Большинство потребителей электрической энергии работает на переменном токе. В настоящее время почти вся электрическая энергия вырабатывается в виде энергии переменного тока. Это объясняется преимуществом производства и распределения этой энергии. Переменный ток получают на электростанциях, преобразуя с помощью генераторов механическую энергию в электрическую. Основное преимущество переменного тока по сравнению с постоянным заключается в возможности с помощью трансформаторов повышать или понижать напряжение, с минимальными потерями передавать электрическую энергию на большие расстояния, в трехфазных источниках питания получать сразу два напряжения: линейное и фазное. Кроме того, генераторы и двигатели переменного тока более просты по устройству, надежней в работе и проще в эксплуатации по сравнению с машинами постоянного тока. Вчера пришла домой после работы. Включила свет, компьютер. Как вдруг лампочки замигали. Чуть не погасли и тут же компьютер и котел отключились…Такое часто бывает. Почему?

В осветительную сеть был включен потребитель с большой мощностью, например, сварочный аппарат, что привело к резкому падению напряжения

И сегодня мы рассмотрим, как ведут себя различные потребители (сопротивления) в цепях переменного тока. Потребители могут обладать сопротивлением: активным (нити ламп накаливания, спирали электронагревательных приборов и реостатов, резисторы), индуктивным (катушки индуктивности, обмотки трансформаторов, двигателей, различных типов реле, дроссели (для ограничения тока в электрических цепях)) и ёмкостным. Простейший конденсатор – это два проводника, разделенных слоем изоляции. Поэтому многожильные провода, кабели, обмотки электродвигателей и т. д. имеют емкостное сопротивление. (конденсатор, длинные линии электропередачи, электрические кабели). Активным сопротивлением может обладать линии электропередач, соединительные провода, обмотки трансформатора или электродвигателя.

Запишем тему урока

«Электрические цепи переменного тока с активным, индуктивным и ёмкостным сопротивлением».

Урок проведем в виде деловой игры.

Структура урока:

|  |  |
| --- | --- |
| **План игры:** | **План урока:** |
| 1.Накопление капитала. | Повторение изученного материала: «Основные величины и способы изображения переменного тока». |
| 2. Вложение капитала. | Изложение нового материала. |
| 3. Получение доходов. | Проверка знаний по заявленным разделам. |
| 4. Денежные операции. | Подсчет заработанного капитала. |
| 5. Подведение итогов. | Итоги урока. Рефлексия. Домашнее задание |

Работа на уроке ведется в 4 группах (бригадах), которым необходимо выбрать бригадира.

Преподаватель в игре является заказчиком-предприятием, прибывшим с определенной целью – выбрать себе бригаду – партнера.

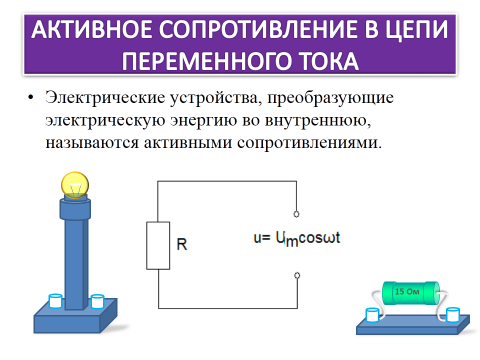
Заказчик желает выбрать себе бригаду, с которой он будет сотрудничать. Но для того чтобы определить с какой бригадой ему лучше сотрудничать, каждой бригаде необходимо выполнить предложенные задания, чтобы убедиться, что здесь работают настоящие специалисты.

Командам предлагается ответить на вопросы по заявленным разделам. За каждый правильный ответ команда получает 100 у.е., за неполный ответ 10 у.е., если команда не отвечает на вопрос, она ничего не получает.

****

1. Активное сопротивление в цепи переменного тока

Электрические устройства, преобразующие электрическую энергию во внутреннюю, называются активными сопротивлениями.



Резистор - единственный элемент, для которого ток и напряжение совпадают по фазе. Для того чтобы показать разность фаз между током и напряжением в общем случае, используют векторную диаграмму, на которой вектор, изображающий амплитудное напряжение (Umax), расположен под углом к оси токов. Угол, который вектор Umax образует с осью токов, показывает, насколько фаза напряжения опережает фазу тока.

