ИНДУКЦИОННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

INDUCTION LIGHTING

УДК 621.327.9

Золотько Максим Юрьевич, Магистрант 1 курс, факультет «Экологии и инжиниринга», Нижневартовский государственный университет, Россия, г. Нижневартовск

Ложникова Полина Игоревна, Магистрант 1 курс, факультет «Экологии и инжиниринга», Нижневартовский государственный университет, Россия, г. Нижневартовск

Пермяков Дмитрий Владимирович, Магистрант 1 курс, факультет «Экологии и инжиниринга», Нижневартовский государственный университет, Россия, г. Нижневартовск

Zolotko Maxim Yurievich

Lozhnikova Polina igorevna, manami_so@bk.ru

Permyakov Dmitriy Vladimirovich

Аннотация

Данная работа посвящена решению вопроса энергосбережения и энергоэффективности с помощью применения более современных источников света для освещения подстанций (и не только) – индукционных светильников.

Рассмотрены принцип работы индукционных светильников, достоинства и недостатки, как с технической, так и с экономической точки зрения, возможность применения данного типа освещения в наших северных условиях, расчетным путем выясним приблизительны срок окупаемости данных светильников. Так же проведен сравнительный анализ с используемыми в данный момент

светодиодными светильниками на предприятии, чтобы выяснить является ли светодиодное освещение – пределом энергосбережения, или уже есть следующий шаг – индукционные лампы.

Annotation

This work is devoted to solving the issue of energy conservation and energy efficiency through the use of more modern light sources for lighting substations (and not only) - induction lamps.

The principle of operation of induction lamps, advantages and disadvantages are considered, both from a technical and economic point of view, the possibility of using this type of lighting in our northern conditions, by calculation we will find out the payback period of these lamps. A comparative analysis was also carried out with the LED lamps used at the enterprise at the moment to find out whether LED lighting is the limit of energy saving, or whether there is already the next step - induction lamps.

Ключевые слова: освещение подстанций, индукционные лампы, энергосбережение, светодиодное освещение, энергоэффективность.

Keywords: substation lighting, induction lamps, energy saving, LED lighting, energy efficiency.

В современном мире взамен всем привычным лампам накаливая (Ильича) и люминесцентным лампам ("энергосберегающим") пришли светодиодные лампы и светильники. Это было обусловлено прежде всего одним самым главным фактором – энергосбережение: светодиодные лампы имеют низкое электропотребление, и как сопутствующие плюс, у светодиодной лампы отмечается и большой срок службы, в среднем 50 000 часов.

Однако у данного источника света есть и свой ряд минусов, главный из которых – это так называемая «деградация» кристаллов, иными словами умирание кристаллов светодиодов. Сначала они теряют яркость, а потом и вовсе перестают работать. И получается так, что светильник не окупается за счет экономии электроэнергии, который рассчитан на весь срок эксплуатации.

Второй минус – это спектр свечения. Особый световой спектр нравится далеко не каждому: по свидетельству психологов, более 80% респондентов отрицательно отзываются о применении таких светильников дома.

Третий недостаток – светодиоды дают весьма направленный свет. Вам может понадобиться больше таких ламп для получения привычной освещенности.

Четвертый недостаток светодиодных ламп заключается в том, что для стабильной и долговечной работы этих светильников нужно применять весьма дорогие источники питания и системы охлаждения, так как светодиоды выделяют большое количество тепла. Без этих устройств светодиоды быстро деградируют.

Вопрос об окупаемости светодиодных светильников весьма спорен. Между тем, существуют источники света, которые в настоящий момент имеют лучшие технические характеристики, чем светодиоды и примерно в три раза дешевле их. Это серийно выпускаемые **индукционные лампы**.

Индукционные лампы – это модернизированная люминесцентная лампа. Главное отличие ее от других ламп – это отсутствие электродов накаливания, которые необходимы для зажигания обычных ламп. Свечение происходит благодаря электромагнитной индукции в газе, заполняющем лампу. Для получения светового излучения используется комбинация трех физических процессов - электромагнитной индукции, электрического разряда в газе, свечения люминофора при взаимодействии с газом.

В колбе образуется высокочастотное электромагнитное поле, которое ионизирует наполняющую смесь. Это приводит к генерации ультрафиолетового излучения и преобразованию его люминофором в свет. Отсутствие электродов дает возможность достичь фантастического срока службы до 100.000 часов (12 лет непрерывной работы), что в 10 раз превышает долговечность обычных люминесцентных ламп, ламп ДРЛ (дуговая ртутная люминофорная), ДРВ (дуговая ртутно-вольфрамовая) и натриевых ламп ДНаТ (дуговая натриевая трубчатая) и в 2-3 раза светодиодных светильников.

