

УДК 621.3.032

# КОМБІНОВАНИЙ (ГІБРИДНИЙ) ПРА ДЛЯ ЛАМП ВИСОКОГО ТИСКУ

**О. Ю. Поліщук**  
Аспірант\*

**В. М. Поліщук**  
Кандидат технічних наук, доцент, декан  
Факультет «Електрозабезпечення та освітлення міст»\*

**В. Ф. Рой**  
Доктор технічних наук, професор  
Кафедра «Електрозабезпечення міст»\*  
\*Харківська національна академія міського  
господарства  
вул. Революції, 12, м. Харків, Україна  
Контактний тел.: 701-02-32

*Пропонується схема комбінованого (гібридного) ПРА для розрядних ламп високого тиску типу ДНаТ, переважно відносно малої (50-150 Вт) потужності з автоматичним регулюванням амплітуди запалюючого імпульсу в залежності від падіння напруги на лампі, що дозволяє повністю використати регламентний строк служби лампи*

*Ключові слова: розрядні лампи високого тиску, пускорегулюючий апарат (ПРА), строк служби*

*Предлагается схема комбинированного (гибридного) ПРА для разрядных ламп высокого давления типа ДНаТ, преимущественно малой (50-150 Вт) мощности с автоматическим регулированием амплитуды поджигающего импульса в зависимости от нарастания напряжения на лампе, что позволяет полностью использовать регламентный срок службы лампы*

*Ключевые слова: разрядные лампы высокого давления, пускорегулирующий апарат (ПРА), срок службы*

*The circuit combined (hybrid) SCA for digit lamps of a high pressure such as Arc Sodium Lamp, mainly small (50-150 Wm) is offered to capacity with automatic control of amplitude of a setting fire pulse depending on increase of a pressure on a lamp that allows to use procedural service life of a lamp completely*

*Keywords: digit lamps of a high pressure, start-control apparatus (SCA), service life*

## 1. Вступ

Сучасні вимоги підвищення енергоефективності освітлювальних установок (ОУ) пов'язані, насамперед, з широким впровадженням енергоощадних джерел світла, якими є розрядні лампи високого тиску (РЛВТ), а серед них найбільш енергоекономічні – натрієві лампи високого тиску (ДНаТ), які широко використовуються в ОУ зовнішнього освітлення і мають перспективи застосування для освітлення промислових, адміністративних і побутових приміщень. Використання для забезпечення роботи РЛВТ електромагнітних пускорегулюючих апаратів (ПРА) не задовольняє вимогам щодо енергоекономічності і функціональних можливостей сучасних освітлювальних установок (ОУ) [1]. Впровадження високочастотних електронних ПРА, які ефективно працюють в комплекті з люмінесцентними лампами (ЛЛ), для використання з РЛВТ не придатні внаслідок специфічних вимог останніх до умов запалювання та забезпечення необхідних режимів роботи таких ламп. Особливо це стосується малопотужних

(50-150Вт) ламп типу ДНаТ, які є найбільш перспективними для масового впровадження в установках внутрішнього освітлення. Малі геометричні розміри світного тіла таких джерел світла, обумовлені вимогами до світлотехнічних параметрів освітлювальних приладів і, як наслідок, малі розміри пальника обумовлюють напружений тепловий режим катодного вузла, що ускладнює запалення та перезапалення лампи особливо у другій половині їх строку служби. Ускладнює проблему і відносно високий коефіцієнт імпульсу таких ламп:  $K_{\text{имп}} = U_{\text{пз}}/U_{\text{л}}$ , який значно більший, ніж у більш потужних ламп. Це обумовлено високою теплопровідністю плазми натрієвого розряду і значною швидкістю деіонізації в малому об'ємі пальника ДНаТ, що вимагає формування і більш потужних запалюючих імпульсів (тут  $U_{\text{пз}}$ ,  $U_{\text{л}}$  – потенціал запалювання і напруга на лампі, відповідно) для надійного ініціювання розряду в лампі на початку і особливо наприкінці її регламентного строку служби [2].