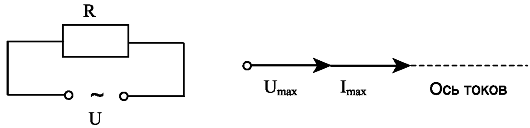
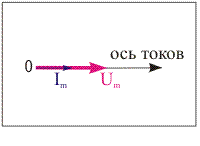
Цепь с резистором R и соответствующая ей векторная диаграмма представлены на рис. 1.

Рисунок1 – Цепь переменного тока с резистором и ее векторная диаграмма

Поскольку ток и напряжение изменяются в одинаковой фазе, векторы Umax и Imax отложены по одной прямой в одном направлении.

В принципе любому переменному току сопутствует электромагнитное излучение. Однако для частот переменного тока, используемых в промышленности, интенсивность такого излучения ничтожно мала, и потерями энергии на электромагнитное излучение пренебрегают. Поэтому работа переменного тока, протекающего через резистор, полностью превращается в его внутреннюю энергию. В связи с этим сопротивление резистора называют активным.

Для всех частот переменного тока, который используется в технике, сопротивление резистора (XR) остается постоянным и совпадает с его сопротивлением в цепи постоянного тока:

При этом ток, текущий через резистор, совпадает по фазе с приложенным напряжением: ХR = R

При этом ток, текущий через резистор, совпадает по фазе с приложенным напряжением: U = Umax · cos(ωt) i = Imax· cos(ωt)

Расчеты показывают, что средняя мощность, выделяемая в резисторе при протекании переменного (гармонического) тока, вычисляется по формулам

P = =

Если ввести обозначения

IД = UД =

то формулы для мощности переменного тока примут такой же вид, как и для постоянного тока:

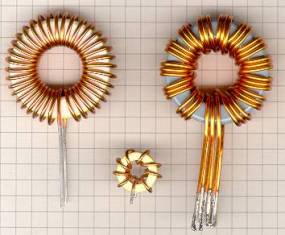
Р = · R =

Значения переменного тока и напряжения, определяемые последней формулой, называются действующими. Существует договоренность о том, что по умолчанию для цепи переменного тока указывают именно действующие значения. Например, напряжение в бытовой сети переменного тока равно 220 В. Указанное значение 220 В является действующим значением напряжения.

|  |
| --- |
|  |

1. Индуктивное сопротивление в цепи переменного тока

Индуктивное сопротивление – величина, характеризующее сопротивление, оказываемое переменному току индуктивностью цепи



Катушка индуктивности в цепи переменного тока

Рассмотрим цепь, содержащую в себе катушку индуктивности и предположим, что активное сопротивление цепи, включая провод катушки, настолько мало, что им можно пренебречь. В этом случае подключение катушки к источнику постоянного тока вызвало бы его короткое замыкание, при котором, как известно, сила тока в цепи оказалась бы очень большой.

Иначе обстоит дело, когда катушка присоединена к источнику переменного тока. Короткого замыкания в этом случае не происходит. Это говорит о том, что катушка индуктивности оказывает сопротивление проходящему по ней переменному току.

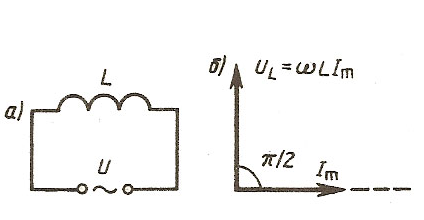
Ток в цепи I =

где XL – индуктивное сопротивление цепи, равное XL = 2 · π · f · L

где L – индуктивность (Гн) – параметр, характеризующий свойства обмоток катушек электрических аппаратов и машин.

В такой цепи, также в соответствии с формой напряжения приложенной к цепи и в различное время (участки 0 – 1, 1 – 2), идет вначале потребление электрической энергии, которая накапливается в виде энергии магнитного поля, после чего она возвращается в сеть. Поэтому, Р=0. При этом, наибольшее значение мощности называется реактивной мощностью индуктивности.

.Q = I2 · XL

Векторная диаграмма и схема цепи представлена на рис. 2.

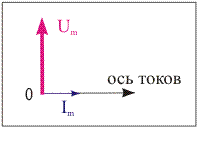


  Рисунок 2 –Цепь переменного тока с индуктивностью и ее векторная диаграмма

Здесь, напряжение на индуктивном сопротивлении равно UL = I · XL

Как видно из векторной диаграммы вектор тока отстает от вектора напряжения на угол φ=90°. Теперь, под записью φ=90° - отстающий – надо понимать то, что вектор тока отстает от вектора напряжения на угол φ=90°.