Схематично индукционная лампа выглядит так:

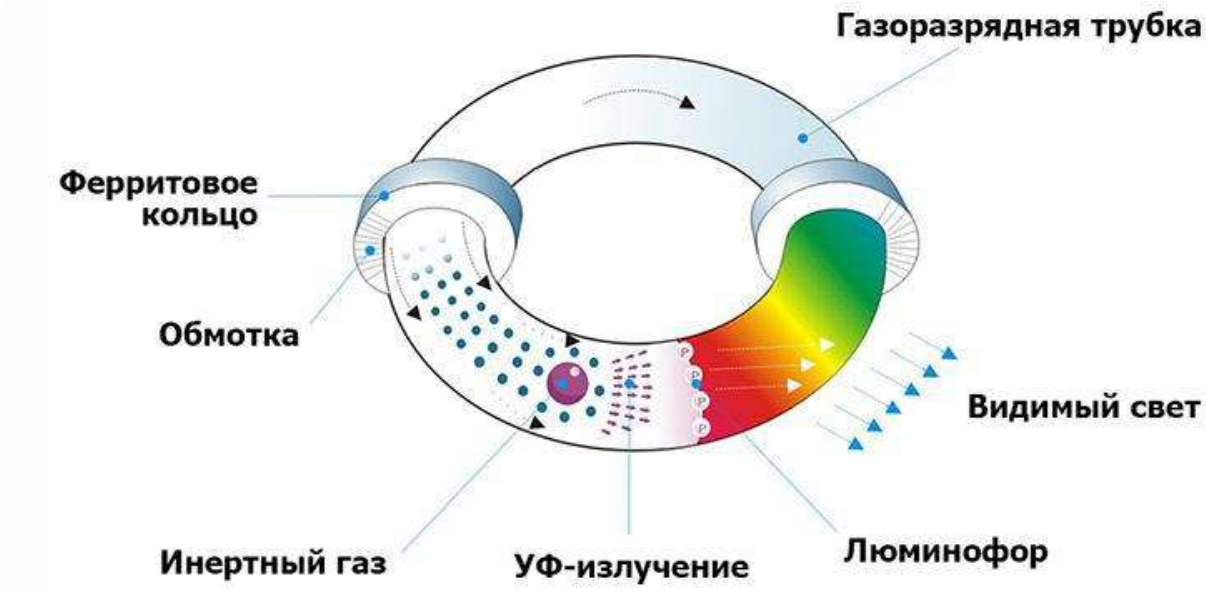

Рисунок 1. Схема индукционной лампы

Фотография индукционной лампы:



Рисунок 2. Индукционная лампа

По форме колбы изготавливают следующие варианты исполнения:

- Круглые, представляют собой кольцо. Эти энергосберегающие лампы имеют высокие показатели светоотдачи и обширный диапазон цветовых температур. Равномерность освещения усилена, благодаря кольцевой форме колбы. Большая освещаемая площадь за счёт достаточной излучаемой круглой поверхности индукционной лампы. Подходит для овальных и круглых светильников. Широко применяется в устройствах освещения складского

хозяйства, производственных цехов, торговых центров, спортивных и общественных помещений.

- Шаровидные лампы. Эти индукционные лампы выполнены в традиционной форме лампочек накаливания большой мощности. Благодаря этому индукционную модернизацию освещения можно производить путём замены традиционного источника света на энерго эффективный без смены оболочки осветительного прибора. Эти лампы мгновенно зажигаются, имеют завидную световую эффективность и довольно мягкий свет. Устанавливают их в промышленных, уличных светильниках, также в прожекторах и прочих устройствах для освещения гостиниц, супермаркетов, улиц и т.п.;
- Кольцеобразные лампы. В этих лампах колба, генератор и катушка размещены в одной конструкции. Имеют быстрый старт, легко запускаются при низких температурах (-35ºС). Излучают не ослепляющий мягкий свет. Их используют в отелях, супермаркетах, а также в частных домах;
- U-образные лампы. Эти лампочки изготавливаются с внешним генератором, излучают белый яркий свет без какого-либо мерцания. Чаще всего используются в промышленности в индукционных светильниках. Также их эксплуатируют в офисных и торговых центрах, для освещения автомагистралей, стадионов, метро, туннелей, рекламных щитов и прочих объектов.

