

УДК 624.311

**Басова Ю.О.** – старший викладач кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів Полтавського університету споживчої кооперації України

**Кожушко Г.М.** – кандидат технічних наук, доцент Полтавського університету споживчої кооперації України

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СВІЛОТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТА НАДІЙНОСТІ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП РІЗНИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ МАРОК**

Робота виконана на кафедрі товарознавства та експертизи непродовольчих товарів ПУСКУ

*Досліджені світлотехнічні параметри компактних люмінесцентних ламп різних виробників та надійність їх в режимі частих запалювань. Показано, що ряд торговельних марок, присутніх на ринку України, не відповідають задекларованим в каталогах параметрам. Лампи, які мають «холодне» запалювання значно поступаються по надійності в режимі роботи при частих запалюваннях лампах з попереднім підігрівом катодів.*

*Ключові слова: люмінесцентні лампи, світлотехнічні параметри, «холодне» запалювання.*

**Басова Ю.А., Кожушко Г.М. Исследование светотехнических параметров и надежности компактных люминесцентных ламп различных торговых марок.** *Исследованы светотехнические параметры компактных люминесцентных ламп та их надежности в режиме частых включений. Указано, что ряд торговых марок не отвечают задекларированным в каталогах параметрам. Лампы, имеющие «холодное» включение уступают за показателем надежности в режиме частых включений лампам с предварительным подогревом катодов.*

*Ключевые слова: люминесцентная лампа, светотехнические параметры, «холодное» включение.*

**Basova YU.A., Kozhushko G.M. The Study of lightning technology of compact luminescent lamps of the different trademarks.** *The parameters of lightning technology of compact luminescent lamps of different producers and reliability are investigational them in the mode of frequent including. It is rotined that the row of trade marks, present at the market of Ukraine, does not answer the parameters declared in catalogues. Lamps which have «cold» including considerably yield on reliability in office hours at frequent including lamps with the previous heating of cathodes.*

*Keywords: compact luminescent lamp, lightning parameters, "cool" cut-in.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими і практичними завданнями.** Проблема економії

електроенергії (ЕЕ) для всіх країн світу набула за останні роки виключного значення. В більшості індустриальних країн світу розглядають як магістральний шлях зниження споживання ЕЕ на освітлення заміну ламп розжарювання (ЛР) на компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) [1-3]. Світлова віддача ( $\eta$ ) сучасних КЛЛ в 4-5 разів перевищує цей параметр для ЛР, а тривалість горіння – в 8-15 разів [4]. Однак сьогодні не тільки в країнах, що розвиваються, але і в індустриальних країнах найбільш масовими в житловому секторі є ЛР.

**Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми.** На думку значної частини авторів публікацій і опитаних споживачів, головним бар'єром, який стримує більш широке впровадження КЛЛ для освітлення житла є висока їх вартість в порівнянні з ЛР (в 10-30 разів!).

Але крім високих цін на КЛЛ є ще багато проблем, які стримують більш широке використання КЛЛ в житловому освітленні:

- невідповідність деяких параметрів КЛЛ очікуванням споживачів (дизайн, розміри, колірність, яскравість та ін.);
- низька якість КЛЛ деяких виробників і не виконання ними гарантійних зобов'язань по заміні КЛЛ у випадках передчасного виходу їх із ладу.

На думку ряду авторів [5-10], уже сьогодні головним бар'єром, який стримує заміну ЛР на КЛЛ, є якість останніх.

26 лютого 2007 року в міжнародному енергетичному агентстві (ІЕА) в Парижі відбувся Міжнародний семінар, метою якого було вироблення основних вимог до якості КЛЛ у зв'язку з розробкою стратегічних заходів по припиненню застосування ЛР для освітлення.

З метою забезпечення постійного зростання використання КЛЛ пропонується розробити «європейську хартію якості КЛЛ», яка буде гарантувати, що КЛЛ з цим ярликом відповідатиме всім вимогам високоякісного освітлення житлового сектора.

Основні фундаментальні вимоги споживачів до КЛЛ [2]:

- добитися такого ж функціонування, як у ЛР;
- виріб повинен бути безпечним;
- виріб повинен бути кращим, ніж ЛР (економитиме електроенергію/гроші/зменшить забруднення навколишнього середовища, прослужить тривалий час).

Для того, щоб збільшити число КЛЛ в житловому секторі, необхідно добитися «довіри споживача». Цього можна досягти за

допомогою стимулювання першого застосування і потім мінімізувати можливе розчарування.

