

К прибору
прилагается
бесплатно

ТРАНСФОРМАТОР УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
ТрУ
(учебный)

Руководство по эксплуатации

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»
Москва — 1987

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РСФСР
ГЛАВУЧТЕХПРОМ

1. Назначение

Набор «Трансформатор универсальный» ТрУ (учебный) предназначен для демонстрации устройства и действия трансформатора, а также для других опытов по электромагнетизму и электромагнитной индукции.

2. Технические данные

Данные обмотки катушки 220 В

№ секции	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
I	946	ПЭВ-2	0,560

Данные обмотки катушки 6/6 В

№ секции	Число витков	Марка провода	Диаметр провода, мм
I	33	ПЭВ-2	1,560
II	33	ПЭВ-2	1,560

3. Комплект поставки

Набор «Трансформатор универсальный» (рис. 1) состоит из следующих основных частей:

- а) магнитопровода в сборе;
- б) катушки 220 В;
- в) катушки 6/6 В;
- г) двух наконечников конусообразной формы;
- д) катушки электросварочного аппарата;
- е) двух электродов;
- ж) кольца медного;
- з) кольца алюминиевого;
- и) катушки плоской;
- к) переходника (на рис. 1 не показан).

Детали набора укладываются в футляр.

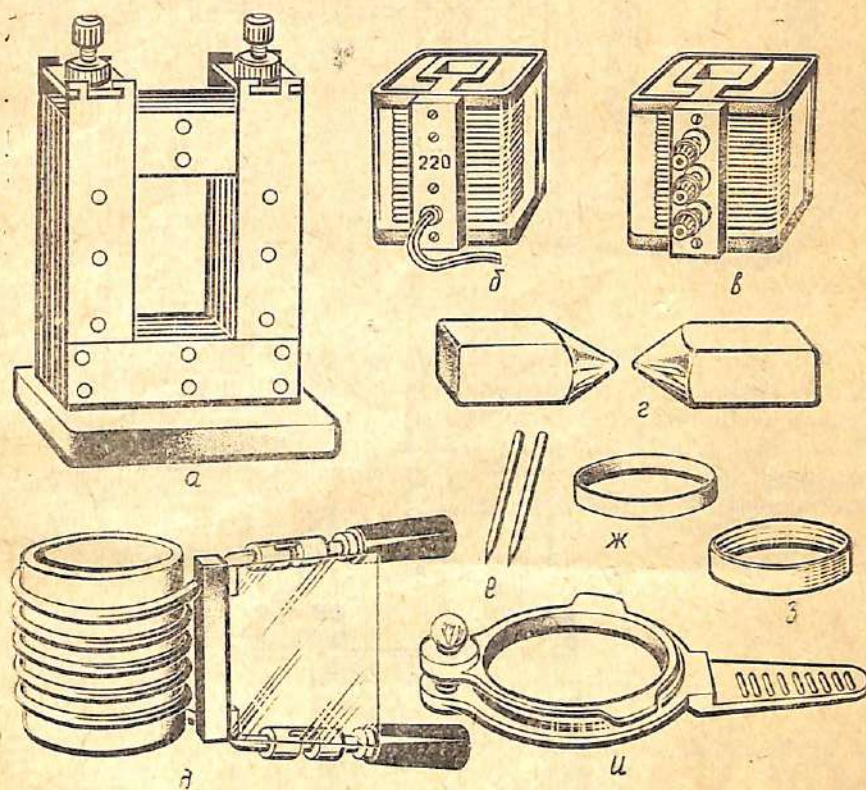


Рис. 1.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

4. 1. Магнитопровод в сборе

Магнитопровод (рис. 2) набран из пластин электротехнической стали. Магнитопровод скреплен 4 планками и установлен в подставку б. Планки имеют вырезы г для скрепления магнитопровода с другими частями набора. Одна плоскость д ярма отшлифована. Для скрепления магнитопровода с ярмом служат два прижима, состоящие из деталей е, ж, з, и.

