

УДК 628.9

К. І. Іоффе, Л. Д. Гуракова

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова***ВПРОВАДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА У ПРОМИСЛОВОМУ ОСВІТЛЕННІ**

Представлені результати аналізу технічних даних індукційних ламп виробництва Китай, виконана порівняльна оцінка прямої заміни розрядних ламп високого тиску на індукційні джерела світла, і визначені основні напрями подальшого розвитку застосування індукційних ламп в промисловому освітленні.

Ключові слова: індукційна лампа, джерело світла, промислове освітлення, світловий потік, аварійне освітлення.

Постановка проблеми. Одна з основних проблем промислової галузі у всьому світі - скорочення енергоспоживання на власні потреби виробництва, а, відповідно, зменшення витрат на експлуатацію виробничого устаткування і збільшення прибутку підприємства.

Разом з використанням економічно ефективних засобів автоматизації, істотної економії можна добитися шляхом модернізації системи освітлення підприємства - невід'ємної складової робочого середовища будь-якого виробничого приміщення.

Впровадження інноваційних рішень і технологій дозволяє скоротити споживання електроенергії. Прогрес в створенні нових високоефективних джерел світла дає можливість кардинального рішення проблеми витрати електроенергії на освітлення вулиць населених пунктів, промислових підприємств, підприємств торгівлі і т. д. Новітні технології і нові джерела світла дозволяють скоротити витрату на освітлення до 50%.

Сьогодні популярною є тема світлодіодних світильників. Саме цей напрям в освітленні вважається найбільш перспективним. Проте багато приписуваних світлодіодам переваг на практиці не виправдовуються [1].

Між тим, існують джерела світла, які зараз мають рівноцінні, а може й кращі технічні характеристики, ніж світлодіоди, і дешевше їх. Це безелектродні (індукційні) джерела світла.

Технологія виробництва індукційних ламп вже надійно випробувана. Ці лампи поставлені на серійне виробництво, і ось вже який рік підряд нестримно набирають популярність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Індукційні лампи. Короткі відомості

Індукційна лампа являє собою модернізовану лампу люмінесцентного типу. Її особливістю є відмінністю і, як наслідок, перевагою є

вдосконалена конструкція і принцип роботи індукційної лампи. Електроди розжарювання, такі необхідні для роботи звичайних ламп, в індукційних лампах відсутні, це дозволяє підвищити строк служби ламп. А процесу світіння сприяє електромагнітна індукція. Щоб отримати необхідне випромінювання світла, тут використана складна комбінація фізичних процесів, серед яких [4]:

- індукція електромагнітна;
- розряд в парах ртуті і інертного газу;
- процес взаємодії люмінофора і УФ випромінювання, що викликає потрібне світіння.

Існують різноманітні конструкції індукційних або безелектродних розрядних ламп. Ці джерела світла мають різні форми колб, як наближені до колб ламп розжарювання, так і ті, що мають принципово нову конструкцію. Наприклад, розрядну трубку у вигляді витягнутого кільця, на коротких протилежних ділянках якого розміщені кільцеві соленоїдні індуктори на феритових осередках, що живляться від спеціальних ВЧ-ЕПРА. Використання замкнених магнітопроводів кільцевої форми підвищує ККД передачі енергії в розряд, тим самим забезпечуючи світлову віддачу ламп понад 80 лм/Вт та строк служби 60000 год.

Індукційні лампи випускаються на потужності 15, 20, 40, 80, 120, 150, 200, 300, 500 Вт. Є ще потужніші лампи промислового призначення. Такі лампи можуть працювати в мережах як змінного, так і постійного струму. Відсутність електродів робить колбу лампи рівнонавантаженою за температурою. При тривалій роботі не відбувається розтріскування колби навколо електродів і матеріал електроду не осідає на колбі лампи. Тому, навіть після тривалої роботи індукційні лампи зберігають рівень світлового потоку 80-90% від первинного. Для порівняння, звичні нам лампи денного світла, втрачають до "кінця життя" до 30% первинного світлового потоку. На їх колбах утворюються чорні

непрозорі кола уподовж балона і навколо електродів.

