в якості елементів технологічного обладнання. Найбільш дієвим засобом підвищення енергоефективності та розширення функціональних можливостей освітлювальних установок є використання енергоекономічних джерел світла (ДС) - розрядних ламп високого тиску в комплекті зі спеціальними пускорегулювальними електричними апаратами (ПРА), що забезпечують надійне запалення розряду та стабілізацію режиму роботи таких ламп. Розрядні лампи типу ДНаТ потужністю 250 ÷ 400 Вт, які мають високу світлову віддачу при тривалому строку служби і характеризуються високою стабільністю світлового потоку на протязі усього строку служби (спад світлового потоку не перевищує 20% за 10000 годин горіння) є найбільш ефективними перетворювачами електричної енергії в світлову і широко використовуються в ОУ зовнішнього освітлення. Вони мають підвищену габаритну яскравість розрядної колби, (світлова віддача таких ламп, досягає 150 лм/Вт), а висхідні при повільній зміні струму вольт-амперні характеристики свідчать, що такі ДС є одними з найбільш перспективних джерел

випромінювання, використання яких дозволить більш ефективно використовувати електроенергію як для освітлення, так і в різноманітних технологічних установках [1]. Тому розширення сфери використання таких джерел випромінювання, зокрема використання РЛ типу ДНаТ потужністю (35 ÷ 150) Вт, що також мають високі світлотехнічні показники і досить широку сферу застосування – від систем загального освітлення, до спеціальних технологічних установок, є актуальним завданням. Для ефективного впровадження таких ДС необхідно вирішити ряд технічних проблем, пов'язаних з особливостями режиму їх роботи і специфікою електродинамічних характеристик, обумовлених дуже малою інерційністю розряду, що на порядок менша, ніж, наприклад, у РЛ низького тиску. Вирішення проблеми застосування малопотужних РЛВТ розглядалось в ряді опублікованих робіт і, незважаючи на деякий прогрес в цьому напрямку, залишається ряд питань, що потребують пошуку відповідних технічних рішень.

Важливою проблемою використання малопотужних РЛВТ, є високий коефіцієнт імпульсу таких ламп, що вимагає спеціального технічного рішення щодо параметрів і режимів роботи пускорегулюючих апаратів. Існуючі електромагнітні ПРА для РЛВТ, що використовуються в комплекті з лампами середньої та високої потужності, містять генератор запалювальних імпульсів амплітудою 1,5-4,5 кВ, який, при погасанні лампи (наприклад, внаслідок зниження напруги живлення) тривалий час (понад 5-7 хвилин) не здатний завдяки насиченню магнітопроводу імпульсного трансформатора перезапалити лампу, доки в ній не відбудеться повна деіонізація розрядного проміжку. Процес запалення розряду в лампи супроводжується суттєвим (в декілька разів) зростанням струму в ланцюгу живлення лампи, що призводить до посиленого

розпилення емісійного покриття електродів і значним (~ до 20%) зменшенням її строку служби. Це супроводжується суттєвим перевантаженням всієї схеми в цілому, що потребує збільшення запасу електричної міцності усіх її елементів. Причиною виникнення такого аномального режиму лампи є наявність розкиду емісійних характеристик електродів, пов'язаних з недосконалістю технології їх виготовлення, що призводить до виникнення несиметричного розряду завдяки перегріву одного з електродів, коли в лампі одночасно існують дуговий та тліючий розряди. Проблемою, що також потребує відповідних технічних рішень є те, що при різких коливаннях напруги живлення навіть у невеликих межах (~5 В/с), напруга згасання лампи зростає до $0,9U_{ном}$, що є неприйнятним з точки зору ефективної роботи сучасних ОУ.

