

УДК 621.32

## ИНДУКЦИОННЫЕ ЛАМПЫ

Марчук А.В.

Научный руководитель-к.т.н., доцент Козловская В.Б.

Индукционная лампа — безэлектродная газоразрядная лампа, в которой первичным источником света служит плазма, возникающая в результате ионизации газа высокочастотным магнитным полем. Для создания магнитного поля баллон с газом лампы размещают рядом с катушкой индуктивности. Отсутствие прямого контакта электродов с газовой плазмой позволяет назвать лампу безэлектродной. Отсутствие металлических электродов внутри баллона с газом значительно увеличивает срок службы и улучшает стабильность параметров. [4]

Включение и свечение лампы происходит после подачи питающего напряжения на балласт. Электромагнитное поле разогревает амальгаму, испаряя из нее атомы ртути, и разгоняет свободные электроны, которые сталкиваются с атомами ртути и возбуждают их, передавая им свою энергию. Возбужденные атомы ртути, возвращаясь в свое спокойное состояние, выделяют энергию - квант ультрафиолетового света и снова возбуждаются ударяющими их электронами. Невидимый ультрафиолетовый свет, проходя через люминофор, преобразуется в видимое свечение. Реакция в колбе нарастает лавинообразно, мгновенно зажигая лампу и поддерживая в ней горение до отключения питающего напряжения. [2]

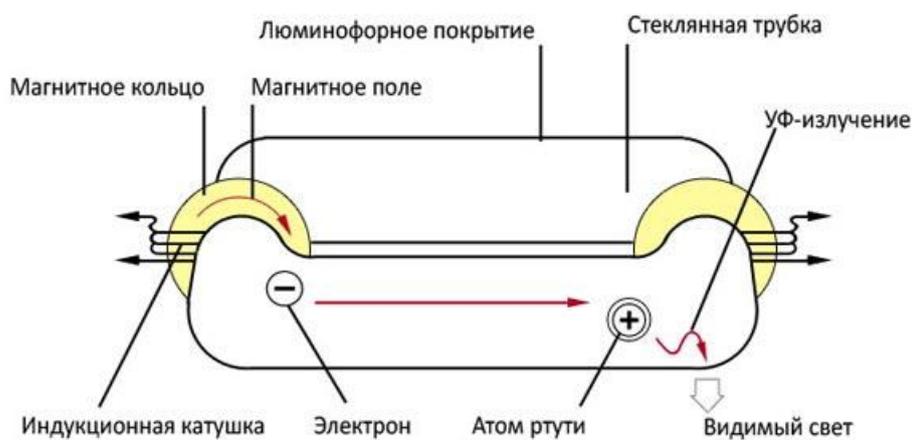


Рисунок 1. Схема работы индукционной лампы

Индукционная лампа состоит из трёх основных частей:

- газоразрядной трубки, внутренняя поверхность которой покрыта люминофором,
- магнитного кольца или стержня (феррита) с индукционной катушкой,
- электронного балласта (генератора высокочастотного тока).

Электронный балласт вырабатывает высокочастотный ток, протекающий по индукционной катушке на магнитном кольце или стержне. Балласт питается переменным сетевым напряжением 120 В или 220 В (или постоянным 12 В или 24 В) и выпрямляет его. Затем микросхема управления балластом преобразовывает постоянный ток в переменный ток высокой частоты, 225 кГц. За счет регулирования работы лампы балластом, и использования управляющего микропроцессора, КПД балласта достигает 98%. Только 2% энергии тратится на его нагрев, против 10...15% в лампах с обычными балластами, применяемыми в большинстве систем освещения в настоящее время.

Электромагнит и индукционная катушка создают газовый разряд в высокочастотном электромагнитном поле, и под воздействием ультрафиолетового излучения разряда происходит свечение люминофора. Конструктивно и по принципу работы лампа напоминает

трансформатор, где имеется первичная обмотка с высокочастотным током и вторичная обмотка, которая представляет собой газовый разряд, происходящий в стеклянной трубке. Основным преимуществом и отличием индукционных ламп от газоразрядных является отсутствие термокатодов и нитей накала, что намного увеличивает срок службы ламп. Главной причиной выхода из строя контактных ламп (ДРЛ, ДНАТ, ЛОН) является постепенное разрушение нити накала из-за вибрации, когда лампа включена и нить накала раскалена. Поэтому безэлектродная конструкция исключает эту причину выхода из строя ламп. [3]