Питанням переваг та недоліків основних типів індукційних ламп присвячено не мало робіт [1-4,7]. Серед основних переваг виділяють такі особливості індукційних ламп і світильників :

- тривалий термін служби: більше 100 000 годин;
- відсутність термокатодів і нитки розжарення;
- ефективна світловіддача: 65-90 лм/Вт;
- високий рівень світлового потоку після тривалого використання: понад 70% після 60 000 годин використання;
- високий індекс передачі кольору (CRI): $R_a > 80$;
- швидкий запуск: в порівнянні з іншими типами ламп (ДРЛ і ДНаТ);
- високий коефіцієнт потужності електронного баласту: більше 0,96;
- відсутність небезпеки перевантаження міських і муніципальних електромереж у момент включення індукційних світильників, при цьому лампи стійкі до коливань мережевої напруги;
- відсутність мерехтіння: м'яке світло, оптимальне для зору;
- широкий діапазон колірної температури: 2700-6500К;
- широкий діапазон робочих температур довкілля: від - 40 до + 50С;
- стабільність роботи при зниженій і підвищеній напрузі (від 105В до 270В);
- низька температура нагріву лампи +60 - +85 градусів;
- екологічність продукту: використовується спеціальна амальгама; зміст ртуті <0,5мг, що значно менше, ніж в звичайній люмінесцентній лампі. Не потрібно спеціальної утилізації.

Існує думка, що індекс передачі кольорів індукційних ламп кращий з усіх з відомих штучних джерел світла [7]. Спектральний склад світла такий, що максимально сприймається людським оком. Для цього навіть був введений спеціальний термін "фотопічна" ефективність [5,6].

До недоліків можна віднести складність зробити на їх базі компактні освітлювальні системи по розмірах порівнянні із звичайними джерелами світла. Повністю розкрити потенціал індукційної лампи можна тільки при її потужності більше 60 ватт [7].

Однак, існує й зворотній бік медалі. На думку виробників [8-11] досягти економії електроенергії за допомогою індукційного освітлення на промисловому підприємстві досить просто лише шляхом прямої заміни старих ламп на сучасні індукційні, які працюють ефективніше і довше. Але при більш детальному знайомстві з продуктом

виявляється невідповідність заявленим характеристикам.

Формулювання мети статті. В процесі виконання проектних робіт в області промислового освітлення було поставлено завдання підвищення ефективності освітлювальних установок промислових об'єктів. Одним з напрямів підвищення енергоефективності є так звана модернізація індукційним освітленням, тобто вирішення питання заміни традиційних світлотехнічних пристроїв на сучасні енергозберігаючі світильники з індукційними лампами. У рамках виконання поставленого завдання було проведено:

- збір і аналіз інформації по останніх технологічних досягненнях в області створення енергоефективних освітлювальних установок промислових об'єктів;
- вивчення індукційних світильників виробництва КНР, пошук аналогів України і великих світових виробників світлотехнічної продукції;
- проведення світлотехнічних розрахунків освітлення промислових об'єктів різного призначення, а також суспільно-адміністративних будівель;
- підготовка техніко-економічних обґрунтувань застосування освітлення на нових об'єктах або заміни існуючого освітлення на індукційне;
- вивчення ринку збуту цієї продукції, а також реальних проектів із застосуванням нових технологій.

Виклад основного матеріалу. При проведенні порівняльної оцінки різних видів освітлення, виконаний аналіз можливості прямої заміни натрієвих і металлогалогених ламп високого тиску на індукційні лампи (як було заявлено виробниками індукційних ламп).

Результати приведені у вигляді таблиць.

Таблиця 1

Світловий потік ламп типа ДНаТ, МГЛ різної потужності

	Світловий потік, лм	
	ДНаТ	МГЛ
50	3500	-
70	5600-6000	5200-6000
100	8500-9000	-
150	14000-15000	11400
250	25000-27500	17000
400	47000-50000	31000-35000*

*при роботі з ПРА для натрієвої лампи світловий потік становить 42000 лм

Таблиця 2

**Світловий потік ІЛ різної потужності
виробництва LVD и YML, WUHU (Китай)**

Потужність, Вт	LVD	YML	WUHU
40	2800	2600-2800	2800
50	3500	-	-
60	-	3900-4200	-
80	6000	5600-6400	6400
100	-	7500-8000	-
120	9600	9000-9600	9600
150	12000	11250-12000	12000
200	16000	16000-17000	16000
250	20000	20000-21250	-
300	24000	25500-27000	24000
400	-	34000-36000	-
500	-	42500-45000	-

Таблиця 3

**Характеристики ІЛ прямої заміни ламп типу
ДНаТ та МГЛ за світловим потоком**

Тип ДС	P, Вт	Ф, лм	ІЛ прямої заміни	
			P, Вт	Ф, лм
ДНаТ	50	3500	50	3500
	70	5600-6000	80	5600-6400
	100	8500-9000	120	9000-9600
	150	14000-15000	-	-
	250	25000-27500	300	25500-27000
	400	47000-50000	-	-
МГЛ	70	5200-6000	80	5600-6400
	150	11400	150	11250-12000
	250	17000	200	16000-17000
	400	31000-35000	400	34000-36000

Висновки.