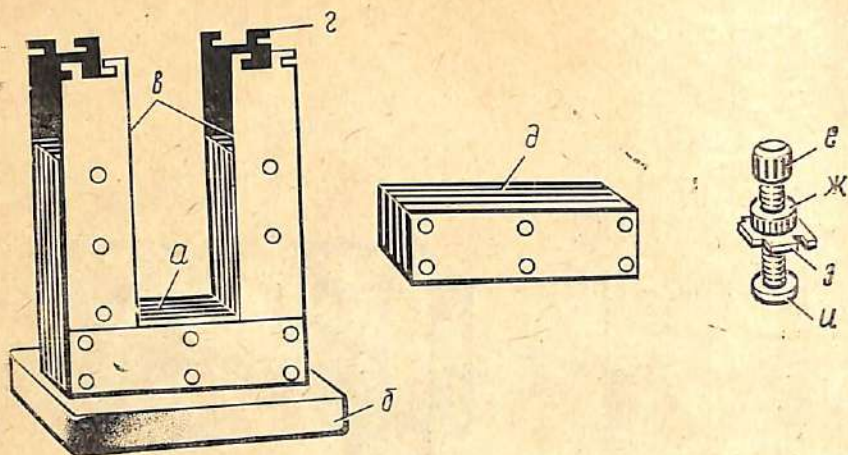


Рис. 2

Для этого ярмо накладывается на магнитопровод между планками 2в так, чтобы шлифованная плоскость ярма легла на шлифованные плоскости магнитопровода. Затем в вырезы планок 2г вставляют пластины прижима, после чего с помощью винтов прижимают ярмо к магнитопроводу и, во избежание ослабления, винты затягивают гайкой 2ж (рис. 3).

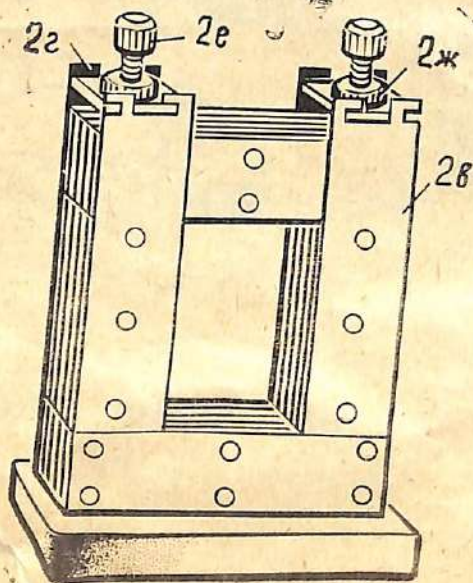


Рис. 3

4. 2. Катушка 220 В

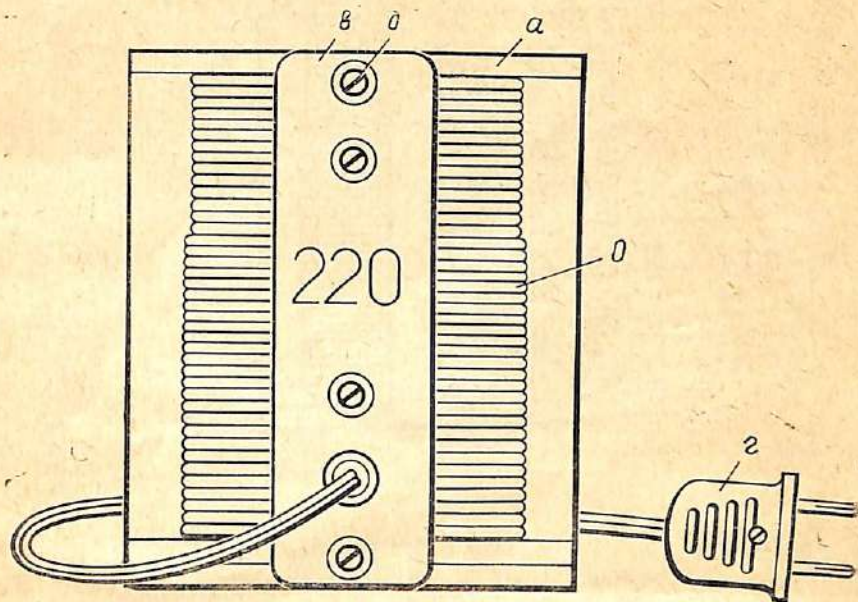


Рис. 4.

Катушка представляет собой каркас а, на котором размещена обмотка о из медного изолированного провода (рис. 4).

Обмотка состоит из одной секции по схеме, изображенной на рис. 5.



Рис. 5.

К каркасу прикреплена панель в с надписью 220 В. К панели подведен шнур с сетевой вилкой з (рис. 4).

С целью защиты от прикосновения к токоведущим частям катушки она снабжена защитной крышкой.

4. 3. Катушка 6/6 В

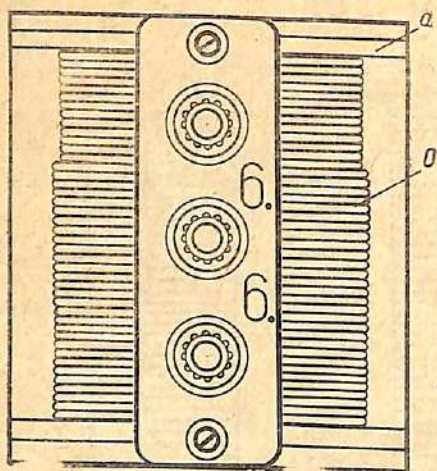


Рис. 6.