1. Емкостное сопротивление в цепи переменного тока

Емкостное сопротивление – величина, характеризующая сопротивление, оказываемое переменному току электрической емкостью

Включим в цепь переменного напряжения конденсатор емкостью С. Вместе с изменением напряжения будет меняться и заряд конденсатора, а в подводящих проводах возникнет ток. Заряд конденсатора связан с напряжением в цепи соотношением q = U ·C = Umax · C · cos(ωt)

Учитывая, что i = , получим i = - Umax · C · ω · sin(ωt)

Используя формулы тригонометрии, найдем

i = Imax · cos(ωt + ), Imax = Umax · C · ω

Эта формула показывает, что ток в цепи конденсатора опережает по фазе напряжение на , напряжение на конденсаторе отстает по фазе от тока на .

U = Umax · cos(ωt), i = Imax · cos(ωt + ),

Сопротивление конденсатора в цепи переменного тока называют емкостным сопротивлением. Его величина: Хс = =

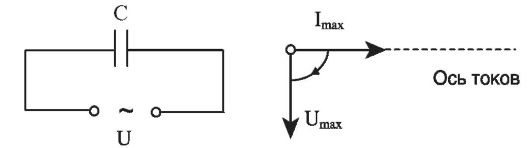
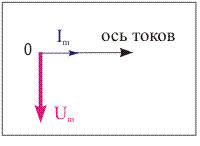
Цепь с конденсатором и соответствующая ей векторная диаграмма представлены на рис. 3.

Рисунок 3 –Цепь переменного тока с конденсатором и ее векторная диаграмма

Поскольку напряжение отстает по фазе от тока на , вектор Umax повернут относительно оси токов по часовой стрелке (в математике это направление считают отрицательным).

Примеры решения задач:

1. Электротехническое устройство с потребляемой мощ­ностью *50 Вт* и напряжением питания *110 В* нужно включить в сеть перемен­ного напряжения *220 В* частотой *50 Гц.* Найти емкость конденсатора, ко­торый необходимо подключить последовательно данному устройству, чтобы скомпенсировать избыточное напряжение.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  Р = 50 Вт  Uпит = 110 В  Uн = 220 В  ω = 50 Гц  **Найти:** С | **Решение:**  Для решения задачи необходимо определить ток и напряжение компенсирующего конденсатора, что позволит найти его реактивное сопротивление, а следовательно, и емкость. Поэтому ток в цепи не должен превышать  *I =  =  = 0,455 A.*  Напряжение на конденсаторе должно быть равно векторной разности напряжений питания и нагрузки:  *U =  =  = 191 В.*  Зная напряжение и ток конденсатора, находим его реактивное со­противление:  *Х =  = = 420 Ом.*  По известной формуле для определения емкостного сопротивления  *X =* ;  находим искомую емкость конденсатора  *С =  =  = 7,6 • 10Ф = 7,6 мкФ.* |

**Ответ:** Емкость конденсатора, ко­торый необходимо подключить последовательно данному устройству, чтобы скомпенсировать избыточное напряжение *С=7,6 мкФ.*

**Виртуальная лабораторная работа «Изучение LC-колебаний»**

Цель работы: изучить превращения электрической энергии в магнитную энергию и наоборот, в случае с незатухающими LC-колебаниями

**Основные положения:**

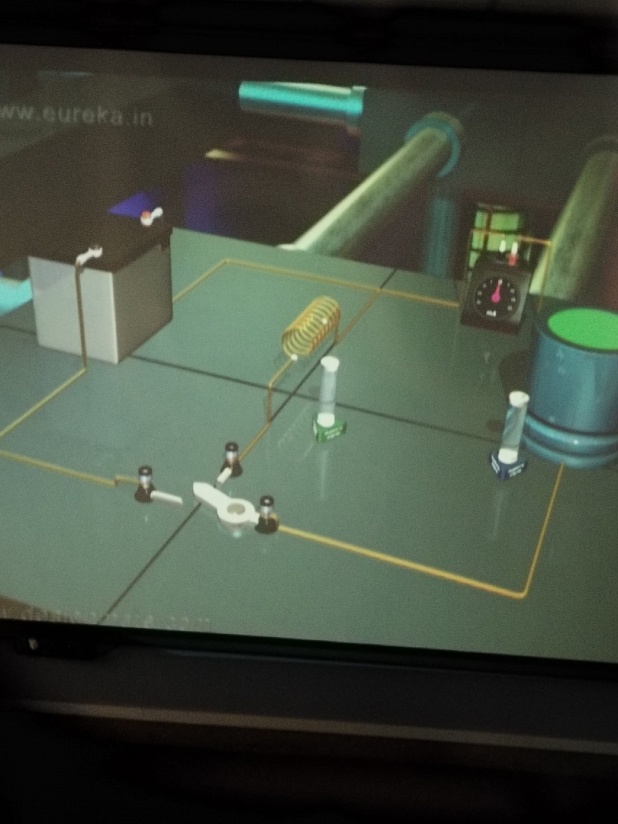
**Электрическая цепь, состоящая из катушки с индукивностью L и конденсатора емкостью С, соединенных параллельно, называют параллельным резонансным контуром. Такая цепь является источником** LC-колебаний.