Індукційні світильники - досить новий, поки що ще не дуже широко поширений вид освітлювальних приладів, проте ймовірно їх застосування у промисловому освітленні має перспективу зважаючи на незначні пульсації

випромінюваного світла, миттєвий перезапуск і досить високу енергоефективність.

Найбільш доцільними областями застосування світильників з індукційними лампами є освітлювальні установки промислових об'єктів, тунелів, станцій метро, залізничних та автовокзалів, а також вуличне освітлення.

Аналіз показав, що потужність індукційної лампи для прямої заміни ламп високого тиску дорівнює потужності замінюваної лампи, а в деяких випадках і перевищує номінальне значення. Це у свою чергу веде до збільшення числа світлових приладів для забезпечення нормованого значення освітленості на робочій поверхні, а в деяких випадках в 2 рази.

Основні промислові приміщення відрізняються високими стелями (монтажна висота світильників 10-30 м). Створення нормованої освітленості 200 лк, що відповідає VI розряду зорових робіт основних промислових цехів, не можливо шляхом прямої заміни джерел світла в таких приміщеннях.

В промисловому освітленні індукційні лампи як й світлодіоди є чудовою альтернативою для створення необхідних умов при виникненні аварійної ситуації, тобто для аварійного освітлення, нормований рівень якого значно нижче ніж для робочого освітлення. Раніше для аварійного освітлення використовували лампи розжарювання потужністю 500, 1000 Вт.

Крім того, заміна ламп на таких об'єктах пов'язана з важким доступом до світильників і значними витратами на їх обслуговування. Різка скорочення експлуатаційних витрат може бути отримано в цехах з цілодобовою експлуатацією технологічного обладнання: у цих випадках період заміни ламп може складати 6-7 років, тоді як звичайні розрядні лампи при такому режимі експлуатації потребують заміни через 1,5-2 роки.

Все це вказує на необхідність проведення техніко-економічного обґрунтування проектних рішень в повному обсязі з урахуванням реальних технічних даних та витрат на закупівлю, монтаж та експлуатацію.

Література

- Евминов, Л. И. Сравнительный анализ различных источников света и оценка электромагнитной совместимости безэлектродных (индукционных) и светодиодных источников света / Л. И. Евминов, В. С. Кизева // Вестник ГГТУ им. И. О. Сухого. – 2013. - № 1. – С. 60-67.
- Фомин, Н. Светодиоды - идеальный источник света? / Н. Фомин, С. Макареня, П. Рудковский // Современ. электроника. - 2009. - № 2. - С. 6-11.
- Макареня, С. Индукционная лампа - источник качественного и энергоэффективного освещения / С. Макареня, А. Павлов, Н. Фомин // Современ. электроника. -

2011.-№9.-С. 8-13.

4. Индукционные лампы как альтернатива светодиодной продукции. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://indeolight.com/lampy-i-svetilniki/lyuminestsentnye/induktsionnye-lampy.html>. - Дата доступа: 27.01.2015.

5. Michael Roberts L. S/P ratio Considerations. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.induluxtech.com/SP%20Ratio%20Considerations.pdf>. - Дата доступа: 01.07.2014.

6. Mesopic street lighting and evaluation. Groton Final Report. [Электронный ресурс] / 2008. Режим доступа: <http://www.lrc.rpi.edu/researchAreas/pdf/GrotonFinalReport.pdf>. - Дата доступа: 27.01.2015.

7. Сравнительный анализ традиционных, светодиодных, и индукционных систем освещения в применении к объектам железнодорожной инфраструктуры. Практические рекомендации. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://sd-svet.ru/info/stati/svet-na-rzhd>. - Дата доступа: 12.01.2015.

8. YML Lighting Induction. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://shym.en.alibaba.com/product/798667433-209978164/YML_Lighting_Induction.html. - Дата доступа: 27.03.2014.

9. Индукционные лампы LVD. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://lvd-lamp.ru/catalog/induction-lamps/induction-lamps-saturn/> - Дата доступа: 27.03.2014.

10. Induction lighting. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://wuhufengyun.en.hisupplier.com/product-648812-induction-lighting.html> - Дата доступа: 27.03.2014.

11. Индукционная модернизация от ТМ «SVETличный». [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://svet-lichnyi.at.ua/> Дата доступа: 3.03.2015.

References:

1. Evmyunov L.I., Kyzeva V.S. (2013). Comparative analysis of various light sources and assessment electrodeless electromagnetic compatibility (induction) and LED light sources. Vestnik NHTU them. I. Sukhogo, 1, 60-67.

2. Fomin N., Macarena S., Rudkovskyy P. (2009). Light-emitting diodes - Ideal Source of light? Sovr. Electronics, 2, 6-11.