Строк служби РЛВТ пов'язаний з поступовим зростанням напруги на лампі, обумовлений інтенсивністю протікання фізико-хімічних процесів в об'ємі розрядної колби, зменшенням натрію в процесі горіння розряду внаслідок дифузії його через керамічну стінку пальника, та взаємодії з емісійним покриттям електродів. Внаслідок процесу запилення приелектродних ділянок розрядної колби в процесі роботи лампи відбувається зростання температури електродів і всієї оболонки за рахунок зниження її світлопропускання, тому термін роботи таких ламп складає в середньому ≈ 20 тис. годин. Оскільки ці лампи працюють при низьких співвідношеннях $U_l / U_m \approx 0,45 \div 5$, (U_l – напруга на лампі; U_m – напруга живлячої мережі), то вони мають відносно низький коефіцієнт потужності ($\cos \phi$) і великі струми, що, в свою чергу, потребує значних габаритів пускорегулювальних апаратів і встановлення спеціальних запалюючих пристроїв [2]. У малопотужних РЛВТ, які мають малий діаметр розрядної колби і, відповідно, в них інтенсивніше відбувається явище амбіполярної дифузії, – це призводить до викривлення вольт-амперних характеристик (ВАХ), спотворення форми напруги, збільшення піку перезапалення і зниження ефективності роботи ламп і освітлювальних установок в цілому.

Спостерігається також сильна залежність електричних і світлотехнічних характеристик від напруги мережі, а також значні (до 70 %) пульсації світлового потоку. Це пов'язано з можливістю виникнення так званого "діодного ефекту" при запаленні такої лампи, внаслідок чого пусковий струм може зрости до 5 разів понад номінального, що призведе до інтенсивного розпилення електродів і скорочення її строку служби. Від цього залежить також коефіцієнт імпульсу (відношення піка перезапалення $U_{пз}$ до U_l), який згідно [3, 4] досягає 1,8с2,2, що значно більше, ніж у розрядних ламп типу ДРЛ.

Мета статті і постановка задачі. Кінцевою метою даної роботи було підвищення ефективності та енергоекономічності широкого класу ОУ за рахунок використання енергоефективних джерел світла – малопотужних натрієвих ламп високого тиску. Важливою умовою забезпечення ефективної роботи НЛВТ типа ДНаТ 35-150 Вт є підтримання оптимальних електричних параметрів (напруги живлення, потужності, струму, амплітуди запалюючого імпульсу) лампи на протязі її строку служби у відповідності до Єв-

ропейського стандарту EN 12464-1. Ці вимоги можуть бути забезпечені відповідними параметрами електричної схеми пускорегулювального апарату і її сумісністю з параметрами живлячої мережі. Критеріальним фактором, що визначає реальний строк служби НЛВТ, є перехід її в циклічний режим "запалення-погасання" внаслідок зростання напруги на лампі (2-5 В на 1000 годин горіння) до деякої критичної величини – напруги погасання [5]. При цьому, величина напруги перезапалення безпосередньо визначається електродинамічними властивостями позитивного стовпа розряду в лампі, зокрема, ступенем деіонізаційних процесів і температурного режиму електродів. Для надійної роботи лампи і виключення можливості виникнення діодного ефекту необхідно в кожний напівперіод змінної напруги живлення прикладати до електродів напругу $U_{пз}$, достатньою для її перезапалення.

Важливою проблемою є також необхідність стабілізації струму лампи на протязі всього терміну експлуатації, що безпосередньо визначає її строк служби. Одним з напрямком забезпечення найбільш ефективної роботи розрядних ламп високого тиску, є робота їх в комплекті з електронним ПРА, який дозволяє знизити втрати електроенергії і реалізувати ряд додаткових важливих функцій, що підвищують енергоекономічність освітлювальної установки в цілому. Електронні ПРА мають перед електромагнітним суттєві переваги – це, насамперед, стабілізація потужності і світлового потоку, що забезпечує підвищений строк служби лампи; зменшення споживаної електроенергії до 20 %; виключення стробоскопічного ефекту за рахунок відсутності низькочастотних пульсацій світлового потоку, наявність захисту у разі виникнення аварійних режимів (короткого замикання на виході або перегорання лампи); можливість регулювання рівня освітленості робочих приміщень; підвищене коефіцієнта потужності; електромагнітну сумісність з живлячою мережею [6].