По способу размещения электронных устройств: генераторов и катушек, выделяют следующие виды индукционных ламп с:

- Внешним генератором: лампы этого типа имеют наружный генератор и являются раздельными устройствами;
- Встроенным генератором: лампа и электрогенератор помещены в одном общем корпусе;
- Внешней индукции: индуктор в этих лампах размещается вокруг колбы. Из-за того, что катушка находиться снаружи колбы, она легко рассеивает вокруг выделяемое тепло. Индукционные лампы этого типа более долговечны;
- Внутренней индукции: в лампах этого типа магнитные сердечники и катушка расположены внутри колбы.

Как и любые другие устройства, индукционные лампы имеют свои достоинства и недостатки.

Главными достоинствами индукционных ламп можно назвать:

- Мощность от десятков до сотен ватт;
- Световой поток достаточно яркий и чистый;
- Очень высокая светоотдача: порядка 80-90 лм на Вт – в зависимости от мощности лампы;
- Энергосбережение: индукционные лампы на 80 % меньше потребляют электричества, чем обыкновенные лампы накаливания;
- Моментальный розжиг - нет никакой задержки старта (как у люминесцентных ламп, например);
- Нечувствительность к частым включениям-выключениям осветителя;
- Технически несложное диммирование;
- Долгий срок службы: ресурс достигает 100 – 120 тыс. часов, что больше, чем у некоторых светодиодов;
- Небольшая потеря яркости со временем эксплуатации;
- Индукционные лампы практически не нагреваются;
- Разные цветовые температуры.

К недостаткам относятся:

- Небезопасность при нарушении целостности колбы из-за присутствия паров ртути, хоть и в гораздо меньших количествах, чем у обычных люминесцентных ламп;
- Сложности с утилизацией отработавших устройств;
- Механическая хрупкость колбы;
- Невозможность работы в помещениях, оборудованных чувствительными электронными приборами из-за электромагнитных излучений индукционной лампы;

- Ограничение по минимальному расположению вблизи людей из-за электромагнитного и ультрафиолетовых излучений: устанавливать не ближе, чем на метр от головы стоящего человека;
- Высокая стоимость.

В статье сравниваются некоторые технические характеристики наиболее известного энергоэффективного искусственного источника энергии – светодиодной лампы и современного, но пока не такого популярного типа освещения: индукционной лампы:

Таблица 1. Сравнительный анализ светодиодной и индукционной ламп

Параметры сравнения	Светодиодная лампа	Индукционная лампа
Срок службы, час	до 60 000	до 100 000
Устойчивость к перепадам напряжения	140-270	110-270
Нагрев источника света	до 110˚С (охлаждение обязательно)	до 80˚С
Коэффициент пульсации %	0,7	0,4
Экологическая безопасность лампы	безопасен	До 25 мг. амальгамы (в 4 раза меньше, чем в ДРЛ)
Температурные режимы работы во время эксплуатации ˚С	от -55 до +40	от -40 до +40
Потеря светового потока	25% после 50 000 часов	15% после 60 000 часов

Последние несколько лет светодиодные технологии интенсивно развивались и успели уже себя зарекомендовать, как наиболее энергоэффективная светотехника на данный момент, но индукционные светильники имеют ряд преимуществ, такие как: чрезвычайно длительный срок службы; высокий КПД; небольшой срок окупаемости, что позволяет рассматривать индукционные светильники в качестве конкурентов светодиодным технологиям.

И так как каждый проект требует индивидуального рассмотрения, сравниваются конкретные марки светильников, используемые для наружного

освещения подстанций: светодиодный светильник Matrix S-150 и индукционный светильник ITL-SF006 на 200 Вт.

Таблица 2. Сравнительный анализ технических характеристик светильников Matrix S-150 и ITL-SF006

Параметры сравнения	Matrix S-150	ITL-SF006
Потребляемая мощность, Вт	150	200
Коэффициент мощности, cos φ	0,92	0,99
Цветовой поток, Лм	17 250	17 000
Кривая силы света	Л (полуширокая)	Ш (широкая)
Степень защиты	IP65	IP67
Класс защиты электрическим током	I	I
Температура эксплуатации, °С	от - 40 до + 40	от - 50 до + 50
Ресурс работы светильника, ч	50 000	100 000
Гарантия, лет	3	5
Масса, кг	8,1	7,8 кг
Крепление	консольное	консольное
Цена, руб.	16 500	15 500
Внешний вид		

В качестве аналога светодиодного светильника Matrix S-150 использовали индукционный светильник ITL-SF006, который имеет меньшую стоимость, больший ресурс работы и выше КПД, но при этом у него больше потребляемая мощность, что может сказаться на затратах на электроэнергию. Поэтому решено было также сравнить затраты, которые возникнут при использовании данных марок светильников.

