

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ
Город Лесосибирск

КРАЕВОЙ ФОРУМ «МОЛОДЕЖЬ И НАУКА»

Секция «Энергоэффективность и ресурсосбережение»

Увеличение КПД лампы накаливания

Турат Ксения, Шароглазов
Владислав.
МБОУ «Лицей»
10 инженерно-технологический,
e-mail: ogoneksycha@mail.ru,
контактный телефон: 89832837212

Акуленко Сергей Иванович
МБОУ «Лицей», учитель физики,
контактный телефон: 89080176940,
e-mail: s.i.akulenko@mail.ru

С условиями Конкурса ознакомлены и согласны. Организатор конкурса оставляет за собой право использовать конкурсные работы в некоммерческих целях и без денежного вознаграждения автора (авторского коллектива) при проведении просветительских кампаний, а также полное или частичное использование в методических, информационных, учебных и иных целях в соответствии с действующим законодательством РФ.

Лесосибирск, 2016

Тезис:

Одним из способов экономии энергии является увеличение КПД существующих устройств. Самым распространенным, востребованным и энергозатратным электроприбором является обычная лампа накаливания.

Гипотезы: КПД лампы накаливания можно увеличить за счет повторного использования выработанной тепловой энергии для освещения.

Актуальность: экономия электроэнергии за счет модернизации традиционной лампы накаливания.

Научная новизна авторы предлагают увеличить эффективность лампы накаливания, не меняя кардинально её устройство и принцип действия.

Объект исследования: лампа накаливания.

Предмет исследования: КПД лампы накаливания.

Цель исследования: Проанализировать энергозатратность лампы накаливания и разработать способ увеличения КПД.

Строением лампы объясняются её основные преимущества и недостатки, подробно изложенные в разработанной нами таблице. КПД лампы накаливания возможно увеличить, если выделяемую ей тепловую энергию использовать повторно, предварительно сохранив её внутри лампы. Заменив существующую колбу лампы на теплосберегающую, выполненную по принципу стеклопакета, можно увеличить КПД лампы накаливания. Серия проведенных экспериментов подтверждает, что выдвинутое нами предположение является верным и усовершенствовав конструкцию лампы накаливания удалось увеличить КПД прибора, уменьшив количество энергии, потребляемой им. Себестоимость теплосберегающей лампы является значительно более низкой, чем себестоимость энергосберегающей лампы, однако доказательство данного утверждения будет являться предметом дальнейшего исследования.

Библиография:

<http://ydoma.info/lampy-nakalivaniya-galogennye.html>

Фотолампа // Фотокинетика: Энциклопедия / Главный редактор Е. А. Иофис. — М.: Советская энциклопедия, 1981.

Г.С.Ландсберг. Элементарный учебник физики (рус.). Проверено 15 апреля 2011. Архивировано из первоисточника 1 июня 2012.

А. Д. Смирнов, К. М. Антипов. Справочная книга энергетика. Москва, «Энергоатомиздат», 1987

Введение

Актуальность

Проблема наиболее рационального использования энергоресурсов является одной из самых актуальных для современного общества, так как в XXI веке значительно увеличилось количество электробытовых приборов, механизмов, вычислительной техники, портативной техники и роботов, которые потребляют большее количество электроэнергии, чем в XIX и XX веках. Одним из способов экономии энергии является увеличение КПД существующих устройств. Самым распространенным, востребованным и энергозатратным электроприбором является обычная лампа накаливания, без которой невозможно представить себе ни одно помещение.

КПД лампы накаливания составляет примерно 7-10%, следовательно, приблизительно 90% затраченной электроэнергии уходит на нагревание помещения, что не является основной функцией лампы. В качестве **гипотезы** для нашей работы мы выдвинули следующие предположение: КПД лампы накаливания можно увеличить за счет повторного использования выработанной тепловой энергии для освещения.

Таким образом, **актуальность** нашей работы заключается в экономии электроэнергии за счет модернизации традиционной лампы накаливания.

Научную новизну данной работы представляет тот факт, что мы предлагаем увеличить эффективность обычной лампы накаливания, не меняя кардинально её устройство и принцип действия, как это традиционно происходит при процессе модернизации и замене лампы накаливания на другой тип осветительного прибора.

Объект исследования:

Лампа накаливания.

Предмет исследования:

КПД лампы накаливания.