Якщо споживач, який купив КЛЛ, розчарувався в її характеристиках, особливо із-за якості, або невідповідності очікуваних результатів, то сподіватись, що він знову купуватиме таку лампу важко. Тому, з точки довгострокової політики розвитку енергозберігаючого освітлення в житловому секторі, найбільшої вагомості на наш погляд набувають проблеми якості та надійності енергоекономічних ламп, їх екологічна безпека, естетичні та функціональні властивості.

За даними [8] лампи зарубіжних фірм «Philips», «Osram», «General Electric», вітчизняної «Газотрон-люкс», в основному відповідають задекларованим в каталогах даним, мають хорошу якість. Що стосується продукції китайського виробництва, яка поставляється під різними торговельними марками, то часто зустрічається партії низької якості, які не відповідають вимогам нормативних документів.

Китай є світовим лідером у виробництві КЛЛ, забезпечуючи більше 75% всього світового виробництва. Сьогодні в Китаї є близько 1000 виробників КЛЛ з великою кількістю постачальників компонентів, електроніки, скла і т.д., які виробляють продукцію різної якості. Деяка кількість КЛЛ сумнівної якості надходить і на ринок України. Візуально відрізнити якісну КЛЛ від неякісної (або підробки відомого світового бренду) споживачу практично неможливо. Викликати підозру можуть хіба що низька ціна.

Тому проблема якості, надійності та безпечності нових джерел світла, зокрема побутового призначення, є досить актуальною.

**Цілі статті.** Метою даної роботи є:

- дослідження світлотехнічних параметрів компактних люмінесцентних ламп різних виробників та надійності їх в режимі частих запалювань;

- дослідження якості та техніко-економічних показників КЛЛ різних торговельних марок присутніх на ринку України.

**Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Нами досліджувались лампи торговельних марок «Космос», «Elektrum», «Maxus», «Delux», «Visson» та вітчизняного виробника «Люмакс» на відповідність задекларованих світлотехнічних та електротехнічних параметрів. Для випробування були закуплені через торговельну мережу по 5 ламп кожної торговельної марки потужністю 20 Вт

(колірна температура  $T_k=2700K$ ). Випробування проводили з використанням стандартних методик [11-14] в акредитованому в НААУ науково-дослідному центрі випробування електричних ламп та технологічного обладнання ДП «Полтавастандартметрологія» [15].

В табл.1 приведені середні значення задекларованих та фактичних значень світлового потоку після 100 год. горіння ламп (точність вимірювання світлового потоку  $\pm 5\%$ ), а також розраховані на основі спектральних вимірювань значення колірної температури ( $T_k$ ) та координат колірності (x, y).

Таблиця 1

Результати вимірювання світлотехнічних та електротехнічних параметрів КЛЛ

Торговельна марка	Задекларована напруга живлення ( $U_{ном}$ ), В	Фактична потужність при $U_{ном}$ , Вт	Задекларований світловий потік при $U_{ном}$ , Ф, лм	Середній фактичний світловий потік при $U_{ном}$	$\Phi_1/\Phi$ , %	Середня колірна температура $T_k$ , К	Середні значення координат колірності	
							x	y
Космос	230	17	1200	1054	88	2950	0,4454	0,4144
Electrum	230	16	1000	965	93	2750	0,4611	0,4181
Люммакс	220	18	1200	1183	99	2830	0,4594	0,4266
Maxus	230	18	1250	1011	77	2960	0,4428	0,4098
Delux	225	19	1240	1200	93	2750	0,4593	0,4152
Visson	220	17	1100	1083	98	2810	0,4621	0,4279

Із приведених даних видно, що продукція торговельних марок „Люммакс” та „Visson” мають світлові потоки, які відповідають задекларованим. Світлові потоки останніх трьох торговельних марок нижчі, ніж каталожні в основному із-за заниженої потужності. Колірні характеристики ламп торговельних марок „Космос” та „Maxus” також

не відповідають задекларованим в каталогах даним. Їх координати колірності не попадають в поле допуску, яке встановлене міжнародним стандартом для  $T_k = 2700 \text{ K}$ .

Основними факторами, які визначають тривалість роботи люмінесцентних ламп (ЛЛ) низького тиску, в тому числі і КЛЛ є [16]:

1) зниження світлового потоку через деградацію люмінофору та розпилення матеріалів електродів, які осідають на люмінофорний шар, що в кінцевому рахунку приводить до економічної недоцільності експлуатації ламп;

2) втрати електродами емісійної здатності, що приводить до підвищення напруги запалювання і фізичного виходу ламп з ладу.