Основные характеристики

Срок службы: 60 000 – 150 000 часов (благодаря безэлектродному исполнению срок службы значительно выше, чем у традиционных источников света).[3]

Срок службы данной лампы не зависит от количества включений/выключений, от температуры окружающей среды :

лампа надежно работает в диапазоне температур от -40 до + 50 градусов Цельсия. Благодаря отсутствию нагревающих элементов (спиралей) невосприимчива к вибрациям и встряскам. [5]

Световая отдача:

- номинальная светоотдача: > 80 лм/Вт;

-эффективная светоотдача (видимая): 120 – 180 Флм/Вт (Данный параметр часто используется специалистами для качественной оценки источника света и способности восприятия света и оттенков цветов человеческим глазом. Например, натриевая лампа высокого давления имеет номинальную светоотдачу 70-110 лм/Вт, но реально воспринимается как источник света со светоотдачей 40-70 Флм/Вт); Флм/Вт показывает фотооптическую эффективность, в то время как лм/Вт характеризует эффективность и экономичность источников света.

Цветовые характеристики:

- высокий уровень светового потока после длительного использования (после 60 000 часов уровень светового потока составляет свыше 70% от первоначального);

- высокий индекс цветопередачи (CRI): Ra>80 (комфортное освещение, мягкий и естественный излучаемый свет, что благоприятно сказывается на восприятии оттенков цветов, в отличие от натриевых ламп (Ra>30), которым присущ желто-оранжевый оттенок света и неестественная цветопередача);

- диапазон цветовых температур: 2700К – 6500К;

Напряжение питания: 120/220/277/347В AC, 12/24В DC;

Номинальные мощности: 12 – 500 Вт. [3]

Индукционные лампы применяются для наружного и внутреннего освещения, особенно в местах, где требуется хорошее освещение с высокой светоотдачей и цветопередачей, длительным сроком службы: улицы, магистрали, туннели, промышленные и складские помещения, производственные цеха и др. Светотехническое оборудование на индукционных лампах позволяет обеспечить комфортное освещение помещений и территорий благодаря приближенному к солнечному спектру и отсутствию мерцаний, имея при этом высокую энергетическую эффективность.[3] Благодаря чрезвычайно большому сроку службы ИЛЛ представляют собой идеальный источник света для освещения цехов с непрерывным режимом работы и в случаях, когда доступ к светильникам при обслуживании затруднен, например, при значительной высоте установки (потолки) и загроможденности зон подхода, а также там, где замена ламп связана со значительными материальными затратами. [6]

Индукционные лампы имеют лучшие характеристики, чем традиционные источники света, такие, как ртутные, натриевые и металлогалогенные.

Таблица 1 Сравнительные характеристики индукционных, ртутных, натриевых и металлогалогенных ламп

Параметр \ Лампа	Индукционная	Металлогалогенная	Натриевая	Ртутная
Светоотдача*, лм/Вт	>80; видимая 150 Plm/W	>40; видимая 70 Plm/W	>40...100; видимая 30...80 Plm/W	>30...50; видимая 25...40 Plm/W
Срок службы*, ч	60 000-120 000	3 000-12 000	3 000-20 000	3 000-6 000
Гарантия*, лет	5	1	1	1
Снижение уровня светового потока (%) после 2000 ч	<4	<40	<30	<45
Температура лампы, °С	<85	>250	>250	>250
Индекс цветопередачи, Ra	>80	>60	>30	>25
Повторный запуск через, минут	немедленно	5-15	5-15	5-15
Мерцания	отсутствуют	есть	есть	есть

Исходя из рассмотренных выше характеристик ИЛ, несмотря на техническое преимущество, возникает вопрос об экономической целесообразности замены катодных ламп индукционными. Индукционные лампы дороже и их замена потребует определенных единовременных капиталовложений.

Уличное освещение:

Параметры улицы: длина 3 км, расстояние между опорами 30 м, двустороннее расположение светильников, количество светильников – 200 шт. При расчетах учитывалось, что светильник работает по 10 ч в день.

Выбрана стоимость электроэнергии – 150 руб./кВт•ч.

Итог: использование индукционных ламп вместо натриевых позволяет снизить расходы на электроэнергию более чем в 2 раза (без учета расходов на замену ламп).