Цель исследования:

Проанализировать энергозатратность лампы накаливания и разработать способ увеличения КПД.

Задачи исследования:

1. Проанализировать литературу по данной теме;
2. Предложить собственный способ увеличения КПД лампы накаливания;
3. Сравнить КПД лампы накаливания и КПД теплосберегающей лампы;
4. Сделать вывод об эффективности предложенного способа увеличения КПД.

Глава 1. Лампа накаливания

§ 1. Строение лампы накаливания

Лампа накаливания - электрический источник света, где тело накала, в роли которого обычно выступает тугоплавкий проводник, находится внутри колбы, вакуумированной или наполненной инертным газом, и нагревается до большой температуры с помощью электрического тока, который пропускается через него. В результате этого излучается видимый свет. Для нити накала используют сплав на основе вольфрама.

Конструкция лампы накаливания (см. приложение 1)

Привычный глазу грушевидный осветительный прибор состоит из 11 конструктивных элементов, участвующих в процессе ввода электрической энергии, проведении его по телу накала, обеспечивающих прочность соединения цепи, предохраняющих от разрушения колбу в момент обрыва нити накала. Эта нить может иметь круглое сечение или быть выполнена в виде плоской ленточки из металла (или нескольких металлических ленточек). Поэтому принято элемент преобразования энергий в лампе называть — тело накала.

Колба защищает тело накала от воздействия атмосферных газов. Размеры колбы определяются скоростью осаждения материала тела накала. Для ламп большей мощности требуются колбы большего размера для того, чтобы осаждаемый металл распределялся на большую площадь и не оказывал сильного влияния на прозрачность.

Большинство современных ламп наполняются химически инертными газами (кроме ламп малой мощности, которые по-прежнему делают вакуумными). Потери тепла, возникающие при этом за счёт теплопроводности, уменьшают путём выбора газа с большой молярной массой.

Форма цоколя с резьбой обычной лампы накаливания была предложена Джозефом Уилсоном Суоном. Размеры цоколей стандартизованы. У ламп бытового применения наиболее распространены цоколи Эдисона E14 (миньон), E27 и E40 (цифра обозначает наружный диаметр в мм). Также встречаются цоколи без резьбы (удержание лампы в патроне происходит за счёт трения или нерезьбовыми сопряжениями — например, байонетным) — британский бытовой стандарт, а также бесцокольные лампы, часто применяемые в автомобилях.

Строением лампы объясняются её основные преимущества и недостатки, подробно изложенные в разработанной нами таблице. (см. приложение 2). Проанализировав все

положительные и отрицательные качества лампы накаливания, мы решили сделать её более эффективной, разработав собственный способ увеличения КПД данного устройства.

§ 2. Теоретическое обоснование возможности увеличения КПД лампы накаливания

В лампе накаливания используется эффект нагревания проводника, обычного проволочного (тела накаливания), при протекании через него электрического тока (*тепловое действие тока*). Температура тела повышается после замыкания электрической цепи. Для получения видимого излучения необходимо, чтобы температура излучающего тела превышала **570 °С** (температура начала красного свечения, видимого человеческим глазом в темноте). Для зрения человека, оптимальны лампы, с рабочей температурой нитей ламп накаливания в пределах **2000—2800 °С**.

Лампа с вольфрамовой нитью, получая электрическую энергию, преобразует ее в световую и тепловую, в отношении **1/10**, то есть электрическая энергия потребляемая лампой преобразуется на **10%** в световую, и на **90%** в тепловую. Следовательно, лампа накаливания используется по своему прямому назначению (для освещения помещения) не в полной мере.

КПД такой лампы можно увеличить, если выделяемую ей тепловую энергию использовать повторно, предварительно сохранив её внутри лампы. С помощью тепловой энергии возможно поддерживать постоянную температуру проводника.

Мы предлагаем заменить существующую колбу лампы на теплосберегающую, то есть поместить проводник в колбу, выполненную по принципу стеклопакета. Колба лампы, таким образом, будет состоять из двух слоёв стекла, между которыми будет находиться газовая прослойка. (см. приложение 3)

Газ является плохим теплопроводником, поэтому внутри лампы будет сохраняться большее количество тепловой энергии, это приведет к повышению температуры проводника и увеличению КПД самого устройства.