Зниження емісійної здатності електродів обумовлюється поступовим витрачанням або отруєнням емісійного покриття електродів. Після повного спрацювання або втрати емісійних властивостей через «отруєння» газовим середовищем лампи перестають запалюватись і виходять з ладу. Від швидкості витрачання емісійного матеріалу залежить тривалість горіння.

Відомо також, що найбільше руйнування емісійного покриття електродів відбувається при запалюванні ламп, причому попереднє нагрівання електродів значно зменшує процес руйнування емісійного шару [16]. Тому кількість циклів вмикання ламп суттєво впливає на тривалість горіння.

Швидкість втрати емісійного покриття в пускових режимах залежить від температури електродів. При температурах нижче  $700$  і вище  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  спостерігається суттєве скорочення тривалості роботи ламп, обумовлене підвищеною швидкістю витрачання емісійного матеріалу [17]. Тому кількість тепла, яке підводиться до електродів шляхом пропускання через них струму, при запалюванні має критичне значення. Занадто висока напруга і тривалий час підігріву може спричинити перегрів електродів при запалюванні і, відповідно, скорочувати тривалість роботи ламп.

Недостатнє нагрівання електродів або запалювання ламп при «холодних» електродах також викликає суттєве зниження тривалості роботи ламп через низьку термоемісійну спроможність катодів в пусковий період і прискорене розпилення емісійного матеріалу. Для мінімізації втрат емісійного покриття температура електродів має бути приблизно рівною  $700 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Тривалість роботи ЛЛ залежать також і від напруги мережі живлення. Для ламп, які працюють з електромагнітними ПРА і запалюються з допомогою стартерів, занадто висока напруга викликає

запалювання ЛЛ з недостатньо підігрітими електродами, а знижена напруга сповільнює запалювання і спричиняє багаторазове спрацювання стартерів. В обох випадках спостерігається зниження тривалості роботи ламп.

Із вищезазначеного очевидно, що тривалість роботи ламп дуже залежить від режиму експлуатації і, в першу чергу від числа вмикань (запалювань). В [18] приведені дані, які отримані з різних джерел, в тому числі і від виробників ламп про вплив тривалості циклу вмикання ламп на тривалість роботи ламп (рис. 1). З рис.1 видно, що при різній кількості циклів вмикання лампи, які працюють з електронним ПРА (а таких сьогодні є більшість КЛЛ) їх тривалість роботи може в відрізнятись рази.

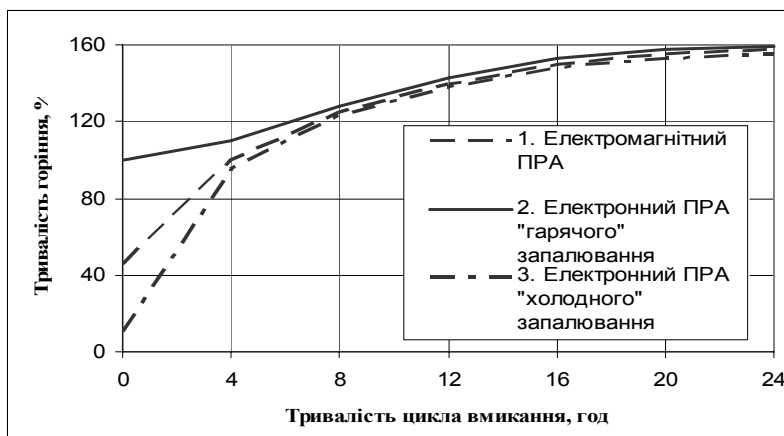


Рис. 1 Залежність відносної тривалості горіння люмінесцентних ламп від тривалості циклів вмикання

Для порівняння ресурсних параметрів КЛЛ в режимі частих запалювань нами були проведені випробування 3-х партій з циклом роботи: 10 с – час горіння; 50 с – час релаксації. Досліджувались лампи торговельних марок «Люмакс» (з попереднім підігріванням катодів) та «Visson» і «Космос» (з «холодним» запалюванням). Режим запалювання (температура нагрівання електродів та напруга запалювання) не досліджувалися, тому результати досліджень можна вважати попередніми. Дані випробувань приведені на рис. 2.

Як бачимо, лампи з попереднім нагріванням електродів витримують більше число запалювань. Виходячи з цього слід рекомендувати споживачам використовувати КЛЛ з попередніми нагріванням електродів в тих сферах, де часто приходиться їх вмикати

та вимикати, а в режимах тривалих циклів (наприклад, в метро, магазинах, офісах та інш.) без будь-яких ризиків для зниження надійності роботи КЛЛ можна використовувати і лампи з «холодним» запалюванням. Для того, щоб відрізнити ці лампи споживачам, безумовно, необхідно ввести додаткове маркування ламп за цим параметром.