Таблица 3. Расчет затрат при использовании светильника марки Matrix S-150

Светодиодный светильник марки Matrix S-150											
Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ориент-ое кол-во часов работы за год	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380
Потребляемая мощность, Вт	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Ориент-ый тариф (ежегодный рост 4 %), руб./кВт*ч	2,50	2,60	2,70	2,81	2,92	3,04	3,16	3,29	3,42	3,56	3,70
Стоимость светильника (ежегодный рост 5 %), руб.	16 500	-	-	-	-	21 060	-	-	-	-	26 880
Стоимость э/э в год, руб.	1 642, 50	1 708, 20	1 773, 90	1 846, 17	1 918, 44	1 997, 28	2 076, 12	2 161, 53	2 246, 94	2,338, 92	2 430,90
Итого затрат за 2020-2030 гг.: 86 580,90 руб.											

Таблица 4. Расчет затрат при использовании светильника марки ITL-SF006

Индукционный светильник марки ITL-SF006											
Показатели	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ориент-ое кол-во часов работы за год	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380	4 380
Потребляемая мощность, Вт	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Ориент-ый тариф (ежегодный рост 4 %), руб./кВт*ч	2,50	2,60	2,70	2,81	2,92	3,04	3,16	3,29	3,42	3,56	3,70

Стоимость светильника (ежегодный рост 5 %), руб.	15 000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Стоимость э/э в год, руб.	2 190, 60	2 277, 60	2 365, 20	2 461, 56	2 557, 92	2 663, 04	2 768, 16	2 882, 04	2 995, 92	3 118, 56	3 241, 20
Итого затрат за 2020-2030 гг.: 44 521,20 руб.											

Несмотря на то, что в сравнительном анализе используются ориентировочные данные, видно, что даже при большей мощности и более высоких затратах на электроэнергию, индукционные светильники экономически эффективнее, за счёт длительности срока службы.

В данной работе, отталкиваясь от вопросов энергосбережения и энергоэффективности, целью было найти современное решение этой проблемы. Так как освещение – это необходимая часть затрат, от которую невозможно исключить, решено рассмотреть альтернативные варианты используемого в данный момент осветительного оборудования – это индукционные лампы. Несмотря на то, что основной принцип работы таких систем был придуман ещё в прошлом веке, до недавнего времени он не находил воплощения в осветительных приборах.

Изучив принцип работы, плюсы и минусы, была попытка сделать расчет, чтоб показать экономическую выгоду использования индукционных ламп. Приведённый расчет весьма грубый и в нём не учтено много факторов, таких как эксплуатационные затраты (монтаж), затраты на утилизацию и т.д. но тем не менее, видно, что светодиодная лампа не является пределом в энергосбережении. Сложно спрогнозировать, какие энергоэффективные технологии будут лидерами на рынке освещения, но уже сейчас есть выбор, и под каждый проект можно найти индивидуальное, оптимальное решение.

Литература

1. Индукционные лампы. Принцип работы. Основные вопросы. Компания «НАНОСВЕТ».
2. Методика определения эффективных способов регулирования мощности разрядных ламп/Молчанов А.Г., Авдеева В.Н.//В сборнике: Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хо-зяйстве. -2009.
3. Современные проблемы энергоэффективного освещения / Ю.Б. Айзенберг / Энергоснабжение, 2009. №1.
4. Электротехнический справочник/ Под общ. ред. профессоров МЭИ, В. Г. Герасимова и др. 8-е изд. М.: Изд-во МЭИ, 2001.
5. Кнорринг, Г.М. Справочная книга для проектирования электрического освещения электроснабжения. / Г.М. Кнорринг, И.М. Фадин, В.Н. Сидоров// СПб: Энергоатомиздат, 1992.
6. Давиденко Ю.Н. Настольная книга домашнего электрика: люминесцентные лампы. – СПб.: Наука и техника, 2005. – 224 с.

Literature

1. Induction lamps. Principle of operation. Main issues. Company "NANOSVET."
2. Methodology for determining effective methods for controlling the power of discharge lamps/Molchanov A.G., Avdeeva V.N.//In the collection: Methods and technical means for increasing the efficiency of the use of electrical equipment in industry and agriculture. -2009.
3. Modern Energy Efficient Lighting/Yu.B. Eisenberg/Power Supply, 2009. №1.
4. Electrical Handbook/Under the General Editor. Professors MPEI, V. G. Gerasimov and others. 8th ed. M.: MPEI Publishing House, 2001.
5. Knorring, G.M. Reference Book for the Design of Electric Lighting of Power Supply ./G.M. Knorring, I.M. Fadin, V.N. Sidorov//St. Petersburg: Energoatomizdat, 1992.
6. Davidenko Yu.N. Table book of home electricians: fluorescent lamps. - St. Petersburg: Science and Technology, 2005.