Глава 2

§ 1. Экспериментальная часть

Для того, чтобы достичь поставленной цели и подтвердить правильность выдвинутой гипотезы, нами был проведен физический эксперимент, включающий в себя два основных этапа.

На первом этапе нами был изготовлен образец теплосберегающей лампы, который представляет из себя лампу накаливания мощностью семьдесят пять ватт, помещенную в банку, наполненную воздухом.(см. приложение 4). Помимо сборки прототипа на данном этапе мы подготовили необходимое для проведения эксперимента оборудование: четыре мультиметра, обыкновенную лампу накаливания, патроны для вкручивания лампочек, источник питания, датчики освещенности и соединительные провода. Так же нами был разработан метод подключения оборудования для проведения эксперимента.(см. приложение 5)

Второй этап – непосредственно проведение эксперимента, включающий в себя замеры основных показателей в электрической цепи. Такими наглядными показателями являются: напряжение, сила электрического тока и освещенность. (см. приложение 6,7) Для получения более объективных данных эксперимент был проведен нами четыре раза, в зависимости от места расположения мультиметров в цепи. Замена мультиметров в цепи осуществлялась по часовой стрелке.(см. приложение 9) На основе полученных данных переходим к подсчету КПД.

§ 2. Подсчет КПД

Коэффициент полезного действия (КПД) - комплексная характеристика эффективности системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой; обозначается обычно η («эта»).

В классическом варианте формулы подсчета КПД используется энергия или работа:

$$\eta = \frac{A_n}{A_z}$$

Однако, нами использовалась формула подсчёта КПД, в которой вместо работы применяется показатель электрической мощности.

$$\eta = \frac{P_n}{P_z}$$

На основе измерений освещенности мы сделали вывод, что из-за недостатка напряжения в сети лампа накаливания светила не в полную силу и полученные нами данные свидетельствуют о том, что лампочка на семьдесят пять ватт светит, как лампочка на шестьдесят ватт.

Так как мы знаем, что на освещение в лампе накаливания уходит всего 10% электроэнергии, то мы можем сделать вывод, что для достижения уровня освещенности в 650Лм требуется мощность 6Вт (в теплосберегающей лампе освещенность 725Лм)

$$\frac{6Вт}{x} = \frac{650Лм}{725Лм} \equiv x = \frac{6Вт \times 725Лм}{650Лм} ; x = 7Вт$$

Из приведенных выше расчетов мы можем сделать вывод, что в обычной лампе накаливания потребляемая на освещение мощность составляет 6Вт, а в теплосберегающей 7Вт.

$$1) \eta_1 = \frac{P_n}{P_z} = \frac{6Вт}{223В * 0,28А} \times 100\% \approx 10\%$$

$$2) \eta_2 = \frac{P_n}{P_z} = \frac{7Вт}{221В * 0,27А} \times 100\% \approx 12\%$$

$$\eta_1 - \eta_2 = 12\% - 10\% = 2\%$$

Следовательно, КПД теплосберегающей лампы выше на 2%, чем у лампы накаливания; полная сравнительная характеристика приведена в таблице. (см. приложение 9).

Заключение

Жизнь человечества в современном мире полностью подчинена технологиям, обеспечивать которые способны лишь глобальные энергетические ресурсы. Следовательно, современное общество должно стремиться к экономии энергоресурсов за счет модернизации существующих приборов таким образом, чтобы количество потребляемой энергии уменьшалось, а эффективность прибора оставалась на прежнем уровне или повышалась.

В нашей работе в качестве гипотезы было выдвинуто следующее утверждение: КПД лампы накаливания можно увеличить за счет повторного использования выработанной тепловой энергии для освещения.

Для подтверждения гипотезы мы изучили и проанализировали имеющуюся научную литературу по теме исследования; разработали и создали авторский вариант лампы накаливания; провели серию экспериментов, целью которых являлось сравнение основных показателей эффективности лампы накаливания; сравнили КПД традиционной и авторской модели лампы накаливания; опираясь на основной принцип действия модернизированной лампы накаливания мы предложили использовать наименование «теплосберегающая лампа».