Використання пускорегулювальних електронних апаратів, не зважаючи на такі їх переваги перед електромагнітними ПРА, не знайшло широкого застосування завдяки ряду притаманних їм суттєвих недоліків. Зокрема, електронні ПРА мають менший строк служби і надійність, що обумовлено великою кількістю комплектуючих компонентів і меншою стійкістю до перевантажень, особливо до дії підвищеної температури, що не дозволяє розміщувати їх безпосередньо в корпусі світильника. Оскільки електронні ПРА використовують підвищені частоти, виникає проблема "акустичного резонансу" в разі, якщо частота інвертора ПРА співпадає з особистою акустичною резонансною частотою лампи або її конструктивних елементів. При цьому можливе утворення стоячих хвиль в колбі і генерування лампою звука з рівнем гучності до 130 Дб, а також імовірним відривом розрядної колби від комутаційних траверс і руйнуванням колби лампи [7]. Можливо також виникнення явища несиметричного розряду в процесі запалення лампи, обумовлене електричною розбіжністю параметрів електродів, що призводить до аномально високих струмів, які скорочують строк служби лампи завдяки інтенсивному розпиленню емісійного покриття електродів на стінки колби лампи. Це супроводжується підвищенням тем-

ператури прикатодної зони пальника і зниженням світлового потоку лампи внаслідок прискореного запылення колби. Спостерігається також збільшення теплових втрат електроенергії на силових комутаційних елементах інвертора електронного ПРА на підвищених частотах [8].

Вартість електронних ПРА значно перевищує електромагнітні і внаслідок більшої складності, потребує більш високої кваліфікації при монтажі і обслуговуванні. Ефективності застосування електронних і електромагнітних ПРА при роботі з розрядними лампами потужністю більшу за 150 Вт практично не відрізняються. Отже, переваги електронних ПРА значною мірою нівелюються суттєвими проблемами, вирішення яких потребує ще більшого ускладнення функціональної схеми апарату. Оптимальним варіантом забезпечення ефективної роботи комплексу НЛВТ-ПРА є створення комбінованого (гібридного) ПРА, який базується на основі електромагнітного з додатковим електронним блоком, що поєднує простоту і надійність першого з функціональними перевагами електронного.

Матеріали та результати дослідження. Визначальним фактором, який найбільше впливає на строк служби лампи, є підвищення напруги живлячої мережі U_m , що призводить до різкого зростання напруги на лампі U_l [9]. Підвищення U_m значно збільшує теплове навантаження на елементи конструкції лампи, при цьому прискорюється процес втрати натрію в пальнику і зростає градієнт напруги на електродах.

При дослідженні режимів малопотужних ДНаТ використовувалась як стандартна методика при частоті живлення 50 Гц, так і методика заснована на вимірюванні миттєвих величин напруги і струму з подальшим розрахунком діючих значень цих параметрів згідно відомим співвідношенням при живленні напругою підвищеної частоти [10].