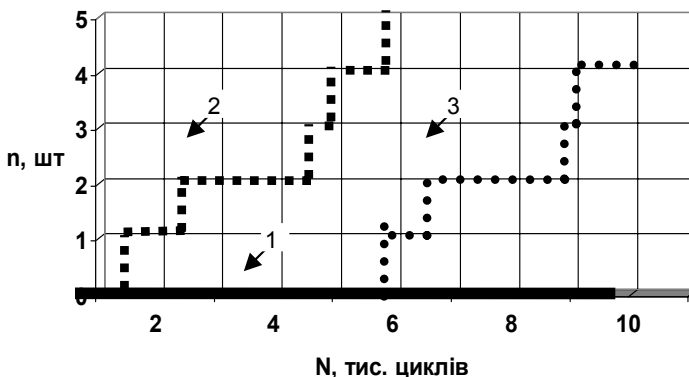


Рис. 2. Вихід ламп з ладу залежно від числа запалювань, разів:

1 – Люмакс (з попереднім підігріванням катодів); 2 – Visson („холодне” запалювання); 3 – Космос („холодне” запалювання)

Аналізуючи публікації по експлуатаційних характеристиках КЛЛ і результати власних досліджень слід також відзначити наступне:

1. Для побуту використовуються, переважно, КЛЛ з вбудованим ПРА і різьбовим цоколем E27 або E14. Недоліком заміни ЛР на КЛЛ з різьбовим цоколем, як довгострокового підходу, є ефект «зворотного розкручування», коли КЛЛ після виходу з ладу знову міняється на ЛР.

2. Номінальні робочі світлотехнічні характеристики в реальних умовах експлуатації нижчі, ніж рекламовані в каталогах. Це викликано тим, що світловий потік КЛЛ залежить від температури навколишнього середовища. При роботі КЛЛ в закритому світильнику температура колби істотно відхиляється від номінальної (23-25°C), що може знижувати світловий потік на 20-30% [6]. Велика частина світильників для ЛР має криві світлорозподілу, які знижують коефіцієнт використання світлового потоку КЛЛ (в порівнянні з цим коефіцієнтом для ЛР) більш ніж на 15 %. В результаті неоптимального теплового режиму і світлорозподілу (а також сумарної величини неактивних складових), ефективність КЛЛ зменшується майже на 50 % і перевищує світлотехнічні параметри ЛР всього в 2 - 3,5 рази, а не

в 3 - 6 разів, як рекламується в проспектах. Але не зважаючи на цей факт виконані нами розрахунки показують, що навіть при таких технічних показниках вартість світлової енергії, яка генерується КЛЛ в 2-4 рази менша, ніж вартість світлової енергії, яка генерується ЛР. При теперішніх цінах на лампи і тарифах на електричну енергію КЛЛ окупається менше як за 1 рік.

3. Через важкі температурні умови роботи КЛЛ в світильниках для ЛР має місце істотно менша тривалість роботи.

4. Не дивлячись на істотне покращення характеристик КЛЛ (зменшення габаритів, маси, поліпшення кольоропередачі, світлорозподілу) для традиційних світильників з ЛР вони справляють враження великих ламп і не створюють такого ж естетичного ефекту як ЛР.

5. КЛЛ містить токсичну речовину — ртуть, тому існує потенційна небезпека забруднення приміщень (при випадковому руйнуванні ламп).

З метою обмеження забруднення навколишнього середовища Міністерство промислової політики України в липні 2007 р. оприлюднило проект постанови Кабінету Міністрів України „Про затвердження технічного регламенту щодо заборони використання деяких небезпечних речовин в електричному та електронному обладнанні” [18]. Цей проект розроблений відповідно до розпорядження Кабінету Міністрів України „Про затвердження плану заходів щодо виконання у 2007 році загальнодержавної програми адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу” і відповідає вимогам Директиви Європейського парламенту та Ради Європейського Союзу 2002/95/ЕС.

До переліку обладнання на яке поширюється дія цього регламенту відносяться і освітлювальна апаратура, електричні освітлювальні лампи та побутові світильники.

Згідно з проектом цього технічного регламенту в цілому ряді конструкцій освітлювальних розрядних ламп (де це практично можна здійснити) планується обмеження застосування ртуті. Наприклад, кількість ртуті, яку вводять в компактну лампу не повинна перевищувати 5 мг, а в лінійну люмінесцентну лампу загального призначення (з використанням галофосфатного люмінофору) - не більше 10 мг.

