**02.11.2021 Учебная группа: 2ТМ**

**Преподаватель Черномордик Анна Евгеньевна**

**ОП.03 Электротехника и электроника**

**Тема 2.7 Тепловое действие тока. Закон Джоуля-Ленца**.

.

**Лекция № 21**

**Цель занятия:** Усвоить основные понятия по изучаемой теме.

**Задачи занятия:** уметь применять полученные знания для решения ситуационные задач.

**Задание студентам:**

1.**Записать в тетрадь и самостоятельно проработать лекцию несколько раз**.

2. **Решить задачи.** Фотографию конспекта и решенные задачи прислать на электронный адрес **kabinet1218@gmail.com** в срок **до 08.00 03.11.2021г.**

План:

1. Тепловое действие тока.
2. Закон Джоуля-Ленца.

Литература:

Основные источники:

1. И. А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 1989.

2. Общая электротехника с основами электроники. Учебник для техникумов В.А.. Гаврилюк, Б.С. Гершунский, А.В. Ковальчук, ЮА. Куницкий - Киев: Высшая школа. Главное издательство, 1980.

3. Т.Ф. Березкина Задачник по общей электротехнике с основами электроники - М.: Высшая школа, 1983.

Дополнительные источники:

1. И. Федотов, Основы электроники, Москва, «Высшая школа», 1990.

2. Общая электротехника с основами электроники, Усс Л.В., Красько А.С., Климович Г.С., 1990.

**Вопрос № 1 Тепловое действие тока**

[Электрический ток](http://volt220.ru/index.php/bases/index.php?option=com_content&view=article&catid=23:concepts-electrical&id=90:current-carrying-capacity), проходя через любой проводник, сообщает ему некоторое количество энергии. В результате этого проводник нагревается. Передача энергии происходит на молекулярном уровне, т. е., электроны взаимодействуют с атомами или ионами проводника и отдают часть своей энергии.

В результате этого, ионы и атомы проводника начинают двигаться быстрей, соответственно можно сказать, что внутренняя энергия увеличивается и переходит в тепловую энергию.

Данное явление подтверждается различными опытами, которые говорят о том, что вся работа, которую совершает ток, переходит во внутреннюю энергию проводника, она в свою очередь увеличивается. После этого уже проводник начинает отдавать её окружающим телам в виде тепла. Здесь уже в дело вступает процесс теплопередачи, но сам проводник нагревается.

Этот процесс рассчитывается по формуле:

**А=U·I·t**

А – это работа тока, которую он совершает, протекая через проводник.

Можно также высчитать количество теплоты, выделяемое при этом, ведь это значение равно работе тока. Правда, это касается, лишь неподвижных металлических проводников, однако, такие проводники встречаются чаще всего. Таким образом, количество теплоты, также будет высчитываться по той же форме:

Q=U·I·t.

*История открытия явления*

В своё время свойства проводника, через который протекает электрический тока, изучали многие учёные. Особенно среди них были заметны англичанин Джеймс Джоуль и русский учёный Эмилий Христианович Ленц. Каждый из них проводил свои собственные опыты, а вывод они смогли сделать независимо друг от друга.

На основе своих исследований, они смогли вывести закон, который позволяет дать количественную оценку выделяемого тепла в результате воздействия электрического тока на проводник. Данный закон получил название «Закон Джоуля-Ленца». Джеймс Джоуль установил его в 1842 году, а примерно через год Эмиль Ленц пришёл к тому же выводу, при этом их исследования и проводимые опыты никак не были связаны друг с другом.

*Применение свойств теплового действия тока*

Исследования теплового воздействия тока и открытия закона Джоуля-Ленца позволили сделать вывод, подтолкнувший развитие электротехники и расширить возможности применения электричества. Простейшим примером применения данных свойства является простая лампочка накаливания.

Устройство её заключается в том, что в ней применяется обычная нить накаливания, сделанная из вольфрамовой проволоки. Этот металл был выбран не случайно: тугоплавкий, он имеет довольно высокое удельное сопротивление. Электрический ток проходит через эту проволоку и нагревает её, т. е. передаёт ей свою энергию.

Энергия проводника начинает переходить в тепловую энергию, а спираль разогревается до такой температуры, что начинает светиться. Главным недостатком такой конструкции, конечно, является то, что происходят большие потери энергии, ведь только небольшая часть энергии преобразуется в свет, а остальная уходит в тепло.

Для этого вводится такое понятие в технике, как КПД, показывающее эффективность работы и преобразования электрической энергии. Такие понятия как КПД и тепловое воздействие тока применяются повсеместно, так как существует огромное количество приборов основанных подобном принципе. Это в первую очередь касается нагревательных приборов: кипятильников, обогревателей, электроплит и т. д.

Как правило, в конструкциях перечисленных приборах присутствует некая металлическая спираль, которая и производит нагревание. В приборах для нагревания воды она изолирована, в них устанавливается баланс между потребляемой из сети энергией (в виде электрического тока) и тепловым обменом с окружающей средой.

В связи с этим, перед учёными стоит нелёгкая задача по снижению потерь энергии, главной целью является поиск наиболее оптимальной и эффективной схемы. В данном случае тепловое воздействие тока является даже нежелательным, так как именно оно и ведёт к потерям энергии. Самым простым вариантом является повышение напряжения при передаче энергии. В результате снижается сила тока, но это приводит к снижению безопасности линий электропередач.