Если конденсатор подключить к батарее, то он полностью зарядиться, а электрическая энергия будет запасена в конденсаторе.

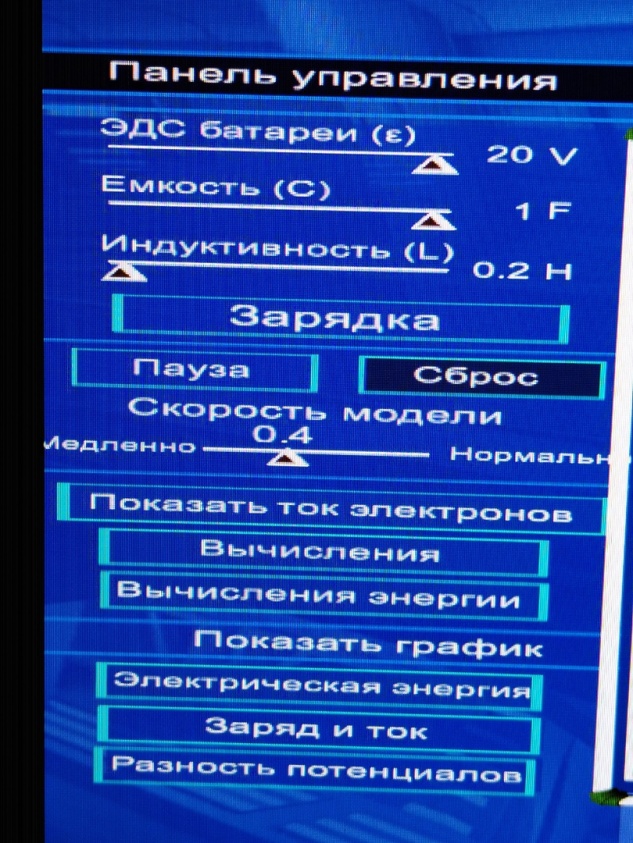
Если конденсатор подключен к катушке индуктивности, то конденсатор будет постепенно разряжаться через катушку. В результате этого заряд на обкладках конденсатора постепенно уменьшается, а сила тока в цепи увеличивается. Это порождает изменяющееся магнитное поле вокруг катушки. Изменяющееся магнитное поле индуцирует в катушке обратную ЭДС, которая препятствует изменению силы тока.

Указания:

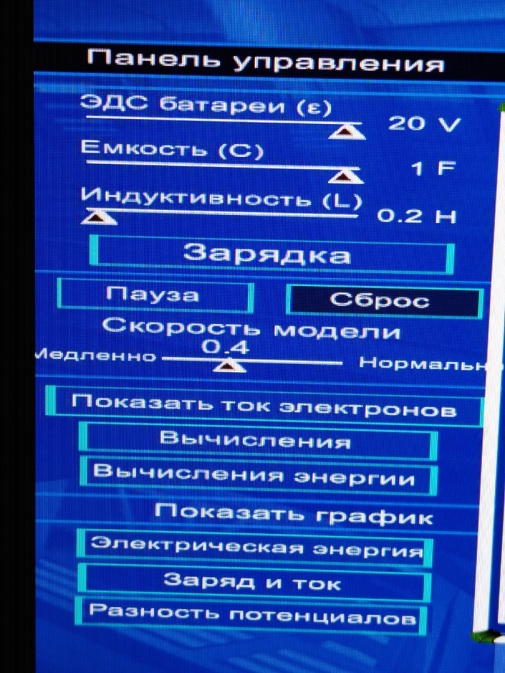
1. Рассмотрите электрическую цепь и зарисуйте ее в тетрадь