$$U_l = \left[\frac{1}{m} \sum_{x=0}^{m-1} u^2(t) \right]^{1/2}; \quad (1)$$

$$I_l = \left[\frac{1}{m} \sum_{x=0}^{m-1} i^2(t) \right]^{1/2}; \quad (2)$$

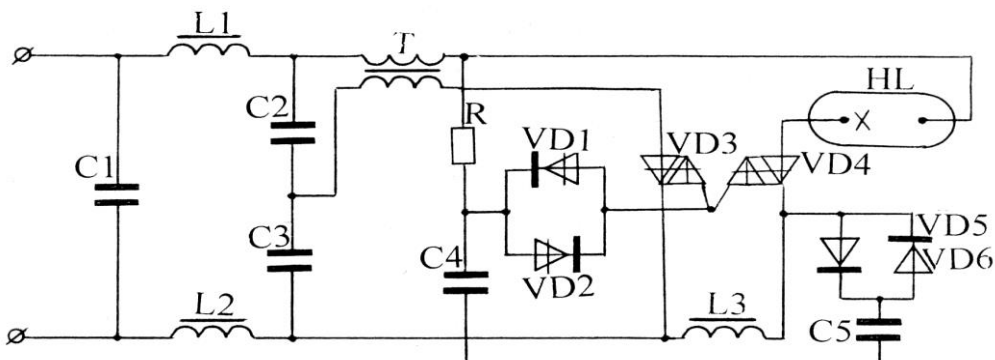


Рис. 1 – Схема комбінованого (гібридного) ПРА для РЛВТ

Принципова електрична схема розробленого нами пускорегулювального апарату для малопотужних РЛВТ містить магнітопровід дроселя (Т) одна з обмоток якого використовується в ланцюгу стабілізації

$$P_l = \sum_{x=0}^{m-1} u(t), i(t), \quad (3)$$

де U_l, I_l, P_l – діючі величини напруги, струму та потужності;

$u(t), i(t)$ – миттєві значення напруги і струму;

m – кількість вимірювань за період.

Вимірювання режимів лампи здійснювалося дво-канальним цифровим осцилографом, об'єднаним з робочим комп'ютером, який проводив обробку отриманих даних щодо параметрів U_l, I_l, P_l по заданій програмі, а частоту і амплітуду U_{xx} визначали по осцилограмам. Вплив співвідношення U_{i3}/U_r на граничну величину робочої напруги на лампі визначали із відомого співвідношення [11]:

$$U_l / U_m \leq \sqrt{\frac{2}{\frac{\pi^2}{4} + \left(\frac{U_{i3}}{U_r}\right)^2}}, \quad (4)$$

де U_r – напруга горіння розряду без пауз струму;

U_{i3} – амплітуда імпульсу запалення.

Забезпечення ефективної роботи РЛ типу ДНаТ може бути досягнуто за рахунок розробки схеми комбінованого (гібридного) ПРА, яка об'єднує переваги електронних апаратів та простоту і надійність електромагнітних, що відповідає сучасними вимогами щодо енергоекономічності, а також міжнародним стандартам. Розроблена нами схема комбінованого (гібридного) ПРА для малопотужних РЛВТ (рис. 1) дає змогу забезпечити надійне запалення та перезапалення лампи завдяки примусовому ініціюванню розряду двічі за період синусоїдальної живлячої напруги, що дозволяє усунути виникнення небезпечно аномального режиму, пов'язаного з виникненням "діодного ефекту". Ця проблема вирішується завдяки розташуванню на магнітопроводі стандартного струмостабілізуючого дроселя додаткової маловіткової обмотки, яка є елементом контуру генератора високовольтних запалюючих імпульсів.

струму лампи, а інша – в ланцюгу генератора запалюючих імпульсів, чим досягається підвищена потужність генерованих імпульсів і подача двічі за період напруги живлення запалюючих імпульсів як в пози-