Другое направление исследований – это выбор проводов, ведь от свойств проводника зависят и тепловые потери и прочие показатели. С другой стороны, различные нагревательные приборы требуют большого выделения энергии на определённом участке. Для этих целей изготавливают спирали из специальных сплавов.

Для повышения защиты и безопасности электрических цепей применяются специальные предохранители. В случае чрезмерного повышения тока сечение проводника в предохранителе не выдерживает, и он плавится, размыкая цепь, защищая, таким образом, её от токовых перегрузок.

Количество тепла измеряется в калориях *(кал)*. Одной калорией называется такое количество тепла, которое необходимо для нагрева 1 г воды на 10 С. *1 ккал* равна 1000 кал.

**Вопрос № 2 Закон Джоуля-Ленца**

Нагревание проводов током служило предметом исследований русского академика Э.Х. Ленца и английского ученого Д.П. Джоуль, которые независимо друг от друга изучая тепловое действие электрического тока, одновременно в 1844 году опытным путем установили зависимость между количеством тепла, выделяемого током в проводнике, величиной этого тока и сопротивлением проводника.

Эта зависимость, называемая законом Джоуля-Ленца, состоит в том, что **количество тепла, выделенного электрическим током в проводнике, прямо пропорционально квадрату тока, сопротивлению проводника и времени, в течении которого проходит ток по проводнику.**

Закон Джоуля-Ленца математически выражается следующей формулой:

*Q=0,24I2rt,*

где *Q* - количество тепла, *кал*

*I* - величина электрического тока, *А*

*r* - сопротивление проводника, *Ом*

*0,24* - коэффициент, показывающий количество тепла в малых калориях, выделенного в одну секунду в проводнике с сопротивлением в 1 Ом при ток в 1 А, этот коэффициент называется **тепловым эквивалентом электроэнергии**

*t* - время, в секундах

Из формулы закона Джоуля-Ленца видно, что проводник нагревается тем больше, чем больше ток в цепи и чем больше сопротивление проводника. Поэтому через тонкие проводники, сопротивление которых велико, нельзя пропускать ток большой величины, т.к. он может сильно нагреть проводник, в результате чего сгорит его изоляция, или даже перегорит проводник.

Чтобы избежать этого, в практике установлены допустимые нагрузки, т.к. допустимые **плотности тока**.

**Плотность тока в проводнике определяется величиной тока в амперах, приходящейся на 1 квадратный миллиметр площади поперечного сечения проводника.**

В некоторых случаях при определении количества тепла, выделяемого электрическим током, удобнее пользоваться не сопротивлением проводника (потребителя), которое подчас бывает неизвестно, а напряжением U (в вольтах), подводимым к нему или теряемым на нем. Тогда формула закона Джоуля-Ленца, приведенная выше, может быть преобразована следующим образом:

*Q=0,24\*I\**$\frac{U}{R}$*\*t*

произведя сокращения получим

*Q=0,24\*I\*U\*t*

*Применение закона Джоуля-Ленца в жизни*

Открытие закона Джоуля-Ленца имело огромные последствия для практического применения электрического тока. Уже в 19 веке стало возможным создать более точные измерительные приборы, основанные на сокращении проволочной спирали при её нагреве протекающим током определённой величины — первые стрелочные вольтметры и амперметры. Появились первые прототипы электрических обогревателей, тостеров, плавильных печей – использовался проводник с высоким удельным сопротивлением, что позволяло получить довольно высокую температуру.

Были изобретены плавкие предохранители, биметаллические прерыватели цепи (аналоги современных тепловых реле защиты), основанные на разнице нагрева проводников с разным удельным сопротивлением. Ну и, конечно же, обнаружив что при определённой силе тока проводник с высоким удельным сопротивлением способен нагреться докрасна, данный эффект использовали в качестве источника света. Появились первые лампочки.

Проводник (угольная палочка, бамбуковая нить, платиновая проволока и т.д.) помещали в стеклянную  колбу, откачивали воздух для замедления процесса окисления и получали  незатухаемый, чистый и стабильный источник света – электрическую лампочку.

Таки образом, можно сказать что на законе Джоуля-Ленца держится чуть ли не вся электрика и электротехника. Открыв этот закон, появилась возможность уже заранее предсказать  некоторые будущие проблемы в освоении электричества. Например, из-за нагрева проводника передача электрического тока на большое расстояние сопровождается потерями этого тока на тепло. Соответственно, чтобы компенсировать эти потери  нужно занизить передаваемый ток, компенсируя это высоким напряжением. А уже на оконечном потребителе, понижать напряжение и получать более высокий ток.

Закон Джоуля-Ленца неотступно следует из одной эпохи технологического развития  в другую. Даже сегодня мы постоянно наблюдаем его в быту – закон проявляется всюду, и не всегда люди ему рады. Сильно греющийся процессор персонального компьютера, пропадание света из-за обгоревшей скрутки  «медь-алюминий»,выбитая вставка-предохранитель, выгоревшая из-за высокой нагрузки электропроводка – всё это тот самый закон Джоуля-Ленца.

**Задачи для самостоятельного рассмотрения**

**Задача 1**. Определить, какое количество тепла будет выделено, электрическим паяльником, включенным в течение 1 часа, если он потребляет ток 10 А при напряжении 12 В.

**Задача 2**. Электрическая лампа с сопротивлением R=800 Ом включена на напряжение U=220 В. Определить мощность лампы.

**Задача 3**. Определить количество тепла, выделенного в приборе в течение 1 часа при сопротивлении прибора R=88 Ом и напряжении на его зажимах U=220 В.