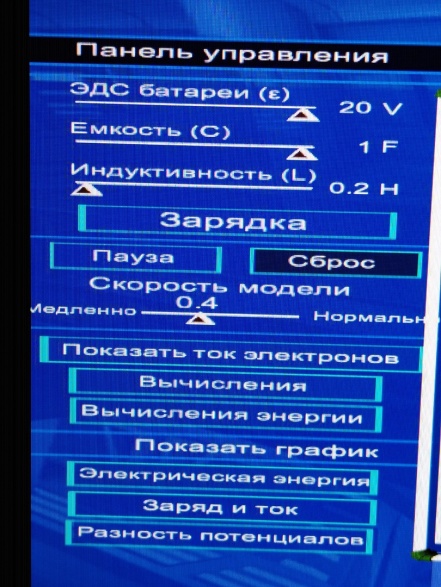
1. В данной модели задайте значения ЭДС батареи (ε),индуктивности катушки (L) и емкости конденсатора. Запишите значения в тетради



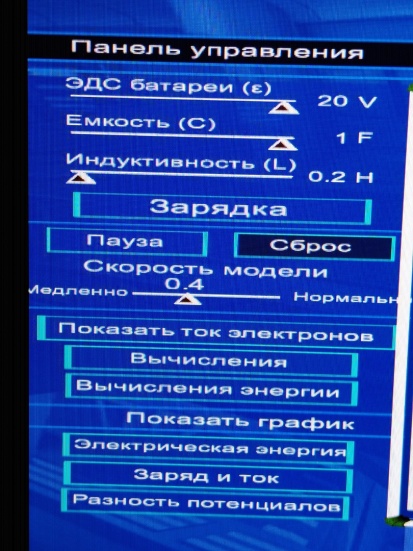
1. Зарядите конденсатор, подключив его к батарее



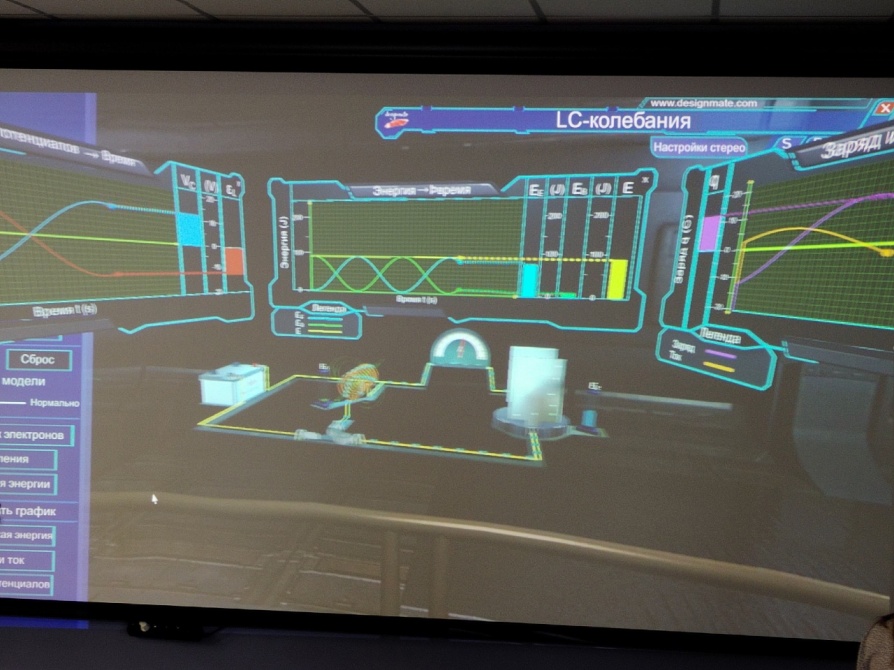
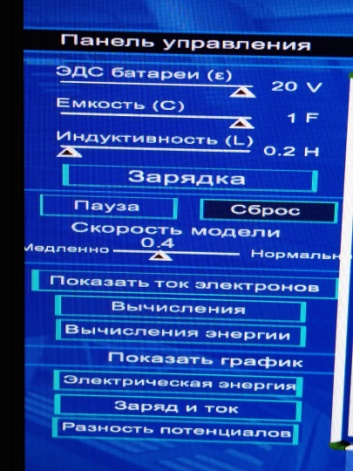
1. Затем отключите батарею и подключите заряженный конденсатор к катушке индуктивности.
2. Нажмите «Вычисления» чтобы наблюдать за изменениями силы тока, заряда конденсатора, частотой и периодом колебания



1. Чтобы наблюдать за превращениями электрической энергии в магнитную энергию и наоборот, нажмите «Вычисления энергии»