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

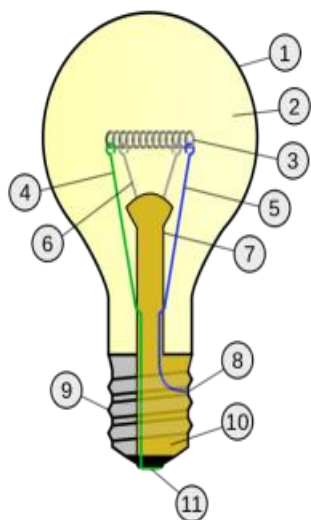
- строением лампы объясняются её основные преимущества и недостатки, подробно изложенные в разработанной нами таблице;
- КПД лампы накаливания возможно увеличить, если выделяемую ей тепловую энергию использовать повторно, предварительно сохранив её внутри лампы
- заменив существующую колбу лампы на теплосберегающую, выполненную по принципу стеклопакета, можно увеличить КПД лампы накаливания;
- серия проведенных экспериментов подтверждает, что выдвинутое нами предположение является верным

Таким образом, незначительно изменив конструкцию лампы накаливания, мы имеем возможность увеличить КПД прибора, уменьшив количество энергии, потребляемой им. Кроме того, себестоимость теплосберегающей лампы является значительно более низкой, чем себестоимость энергосберегающей лампы, однако доказательство данного утверждения будет являться предметом дальнейшего исследования

Библиография

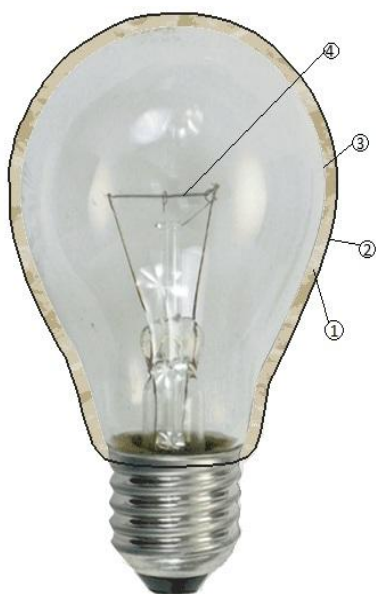
1. <http://indeolight.com/lampy-i-svetilniki/nakalivaniya/lampy-nakalivaniya-tehnicheskie-harakteristiki-preimushhestva-i-nedostatki.html>
2. http://knowledge.allbest.ru/physics/2c0a65635a3bd78b4d53a88521216c37_0.html
3. <http://ydoma.info/lampy-nakalivaniya-galogennye.html>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki>
5. Фотолампа // Фотокинетика: Энциклопедия / Главный редактор Е. А. Иофис. — М.: Советская энциклопедия, 1981.
6. Е. М. Голдовский. Советская кинотехника. Издательство Академии Наук СССР, Москва-Ленинград. 1950, С. 61
7. Лампа Де Ла Рю
8. Давид Шарле. Король изобретательства Томас Альва Эдисон
9. Электротехническая энциклопедия. История изобретения и развития электрического освещения
10. George S. Bryan. Edison, the man and his works. — New York: Garden City Publishing, 1926. — P. 284. (англ.)
11. A. de Lodyguine, U.S. Patent 575,002 «Illuminant for Incandescent Lamps». Application on January 4, 1893.
12. Г.С.Ландсберг. Элементарный учебник физики (рус.). Проверено 15 апреля 2011. Архивировано из первоисточника 1 июня 2012.
13. en:Incandescentlightbulb
14. [Лампа накаливания] — статья из Малого энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона
15. The History of Tungstam (PDF). Архивировано из первоисточника 1 июня 2012. (англ.)
16. Ganz and Tungstam - the 20th century (англ.) Проверено 4 октября 2009. Архивировано из первоисточника 20 июня 2007.
17. А. Д. Смирнов, К. М. Антипов. Справочная книга энергетика. Москва, «Энергоатомиздат», 1987.
18. Keefe, T.J. The Nature of Light (2007). Проверено 5 ноября 2007. Архивировано из первоисточника 1 июня 2012.
19. Klipstein, Donald L. The Great Internet Light Bulb Book, Part I (1996). Проверено 16 апреля 2006. Архивированоизпервоисточника 1 июня 2012.

Схема строения лампы накаливания



- 1 — колба;
- 2 — полость колбы (вакуумированная или наполненная газом);
- 3 — тело накала;
- 4, 5 — электроды (токовые вводы);
- 6 — крючки-держатели тела накала;
- 7 — ножка лампы;
- 8 — внешнее звено токоввода, предохранитель;
- 9 — корпус цоколя;
- 10 — изолятор цоколя (стекло);
- 11 — контакт доньшка цоколя.