3. Macarena S., Pavlov A., Fomin N. (2011). Induction lamp - a source of high-quality and energy-efficient lighting. Sovr. Electronics, 9, 8-13.

4. Induction lamps as an alternative LED products. [Electronic resource] - Access: <http://indeolight.com/lampy-i-svetilniki/lyuminestsentnye/induktsionnye-lampy.html>. - Date of access: 27.1.2015.

5. Michael Roberts L. S / P ratio Considerations. [Electronic resource] - Access: <http://www.induluxtech.com/SP%20Ratio%20Considerations.pdf>. - Date of access: 7.1.2014.

6. Mesopic street lighting and evaluation. Groton Final Report. [Electronic resource] / 2008 Access: <http://www.lrc.rpi.edu/researchAreas/pdf/GrotonFinalReport.pdf>. - Date of access: 27.1.2015.

7. Comparative analysis of traditional LED and induction lighting systems applied to the objects of the railway infrastructure. Practical recommendations. [Electronic resource] - Access: <http://sd-svet.ru/info/stati/svet-na-rzhd>. - Date of access: 12.1.2015.

8. YML Lighting Induction. [Electronic resource] - Access: http://shym.en.alibaba.com/product/798667433-209978164/YML_Lighting_Induction.html. - Date of access: 27.3.2014.

9. Induction Lamp LVD. [Electronic resource] - Access: <http://lvd-lamp.ru/catalog/induction-lamps/induction-lamps-saturn/> - Access Date: 03.27.2014.

10. Induction lighting. [Electronic resource] - Access: <http://wuhufengyun.en.hisupplier.com/product-648812-induction-lighting.html> - Access Date: 27.03.2014.

11. Induction modernization from TM "SVETlychnyi." [Electronic resource] - Access: <http://svet-lichnyi.at.ua/> Access Date: 03.03.2015.

Рецензент: д-р техн. наук проф. Міренський І. Г.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків.

Автор: Іюффе Кристина Ігорівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри світлотехніки та джерел світла
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова,
61002, Україна, Харків, вул. Революції, 12
Конт. тел. – 0506418434, E-mail – kioffe@inbox.ru
Кількість публікацій в українських виданнях -20
Кількість публікацій в іноземних індексованих виданнях – 1

Автор: Гуракова Лариса Дмитрівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри світлотехніки та джерел світла
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова,
61002, Україна, Харків, вул. Революції, 12
Конт. тел. – 0661911706, E-mail – gurakova47@gmail.com
Кількість публікацій в українських виданнях -52

ВНЕДРЕНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В ПРОМЫШЛЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ

К. И. Иоффе, Л. Д. Гуракова

Представлены результаты анализа технических данных индукционных ламп производства Китай, выполнена сравнительная оценка прямой замены разрядных ламп высокого давления на индукционные источники света, и определены основные направления дальнейшего развития применения индукционных ламп в промышленном освещении.

Ключевые слова: индукционная лампа, источник света, промышленное освещение, световой поток, аварийное освещение.

INTRODUCTION INDUCTION SOURCES OF LIGHT AN INDUSTRIAL LIGHTING

K. I. Ioffe, L. D. Gurakova

The results of technical analysis data induction lamps made in China, made a comparative evaluation of direct replacement of high pressure discharge lamps to induction light sources and identified key areas for further application of induction lamps in industrial lighting. However, the use of cost-effective automation facilities, significant savings can be achieved by upgrading the lighting system of the company - an integral part of the working environment of any production room. There are lights that are now equal, and perhaps better specifications than the LEDs and their cheaper. This induction light source. According to the manufacturers achieve energy savings by using induction lighting in an industrial plant pretty simple only by direct substitution of lamps with modern induction that work better and last longer. When conducting a comparative assessment of different types of lighting, the analysis capabilities and direct replacement metalhalid and sodium high-pressure lamp for induction lamps (as stated Manufacturers induction lamps). The analysis showed that the power induction lamps for direct replacement of high-pressure lamp is replaceable lamp power, and in some cases exceed the nominal value. This in turn leads to an increase in the number of lighting devices for the normalized value of light on the work surface, and in some cases 2 times. Major industrial buildings have high ceilings (height mounting fixtures 10-30 m). Creating standardized light 200 lux, which corresponds to category VI visual works major industrial plants, perhaps not by direct replacement light sources in such areas. In industrial lighting Induction lamps and LEDs as an excellent alternative to create the necessary conditions in the event of an emergency, for emergency lighting normalized level is much lower than for desktop lighting.

Keywords: induction lamp, light source, industrial lighting, light beam, emergency lighting