Крім того існує ще ряд проблем, таких, як можливість виникнення несиметричного розряду в лампі

внаслідок недосконалої технології виготовлення катодного вузла, прискореного розпилення емісійного покриття електродів на стінки колби пальника і зниження внаслідок цього виходу світлового потоку, утворення стоячих хвиль (так зв. акустичного резонансу на підвищених частотах), та ін., які потребують пошуку подальших ефективних технічних рішень. Тому існує проблема розробки надійних і недорогих запалюючих і струмостабілізуючих пристроїв саме для ламп ДНаТ малої інтенсивності.

## 2. Аналіз проблеми

Одним з перспективних напрямків створення ефективних електронних ПРА для РЛВТ є використання підвищеної частоти живлення, яка дає змогу вирішити ряд проблем, зокрема, усунення несиметричного режиму роботи ламп, суттєво знизити коефіцієнт імпульсу, розширити діапазон регулювання електричних і, відповідно, світлотехнічних параметрів. Однак така важлива проблема, як зростання напруги на лампі до певної межі, яка називається напругою погасання, є основним параметром, який визначає строк служби ДНаТ. Ріст напруги на лампі визначається насамперед, характером і інтенсивністю фізико-хімічних процесів, які відбуваються в пальнику лампи в процесі її роботи [2], а також впливу зовнішніх факторів: коливанням мережної напруги, нагріву пальника відбитим світлом від світлотехнічної арматури, електричними параметрами ПРА.

Скорочення внаслідок цього терміну експлуатації, погіршення надійності запалення та перезапалення до теперішнього часу не знайшли ефективного вирішення. Отже завданням даної роботи було пошук шляхів вирішення цієї проблеми.

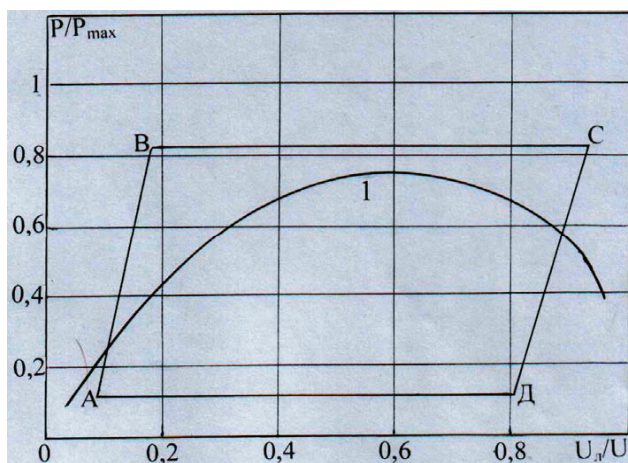


Рис. 1. 1-залежність потужності від напруги на лампі  $P=f(U_n)$  ДНаТ; АД, ВС – мінімально і максимально допустимі значення потужності лампи; АВ,СД – найменша і найбільша допустимі напруги на лампі

Розглянемо деякі електричні характеристики ДНаТ. Недоліком таких ламп є відносно низьке значення  $k=U_n / U_m$ , яке складає 0,45-0,5, внаслідок чого зменшується коефіцієнт потужності ( $\cos\phi$ ) на 10-12%, протікають значні струми, що потребує значних габаритів ПРА і великим втратам в них.

Ділянка номінальних робочих параметрів ДНаТ описується діаграмою, побудованою в координатах «потужність - напруга на лампі», з якої витікає, що зміна напруги на лампі супроводжується зміною і потужністю, характер якої залежить також і від вольт-амперної характеристики (ВАХ) баласту (рис. 1). Кожен комплект РЛ-ПРА характеризується специфічною кривою (ХК), яка визначає зміну потужності лампи в залежності від напруги на ній і відрізняється крутістю зростаючої та спадаючої ділянки, початковою напругою, величиною та положенням максимуму, точками перетину з прямими, які обмежують ділянку допустимих робочих параметрів лампи. Характер (вид) ХК визначає ефективність роботи комплексу РЛ-ПРА, тому знаючі динаміку збільшення напруги в процесі горіння, по формі ХК можна визначити фізичний строк служби лампи. Характер ХК безпосередньо залежить від типу баласту, який суттєво впливає на експлуатаційні характеристики ДНаТ. Відповідно до вимог Європейського стандарту IEC EN 12464-1 [3], встановлені граничні вимоги по потужності і напрузі на комплекті ДНаТ-ПРА, які визначають рівень його енергоекономічності, нормовані світлові потоки і регламентовані строки служби освітлювальної установки (ОУ).