Катушка представляет собой каркас *a*, на котором размещена обмотка *o*, состоящая из двух секций (рис. 6), соединенных между собой последовательно по схеме, изображенной на рис. 7.

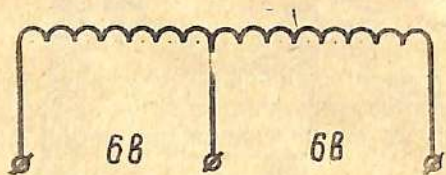


Рис. 7.

Три контакта укреплены на панели. Соединение выводов обмотки с контактами выполнено по схеме, изображенной на рис. 7. С целью защиты от прикосновения к токоведущим частям катушки она снабжена защитной крышкой.

4. 4. Конусные наконечники

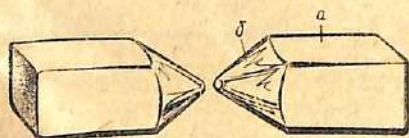


Рис. 8.

Металлические наконечники имеют форму четырехгранной призмы *a*, переходящей в конус *б* (рис. 8).

4. 5. Катушка электросварочного аппарата

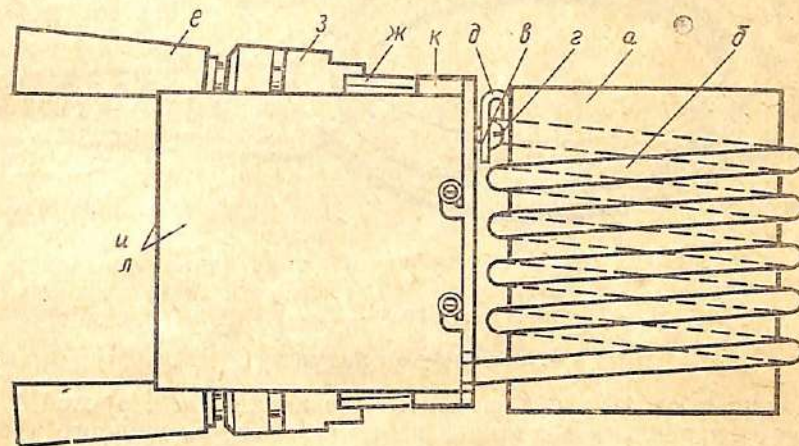


Рис. 9.

Катушка электросварочного аппарата состоит из цилиндрического каркаса *a*, на котором размещена обмотка *б* из 5—6 витков толстого (5—6 мм) медного провода. Во избежание выпадания цилиндрического каркаса из обмотки предусмотрена пружина *в*, прижимающая каркас к виткам. Концы обмотки (рис. 10) расплющены, и в них имеются отверстия *а*. В эти отверстия вставлены винты *г* (рис. 9), крепящие обмотку к колодке *к*. Одновре-



Рис. 10.

менно при помощи этих же винтов и двух хомутиков *д* закреплены пружинящие клеммы, состоящие из пружин *ж*, склепанных со втулкой *з* (в которую ввертывается стержень), и с пластмассовой ручкой *е* и ограждения *и, л*.

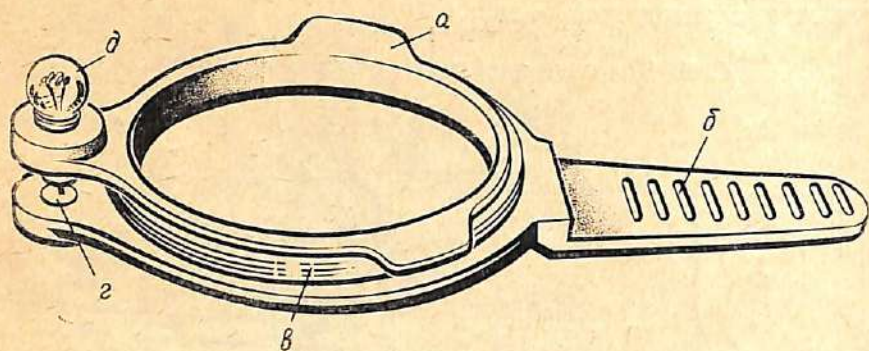


Рис. 11.