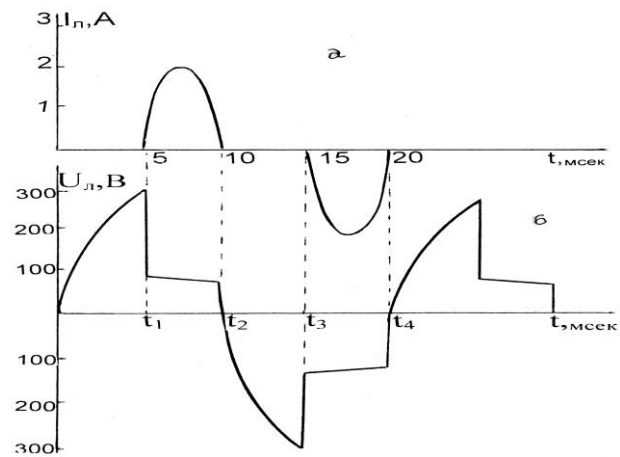
тивний, так і в негативний напівперіод. Генератор високовольтних імпульсів складається з сімістора VD3, в коло навантаження якого ввімкнена первинна обмотка дроселя Т, вторинна обмотка якого виконує роль струмостабілізуючого елементу розрядної лампи HL. Ємнісний дільник C2, C3 обмежує потужність імпульсного генератора до нормованої величини і одночасно, зі вторинною обмоткою дроселя Т, виконує роль мережевого фільтра імпульсних сигналів. Початок роботи генератора високовольтних імпульсів визначається величиною робочої напруги диністорів VD1-VD2. Фільтр C1, L1, L2 – виконує роль другої ступені задавлення імпульсних сигналів в мережі, а елементи R1, C4 забезпечують роботу імпульсного генератора в режим однократного за напівперіод напруги живильної мережі генерування запалюючого імпульсу. В момент ввімкнення напруги живлення на електроди лампи HL з вторинної обмотки дроселя Т подається напруга мережі одночасно з високовольтним запалюючим імпульсом, амплітуда якого

$$U_m = \frac{C2}{C2 + C3} \frac{W2}{W1}$$

знаходиться в межах 1,5÷4,5 кВ в залежності від стану лампи (тут W1, W2 – число витків первинної та вторинної обмоток дроселя). Імпульс запалення на фоні напруги живлення 50 Гц являє собою швидко затухаючі ударно збуджені коливання, частота яких визначається індуктивністю розсіювання та розподіленою ємністю дроселя Т і складає величину ~ 5 кГц. Після запалення розряду в лампі відбувається шунтування її розрядним проміжком ланцюгу генератора імпульсів і він вимикається. У випадку погасання лампи генератор автоматично вмикається і лампа за час порядку ~ 5 с. перезапалюється. Час повторного запалення НЛВТ після 5-ти секундного відключення від мережі живлення складає порядку 10?15 секунд, – тобто фактично відбувається "горяче" перезапалення лампи, що також є особливістю роботи даної схеми, оскільки у існуючих стандартних запалюючих пристроях типу УЗУ процес повторного запалення після погасання лампи триває на протязі 5 ÷ 7 хвилин.

Типові осцилограми сигналів на лампі типу ДНаТ в момент її запалювання і після виходу на робочий режим наведені на рис. 2. Високовольтний імпульс переходу в робочий режим відображає її динамічну вольт-амперну характеристику і визначається значною (порядку 200 В) напругою перезапалення.

Струм лампи після запалення розряду досягає номінального для даного типу НЛВТ величини і на індуктивному елементі L3, який є датчиком струму лампи, з'являється напруга яка пропорційна струму лампи. Стабілізації струму лампи і обмеження її потужності здійснюється за рахунок "падаючої" ВАХ лампи, що призводить до часткової стабілізації напруги на лампі за рахунок регулювання її кута запалення. Експериментальні зразки запропонованого комбінованого ПРА досліджувались разом з НЛВТ типу ДНаТ потужністю 35÷150 Вт виробництва Полтавського заводу розрядних ламп. Для НЛВТ потужністю 35 – 50 Вт стійка робота при нормованому рівні світлового потоку спостерігалась у 90 % дослідних ламп; для НЛВТ потужністю 75 – 150 Вт – у 100 % ламп.



а – у момент запалення; б – у робочому режимі; t_1, t_3 – моменти запалення лампи, t_2, t_4 – моменти згасання
Рис. 2 – Форма струму та напруги на лампі типу ДНаТ-150

Схема двохступеневої фільтрації імпульсних сигналів дозволяє знизити інтенсивність імпульсних радіоперешкод в мережі змінного струму до рівня 60 дБ від величини спожитої потужності, що відповідає нормам міжнародного стандарту ІЕС EN 61000-3-2, який регламентує граничні значення складових спожитого комплектом НЛВТ-ПРА мережевого струму.