Основним показником, що визначає швидкість зростання напруги на лампі є динамічна характеристика комплексу РЛ-ПРА, яка визначає одночасно зростання потужності лампи, що може перевищити норми, регламентовані МЕК (16%) більш, ніж в 5 разів. Це призводить до необхідності обмеження її, наприклад, введенням в схему зворотного зв'язку по струму (потужності) лампи, або за допомогою роботи на початку строку експлуатації при більш низьких початкових номінальних напругах на лампі і використання оптимальної світлотехнічної арматури, в якій напруга зростає не більше, ніж на 5-10 В (в залежності від потужності лампи) за рахунок утеплюючого ефекту арматури і відбиття випромінювання на пальник лампи.

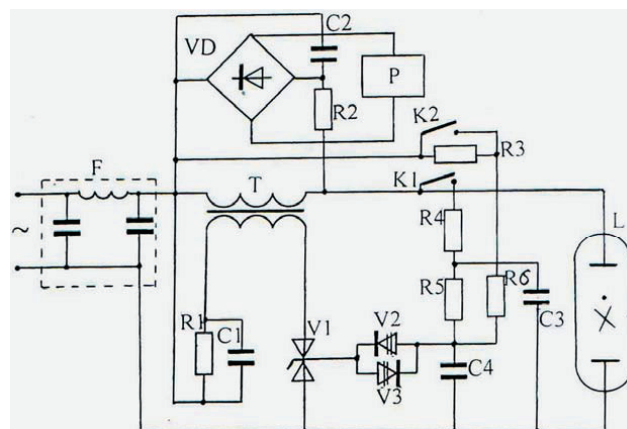


Рис. 2. Принципова електрична схема комбінованого (гібридного) ПРА

Зважаючи на перелічені особливості роботи ДНаТ, а також наявність сучасної силової елементної бази і вимог щодо енергоекономічності ОУ, перспективною, на наш погляд, є розробка комбінованих (гібридних) ПРА, які б наближались функціонально до електронних і одночасно відповідали вимогам дешевизни та надійності [4].