4. 6. Плоская катушка

Катушка состоит из пластмассового каркаса *a* с ручкой *б*, на котором закреплена обмотка *в* из тонкого эмалированного провода. Концы обмотки подведены к патрону *г*, в который ввернута лампочка *д* (3,5 В; 0,28 А).

5. ОПЫТЫ ПО РАЗДЕЛУ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ»

5. 1. Магнитное поле катушки с током

Подключив катушку 220 В к источнику постоянного тока 4—5 В через переходную колодку (рис. 12), установить магнит-

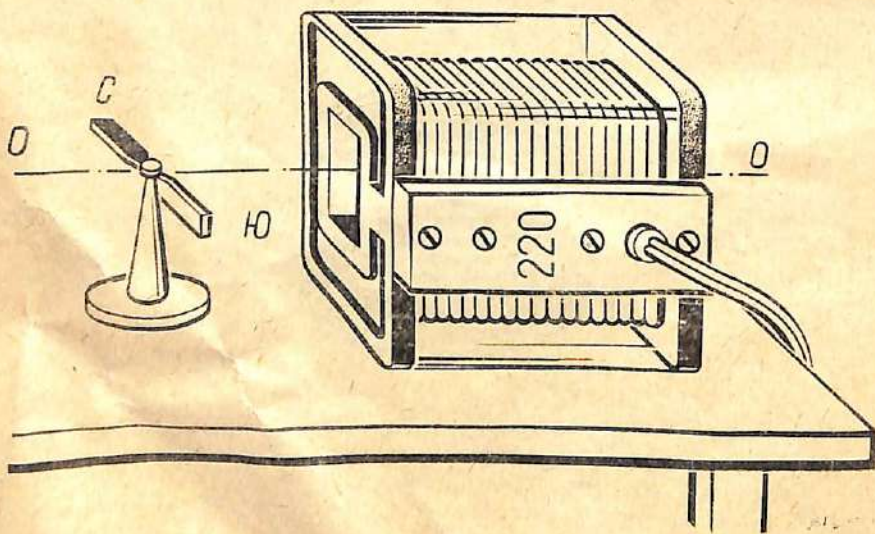


Рис. 12.

ную стрелку вблизи катушки, расположив катушку так, чтобы магнитная ось ее была перпендикулярна к направлению магнитного меридиана. При включении тока магнитная стрелка поворачивается в направлении оси катушки. Опыт позволяет определить магнитные полюса катушки и изменение направления магнитного поля в зависимости от направления тока в витках катушки.

5. 2. Действие магнитного поля на проводник с током

Для демонстрации действия магнитного поля на проводник с током можно провести следующие опыты.

А. Взаимодействие двух катушек.

Положите катушку 220 В со вставленным ярмом, как показано на рис. 13, и подключите катушку через переходную колодку провода к источнику постоянного тока 10—20 В. Возьмите катушку-моток (кмм) из набора для фронтальных работ и подключите ее провода к источнику постоянного тока напряжением 4—6 В. При замыкании выключателя катушка-моток оттолкнется или притянется к катушке 220 В.

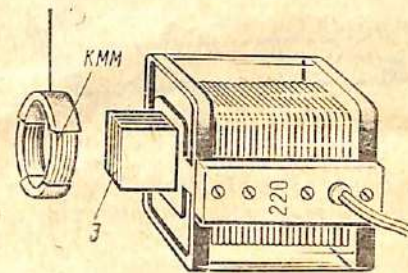


Рис. 13.

Изменив направление тока в катушке 220 В и катушке-мотке (соответственно переключив выводы), продемонстрируйте отталкивание и притягивание катушек в зависимости от направления тока в них.

Б. Поворот катушки с током в магнитном поле.

Установите на магнитопроводе катушку 220 В и закрепите на магнитопроводе конусные наконечники, как показано на рис. 14. Для этого установите на шлифовальных плоскостях магнитопровода призматическую часть наконечников и закрепите их при помощи прижимов 4; вставив пластины прижима выступами в пазы планок магнитопровода и ввертывая винт, прижмите наконечники к магнитопроводу и затем заверните контргайки. Зазор между плоскостями наконечников должен обеспечить свободное вращение катушки-мотка. Подключив к источникам тока катушки,

как описано выше, наблюдайте поворот катушки-мотка вокруг своей оси. Следует продемонстрировать зависимость направления поворота катушки-мотка от направления тока в катушке 220 В и в катушке-мотке.