Висновки. Проведені дослідження експериментальних зразків комбінованого ПРА для РЛВТ свідчать, що вони забезпечують надійну і ефективну роботу РЛ малої потужності 35-150 Вт, що дозволяє суттєво розширити сферу їх застосування в енергоекономічних ОУ різноманітного призначення.

При цьому, зокрема, досягається надійне запалення розряду і стабільна робота ламп типу ДНаТ на протязі всього регламентного строку служби; відсутній акустичний резонанс і несиметричний розряд; не спостерігається надмірного розпилення емісійного покриття електродів на колбу лампи і, відповідно, її перегрів; автоматичне регулювання струму лампи забезпечує стабільність режиму її роботи і збільшення строку експлуатації до 30 %.

Запропонований комбінований ПРА для малопотужних розрядних ламп типу ДНаТ вирішує важливі проблеми забезпечення ефективної роботи НЛВТ малої потужності в сучасних освітлювальних установках різноманітного призначення.

Список літератури

1. Погребной Ю.В. Современные натриевые лампы высокого давления. Новости светотехники. / ред. Ю.Б Айзенберг. – М.: Дом света. – 1998. – Вып.7. – 16 с.
2. Белокопъ Л.А. Зажигающие устройства для разрядных ламп высокого давления. / Л. А. Белокопъ, Н. Л. Белокопъ // Светло Люкс. – 2005. – № 6. – С. 42-44.
3. Ward P.C. Analysis of high pressure sodium lamp voltage rise / P. C. Ward // JIES. 1982. – V.11. – No 2. – С. 94-97.
4. Ward P.C. Netimation of high pressure sodium lamp voltage rise as a function of ballast characteristic curve parameters/ P.C. Ward // JIES: 1983. – V.13. – No.1. – С.157-161.
5. Хайнц Р. Характер работы разрядных ламп высокого давления / Р. Хайнц // Светотехника. – 2005. – № 4. – С.16-20.
6. Обжерин Е.А. Особенности анализа и расчёт современных систем питания ламп высокой интенсивности / Е.А. Обжерин, В. Д. Поляков, В. А. Пузанов //Светотехника. – 2006. – № 6. – С. 49-54.

7. *Фишбайн О.* Электронный пускорегулирующий аппарат для разрядных ламп высокого давления. Преимущества и недостатки / *О. Фишбайн* // Светотехника. – 2006. – №5. – С. 54-56.
8. *Белоконь Л.А.* Энергосберегающие электронные балласты для разрядных ламп высокого давления / *Л. А. Белоконь, Н. Л. Белоконь* // Светло Люкс. – 2006. – № 5. – С. 34-38.
9. *Иванов В.М.* Напряжение сети и срок службы маломощных натриевых ламп высокого давления / *В.М. Иванов, Г.М. Кожушко., О.Г. Корягин* // Светотехника. – 1992. – № 7. – С. 2-3.
10. ГОСТ 17616-82. Лампы разрядные. Методы измерения электрических и световых параметров. – М.: 1982. – 15 с.
11. *Фугенфиров М.И.* Электрические схемы с газоразрядными лампами / *М.И. Фугенфиров* // М.: Энергия. – 1974. – 368 с.
4. *Ward P.C.* Estimation of high pressure sodium lamp voltage rise as a function of ballast characteristic curve parameters / *P.C. Ward* // JIES: 1983. – Vol. 13. – No. 1. – p. 157-161.
5. *Heintz R.* High pressure discharge lamps work characteristics / *Heintz R.* // Lighting Engineering. – 2005. – No 4. – p. 16-20.
6. *Obzherin E.A.* Analysis and modeling for modern power systems of high intensity lamps / *E.A. Obzherin, V.D. Polyakov, V.A. Puzanov* // Lighting Engineering. – 2006. – No 6. – p. 49-54.
7. *Fishbain O.* Electronic starting and control device for high pressure discharge lamps. Strengths and weaknesses / *O. Fishbain* // Lighting Engineering. – 2006. – No 5. – p. 54-56.
8. *Belokon L.A.* Energy saving electronic ballasts for high pressure discharge lamps / *L.A. Belokon, N.L. Belokon* // Light Lux. – 2006. – No 5. – p. 34-38.
9. *Ivanov V.M.* Voltage and lifetime dependencies for low-power high pressure discharge lamps / *V.M. Ivanov, G.M. Kozhushko, O.G. Koryagin* // Lighting Engineering. – 1992. – No 7. – p. 2-3.
10. ГОСТ 17616-82. Discharge Lamps. Methodology of measuring electrical and lighting characteristics // Moscow: 1982. – 15 p.
11. *Fugenfirov M.I.* Electrical schemes with discharge lamps / *M.I. Fugenfirov* // Moscow: Energy. – 1974. – 368 p.