Схема строения теплосберегающей лампы



- 1) Газовая прослойка
- 2) Второй слой стекла
- 3) Первый слой стекла
- 4) Проводник

Образец теплосберегающей лампы



Преимущества и недостатки лампы накаливания

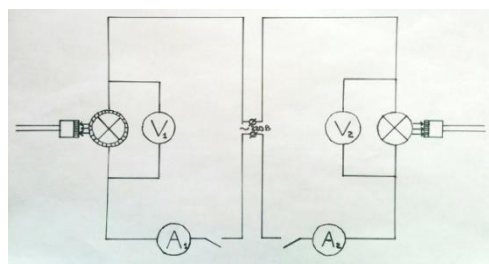
Преимущества:

- стабильное массовое производство;
- небольшая стоимость;
- компактные размеры;
- нет никакой пускорегулирующей аппаратуры;
- чисто активное электрическое сопротивление (единичный коэффициент мощности);
- зажигание и перезажигание происходит мгновенно;
- устойчива к сбоям в питании и скачкам напряжения;
- не содержит токсичных элементов, поэтому не нужны пункты по сбору и утилизации;
- может работать на любом роде тока;
- нечувствительность к полярности напряжения;
- можно изготовить лампу под любое напряжение (от долей вольта до сотен вольт);
- при работе на переменном токе отсутствует мерцание (важно на предприятиях);
- при работе на переменном токе отсутствует гудение;
- непрерывный спектр излучения;
- привычный и приятный в быту спектр;
- может работать с регуляторами яркости;
- не страшна низкая и высокая температура окружающей среды, устойчивость к конденсату;

Недостатки:

- низкая световая отдача;
- небольшой срок службы;
- хрупкость, желательно избегать ударов или вибраций;
- при термоударе или разрыве нити под напряжением возможен взрыв баллона;
- зависимость световой отдачи и срока службы от напряжения;
- могут вызвать пожар. Уже через 30 минут наружная поверхность лампы имеет высокую температуру, которая зависит от мощности: 25 Вт — 100 °С, 40 Вт — 145 °С, 75 Вт — 250 °С, 100 Вт — 290 °С, 200 Вт — 330 °С. Если лампу положить на текстильный материал, то колба будет нагреваться ещё сильнее. Обычная лампочка в 60 Вт способна запалить солому уже через 67 минут работы;
- поскольку части лампы нагреваются, то требуется термостойкая арматура светильников;
- небольшой световой КПД (отношение мощности лучей видимого спектра к потребляемой энергии) около 10 %. Если подключить электролампу через диод (делается это для продления службы лампы на лестничных площадках или в тамбурах), то будет только хуже, поскольку значительно падает КПД и появляется мерцание света;

Электрическая цепь



Проведение эксперимента

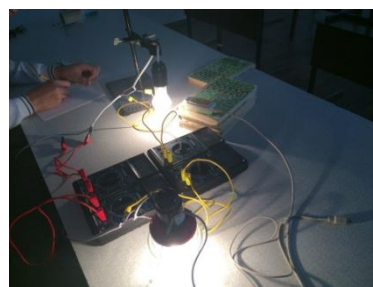


Таблица показаний экспериментов

Номер эксперимента	Лампа + банка	Лампа
1 (E – освещенность; U – электрическое напряжение; I – сила тока)	U=221В I=0.27А E=710Лм	U=223В I=0.28А E=653Лм
2 (E – освещенность; U – электрическое напряжение; I – сила тока)	U=223В I=0.27А E=730Лм	U=224В I=0.28А E=643Лм
3 (E – освещенность; U – электрическое напряжение; I – сила тока)	U=223В I=0.28А E=725Лм	U=219В I=0.27А E=651Лм
4 (E – освещенность; U – электрическое напряжение; I – сила тока)	U=219В I=0.27А E=735Лм	U=222.5В I=0.28А E=653Лм
Среднее значение	U=221В I=0.27А E=725Лм	U=223В I=0.28А E=650Лм

Сравнение лампы накаливания и теплосберегающей лампы накаливания

Пункты сравнения	Лампа накаливания	Теплосберегающая лампа
КПД	7-10%	11-12%
Освещенность (поток света)	650 Лм.	725Лм.
Мощность	60Вт.	60Вт.