Промышленное освещение:

Параметры помещения: высота подвеса светильников – 6-8 м, трехрядное расположение светильников, количество светильников – 90 шт. При расчетах учитывалось, что светильник работает круглые сутки.

Выбрана стоимость электроэнергии – 150 руб./кВт•ч.

Итог: использование индукционных ламп вместо ртутных позволяет снизить расходы на электроэнергию более чем в 3 раза (без учета расходов на их замену).

Расчетные данные приведены в табл.2,3.

Таблица 2 Уличное освещение. Замена натриевых ламп на индукционные лампы

Параметр	Освещение на натриевых лампах			Освещение на индукционных лампах		
	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая мощность, Вт	Количество, шт.	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая мощность, Вт	Количество, шт.
Источник света	400	480	200	200	216	200
Потребление электроэнергии	28 800 кВт•ч/месяц			12 960 кВт•ч/месяц		
	345 600 кВт•ч/год			155 520 кВт•ч/год		
Экономия электроэнергии, кВт•ч	15 840 кВт•ч/месяц			15 840 кВт•ч/месяц		
	190 080 кВт•ч/год			190 080 кВт•ч/год		
	1 900 800 кВт•ч/10лет			1 900 800 кВт•ч/10лет		
Стоимость электроэнергии, руб.	28 800 кВт•ч x 150 руб. = 4 320 000 руб./месяц			12 960 кВт•ч x 150 руб. = 1 944 000 руб./месяц		
	51 840 000 руб./год			23 328 000 руб./год		
Экономия средств, руб.	28 512 000 руб./год			28 512 000 руб./год		
	285 120 000 руб./10лет			285 120 000 руб./10лет		
Экономия, %	55			55		

Таблица 3 Промышленное освещение. Замена ртутных ламп на индукционные лампы

Параметр	Освещение на ртутных лампах			Освещение на индукционных лампах		
	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая мощность, Вт	Количество, шт.	Номинальная мощность, Вт	Потребляемая мощность, Вт	Количество, шт.
Источник света	400	480	90	150	162	90
Потребление энергии	31 104 кВт•ч/месяц			10 497,6 кВт•ч/месяц		
	373 248 кВт•ч/год			125 971,2 кВт•ч/год		
Экономия энергии	20 606,4 кВт•ч/месяц			20 606,4 кВт•ч/месяц		
	247 276,8 кВт•ч/год			247 276,8 кВт•ч/год		
	2 472 768 кВт•ч/10лет			2 472 768 кВт•ч/10лет		
Стоимость электроэнергии	28 800 кВт•ч x 150 руб. = 4 320 000 руб./месяц			10 497,6 кВт•ч x 150 руб. = 1 574 640 руб./месяц		
	55 987 200 руб./год			18 895 680 руб./год		
Экономия средств	37 091 520 руб./год			37 091 520 руб./год		
	370 915 200 руб./10лет			370 915 200 руб./10лет		
Экономия, %	67			67		

Также следует учитывать затраты на обслуживание светильников. Например, на замену уличной лампы выезжает оборудованная подъемником машина и бригада рабочих, для замены в цеху подвесной лампы требуется частично остановить в нем работу персонала. Зарплата рабочим, стоимость горюче-смазочных материалов в сумме составляют значительную часть затрат на обслуживание светильников с традиционными лампами, срок службы которых в 10 раз меньше, чем у индукционных ламп, а, следовательно, и затраты будут больше. Также стоит помнить, что за период 60 000-120 000 часов, которым определяется срок службы индукционной лампы, придется сменить более 6-10 штук традиционных ламп, применяемых для освещения.

Вывод очевиден: использование в освещении индукционных ламп позволяет окупить денежные вложения спустя 1,5-2 года, значительно снизить потребление электроэнергии, уменьшить количество используемых ламп и стоимость технического обслуживания.

#### Литература

1. [http://elredy.by/induksionnye\\_lampy/](http://elredy.by/induksionnye_lampy/)
2. <http://e-elf.ru/Индукционные%20лампы.html>
3. <http://malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/158-2011-05-20-14-44-07.html>
4. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Индукционная\\_лампа](https://ru.wikipedia.org/wiki/Индукционная_лампа)
5. <http://sd-svet.ru/info/stati/lampa-indukcionnogo-osveshheniya.-otvety-na-samye-chasto-zadavaemye-voprosy>
6. <http://www.diagram.com.ua/list/elektriku/elektriku211.shtml>