### 3. Розробка комбінованого (гібридного) ПРА

Принципова електрична схема комбінованого ПРА містить мережний фільтр F, вихід якого з'єднано з входом первинної обмотки трансформатора T, утвореного зі стандартного струмостабілізуючого дроселя шляхом розташування на ньому додаткової (вторинної) обмотки, яка входить в ланцюг генератора запалюючих імпульсів. Завдяки цьому досягається підвищення потужності генератора запалюючих імпульсів, що двічі за період живлячої напруги подаються на електроди лампи. Вихід первинної обмотки трансформатора з'єднано з електродом розрядної лампи L, а другий її електрод з'єднано з другим виходом мережного фільтра F, завдяки чому забезпечується живлення розрядної лампи. Генератор імпульсів в ланцюгу вторинної обмотки трансформатора т містить симістор V1 і RC –ланцюжок R1C1. При цьому внутрішній опір імпульсного генератора визначається, в основному, індуктивністю дроселя, який виконує одночасно функцію трансформатора високовольтних запалюючих імпульсів. Керуючий електрод симістора V1 приєднано до виходу зустрічно-паралельно з'єднаних диністорів V2, V3, вхід яких з'єднано з накопичувальним конденсатором C4 і двома резисторними ланцюжками: R3, R6 і R4, R5, C3. При ввімкненні мережної напруги напруга на накопичувальному конденсаторі C4 зростає до моменту пробою одного з диністорів V2 або V3 (залежно від полярності мережної напруги в цей момент часу). При цьому напругою на конденсаторі C4 відкривається симістор V1 і завдяки ємкості C1 і індуктивності вторинної обмотки трансформатора T утворюється коливальний контур генератора запалюючих імпульсів, внаслідок чого на вторинній обмотці трансформатора T з'являється короткий імпульс з амплітудою  $U_i = U_c \sin \phi$  ( $U_c$  - напруга на конденсаторі C4;  $\phi$  – кут відкриття симістора), величина якого визначається напругою на ланцюжку R3, R6, C4. При цьому на первинній обмотці трансформатора T, крім мережної напруги  $U_m$ , з'являється високовольтний запалюючий імпульс тієї ж полярності, що і мережна напруга  $U_m$ , який подається на електроди розрядної лампи високого тиску L. При іншій полярності мережної напруги пробивається диністор V2 і на первинній обмотці трансформатора T з'являється високовольтний запалюючий імпульс тієї ж полярності, що і мережна напруга. Таким чином, на електроди розрядної лампи двічі за період мережної напруги подається двополярний запалюючий імпульс. В режимі запалення лампи кут відкриття симістора  $\phi$  встановлюють з умов надійного запалення розрядної лампи наприкінці регламентного строку служби, коли електроди втрачають емісійну спроможність і напруга на лампі зростає. Після запалення лампи на первинній обмотці трансформатора T з'являється напруга:  $U_m - U_d$ , яка після випрямлення діодним мостом VD через резистор R2 та згладжувальний кон-

денсатор C2, подається на котушку реле P, в результаті ввімкнення якого контакт K2 шунтує резистор K3, що призводить до зменшення кута  $\phi$  і одночасно контакт K1 приєднує до накопичувального конденсатора C4 джерело струму протилежної полярності з ланцюжка R4, R5, C3, пов'язане з напругою розрядної лампи. В результаті дії двох джерел струму різної полярності встановлюється необхідний для надійного запалення та перезапалення розрядної лампи кут  $\phi$ , який автоматично збільшується із зміною напруги на лампі і при цьому збільшується амплітуда двополярного запалюючого імпульсу від 1,4 до 4,5 кВ, що забезпечує надійне запалення і стабільну роботу ламп високого тиску на протязі усього регламентного строку служби, дає змогу повністю використати їхні ресурсні можливості і, тим самим, здійснити економію коштів на експлуатацію ОУ. Після запалення лампи відбувається шунтування її міжелектродним проміжком електричного кола генератора імпульсів і він переходить в режим очікування, а при загасанні лампи автоматично вмикається і примусово за час порядку 5 с. перезапалює лампу.

### 4. Висновок

Експериментальний зразок запропонованого гібридного ПРА досліджувався в комплекті з РЛ типу ДНаТ потужністю 50-100 Вт в тому числі наприкінці їх ресурсного строку служби і підтвердив високу надійність роботи комплексу РЛ-ПРА. Використання в схемі фільтра імпульсних сигналів F дало змогу знизити рівень радіоперешкод в мережі до значення 60 дБ відносно величини спожитої потужності, що відповідає нормам міжнародного стандарту МЭК 555.2 (IEC EN 61000-3-2), який регламентує гранично допустимий рівень генеруємих приладом гармонічних складових в мережі живлення. Таким чином, розроблений ПРА відповідає вимогам надійності, технологічності і дозволяє вирішити проблему подовження ресурсу роботи ламп типу ДНаТ згідно нормативної документації.

### Література

1. О. Фишбайн. Электронные пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп высокого давления // Светотехника.-2006.-№5.-С.54-56.
2. Л.А.Белоконь, Н.Л.Белоконь. Зажигающие устройства для разрядных ламп высокого давления // Светло люкс.-2006.-1.-С.22-25.
3. Натриевые лампы высокого давления. МЭК. Публикация 662. 1980.
4. В.Ф.Рой, М.Г.Бурма. Пускорегулирующий пристрій для разрядных ламп высокого тиску // Патент України.- UA384524 А. НО5В 41/18.-Бюл.№4, 2001р.