1. Одновременно наблюдайте за графиками электрической и магнитной энергии



1. В тетради напишите вывод о том, как изменяются характеристики электрической цепи

# Практическая работа «Снятия внешней вольтамперной характеристики сварочного трансформатора»

**Цель работы:** ознакомиться с требованиями к источникам питания для электродуговой сварки; изучить принцип работы сварочного трансформатора и метод регулирования сварочного тока. Ознакомиться с вольт-амперной статической характеристикой дуги; снять внешние характеристики сварочного трансформатора

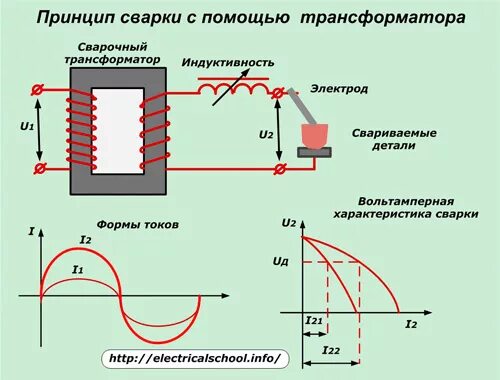
**Основные положения:**

Сварочные трансформаторы просты по устройству и в эксплуатации, имеют более высокий КПД, чем генераторы постоянного тока, способны работать непосредственно от силовой сети переменного тока.

Основные требования к сварочным трансформаторам:

1) наличие падающей внешней характеристики;

2) обеспечение постоянных по величине тока и напряжения.



Внешней характеристикой любой электрической машины называется зависимость напряжения от силы тока на ее зажимах. Различают жесткие, падающие и возрастающие внешние характеристики (рис. 1).

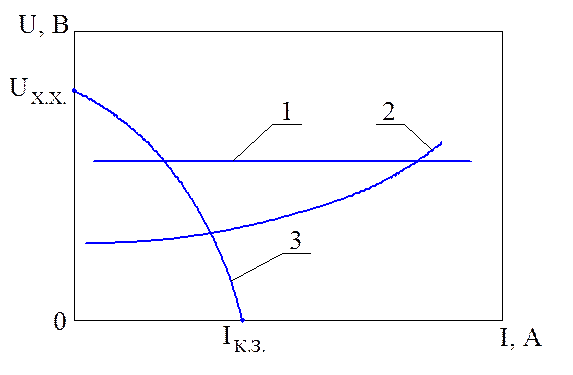


Рисунок 1 - Внешние характеристики: 1 – жесткая; 2 – возрастающая; 3 – падающая

При работе на жестких характеристиках по мере увеличения нагрузки во внешней цепи напряжение не изменяется (осветительная, силовая цепь). Во время коротких замыканий в такой сети сила тока достигает больших величин, что ведет к перегоранию предохранителей или загоранию проводов.

***ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ***

* 1. Получить задание от преподавателя.
  2. Изучить сварочное оборудование и основные схемы сварки.
  3. Провести эксперимент по снятию вольтамперной характеристики сварочного трансформатора.
  4. Сдать практическую работу преподавателю. Отчет должен быть выполнен в рабочей тетради ручкой. Эскизы - в карандаше.

Порядок снятия и построения графической зависимости напряжения на клеммах источника от тока нагрузки следующий:

* закрепить электрод в электрододержателе;
* снять три зависимости напряжения на клеммах источника от тока нагрузки всоответствии с условиями, приведенными в журнале.
* по результатам эксперимента строят три графика внешней вольтамперной характеристики, как показано на рис. 2.

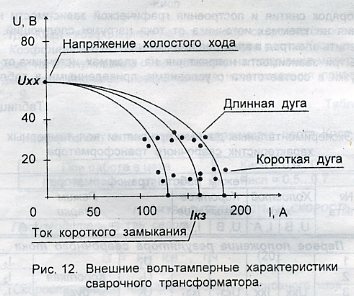


Рис 2 – Внешние вольтамперные характеристик сварочного трансформатора

**Литература:**

1.Комиссаров Ю.А, Гордеев Л.С,. Бабокин Г. И, Вент Д. П.- Основы электротехники, микроэлектроники и управления в 2 т. учебное пособие для СПО.- 2-е изд., испр. и доп.М : Юрайт, 2021

2.Потапов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учебное пособие для СПО.2-е изд., испр. и доп. М: Юрайт, 2021

3.Агеев О. А и др. Информационно-измерительная техника и электроника. Преобразователи неэлектрических величин : учебное пособие для СПО. 2-е изд., испр. И доп. М : Юрайт, 2021.