References (transliterated)

1. *Pogrebnoy Y.V.* Modern high-pressure sodium lamps. Lighting engineering news / ed. *Y.B. Aizenberg* – М.: Light House. – 1998. – V.7. – 16 p.
2. *Belokon L.A.* Starting device for high-pressure discharge lamps / *L.A. Belokon, N.L. Belokon* // Light Lux. – 2005. – No 6. – p. 42-44.
3. *Ward P.C.* Analytic of high pressure sodium lamp voltage rise / *P. C. Ward* // JIES. 1982. – Vol. 11. – No 2. – p. 94-97.

Надійшла (received) 05.04.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Гібридний пускорегулювальний апарат для розрядних ламп високого тиску / Ю. В. Рой, В. Ф. Рой, Бурма М.Г. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Х. : НТУ "ХПІ", 2016. – № 32 (1204). – С. 37-41. Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2079-3944.

Гибридный пускорегулирующий аппарат для разрядных ламп высокого давления / Ю. В. Рой, В. Ф. Рой, М.Г. Бурма // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. – Х. : НТУ "ХПІ", 2016. – № 32 (1204). – С. 37-41. Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2079-3944.

Staging and control device for high pressure discharge lamps / Roy Y.V., Roy V.F., Burma N.G. // NTU "KhPI". Series: Problems of Electrical Machines and Apparatus Perfection. – Kharkov : NTU "KhPI", 2016. – No 32 (1204). – P. 37-41. Bibliography: 11. – ISSN 2079-3944.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Рой Юрій Вікторович – пошукач, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова; м. Харків; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Рой Юрій Вікторович – соискатель, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова; г. Харьков; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Roy Yuriy Viktorovich – Researcher, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; Kharkov; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Рой Юрій Вікторович – доктор фізико-математичних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова; м. Харків; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Рой Виктор Федорович – доктор физико-математических наук, профессор, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова; г. Харьков; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Roy Viktor Fedorovich – Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Full Professor at the Department of Electricity cities, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv; Kharkov; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: office@kname.edu.ua.

Бурма Микола Гаврилович – кандидат фізико-математичних наук, старший науковий співробітник, Фізико-технічний інститут низьких температур ім. Б.І. Веркіна Національної академії наук України; Харків; тел.: (057) 340-50-11; e-mail: burma@ilt.kharkov.ua.

Бурма Николай Гаврилович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, Фізико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина Национальной академии наук Украины; Харьков; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: burma@ilt.kharkov.ua.

Burma Nikolay Gavrilovich – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher, B.Verkin Institute for Low Temperature Physics and Engineering of the National Academy of Sciences of Ukraine; Kharkov; тел.: (057) 707-33-16; e-mail: burma@ilt.kharkov.ua.