Технічний регламент буде обов'язковим для виконання всім виробникам відповідної продукції (виробником є будь-яка особа, яка незалежно від застосованого способу продажу:



а) виробляє та продає електричне обладнання (лампи) під власною торговою маркою;

б) перепродає під власною торговою маркою обладнання, надане іншими постачальниками;

в) імпортує або експортує обладнання в Україні на професійній основі).

Але не зважаючи на згадані перспективи обмеження використання небезпечних речовин в Україні поки що нічого не зроблено для збирання та утилізації ртутних ламп від населення. Це серйозна проблема.

### **Висновки:**

1) КЛЛ – перспективні енергоекономічні лампи, але значна частина ламп, які поступають на внутрішній ринок України не відповідають задекларованим світлотехнічним параметрам;

2) для експансії ринку енергоекономічних джерел світла, зокрема КЛЛ, життєво необхідно забезпечити їх високу якість. Для цього необхідно обмежити на ринок України доступ неякісної продукції через систему технічного регулювання;

3) для попередження забруднення навколишнього середовища відходами ртутних ламп необхідно вирішити проблему збирання та утилізації КЛЛ від населення

### **Література:**

1. Айзенберг Ю.Б. Энергосбережение – одна из важнейших проблем современной светотехники // Светотехника. – 2000. - №6. - С. 6-10

2. Лебо Б., Цисис Г. Стратегия действий по повышению качества компактных люминесцентных ламп с целью вытеснения ламп накаливания // Светотехника. – 2007. - №4. – С.64-69

3. Айзенберг Ю.Б. Энергоснабжение и техническая политика в области освещения // Светотехника. – 2005. - №6. - С. 4-9

4. Веккер А., Мюллер С. Источники света: ситуация 2000 // Светотехника. – 2001. - №2. – С. 11-13

5. Уимс У., Миллс Э. Анализ факторов, влияющих на продажу компактных ламп в бытовом секторе Европы // Светотехника. – 1995. - № 3. – С. 2-7

6. Миллс Э., Симинович М., Нейдш Э., Сардински Р. Новое поколение светильников для освещения жилья // Светотехника. – 1996. - № 1-2. – С. 29-33

7. Кожушко Г.М. Об эффективности компактных люминесцентных ламп // Світлолюкс. – 2003. - № 2. – С. 37-39

8. Иванов В. Полтавастандартметрологія: нові можливості захисту споживачів світлотехнічної продукції // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2007. - №5. – С. 67-71.

9. Жарків А.Ф., Козлов А.В., Качалов С.А., Дробот Ю.Г. Аналіз енергоефективності енергозберігаючих компактних люмінесцентних ламп //

Світлотехніка і електроенергетика. – 2007 .- №5. – С. 4-9

10. Кожушко Г.М. Сокогонь О.О. Екологічні проблеми утилізації та використання відходів розрядних ламп // Світлолюкс. – 2007. - № 6. – С. 13-16

11. ГОСТ 17616-82 Лампы электрические. Методы измерения электрических и световых параметров. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 46 с.

12. ГОСТ 12198-94 Лампы электрические. Методы измерения спектральных и цветовых характеристик параметров. – К.: Госстандарт Украины, 1997. – 84 с.

13. ДСТУ ІЕС 60901:2001 Лампи люмінесцентні одноцокольні. – К.: Держспоживстандарт, 2001. – 198 с.

14. ДСТУ EN 50285:2007 Лампи електричні побутові. Методи вимірювання енергетичної ефективності - К.: Держспоживстандарт, 2007. – 6 с.

15 Кожушко Г.М., Іванов В.М., Басова Ю.О., Шпак С.В. Дослідження споживних властивостей компактних люмінесцентних ламп різних торговельних марок, присутніх на ринку України // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні проблеми світлотехніки (22-23 квітня 2009 р.). – Харків. – С 34-36.

16. Рохлин Н.Г. Розрядные источники света. – М.: Энергоиздат, 1991. – 720 с.

17. Ji Y., Devis R., O'Rourke C. and Chui E. 1999. Compatibility Testing of fluorescent Lamp and Ballast Systems. IEEE Transactions on Industry Applications. Vol. 35 (6), pp 1271-1276.

18. Прамод Бусэл. Срок службы ламп и его прогнозирование при автоматизированном управлении освещением зданий. – Светотехника. - №1. – 2008. – С.53-55.

Стаття подана до редколегії  
12.06.2009 р.