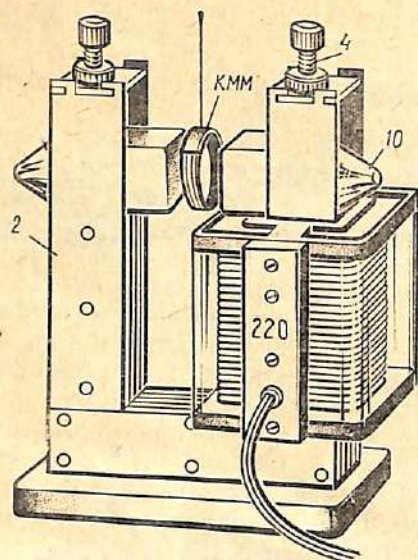


Рис. 14.

Этот опыт позволяет также демонстрировать принцип действия электромотора, измерительных приборов с вращающейся катушкой и т. д.

5. 3. Магнитное действие катушки

Положите катушку 220 В, как показано на рис. 15, и подклю-

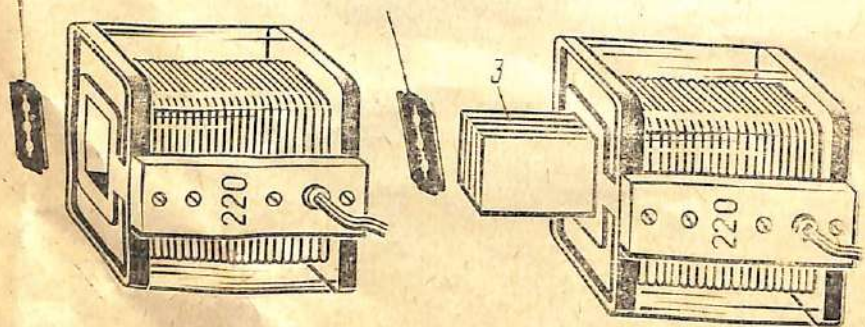


Рис. 15.

чите к источнику постоянного тока 10—20 В через переходную колодку, выключатель и реостат. Подвесьте на тонкой нити легкую железную пластинку и поднесите ее к отверстию катушки. При включении тока (замыканием выключателя) демонстрируют вытягивание железных предметов в катушку.

5. 4. Влияние железного магнитопровода на магнитное действие катушки

Подключив катушку 220 В к источнику тока, как в предыдущем опыте, вводят в катушку (рис. 15) ярмо 3. При этом наблюдают усиление магнитного действия катушки, так как подвешенная железная пластинка притягивается катушкой с более дальнего расстояния, чем в предыдущем опыте.

Одновременно этим опытом демонстрируют принцип устройства электромагнитов, состоящих из катушки и железного магнитопровода.

Подключив катушку 220 В к источнику тока, как описано в предыдущем опыте, устанавливают магнитную стрелку на таком расстоянии от катушки, на котором стрелка почти не отклоняется от своего нормального положения при пропускании тока через катушку. Затем вводят в катушку ярмо 3 (рис. 15) и наблюдают значительное отклонение стрелки.

Опыт наглядно демонстрирует усиление магнитного поля катушки при введении железного магнитопровода.

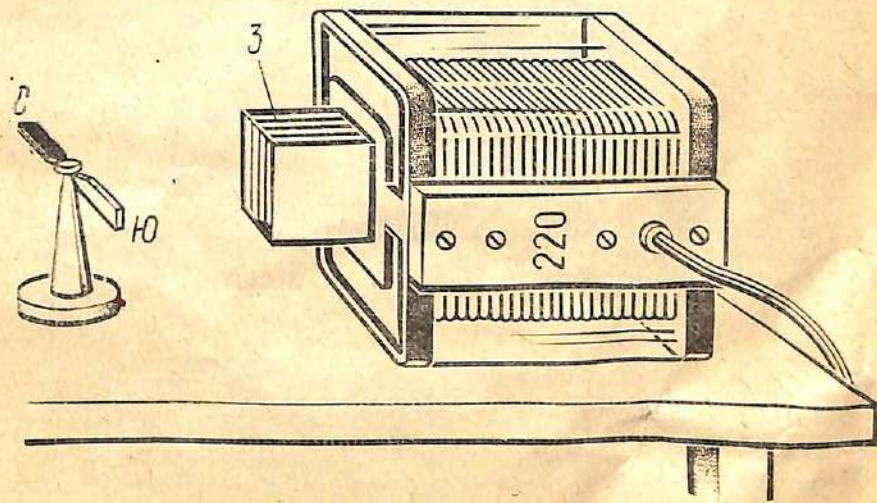


Рис. 16.

5. 5. Втягивание железного стержня катушки с током

Подбирают железный магнитопровод (длиной 20—30 см) так, чтобы он свободно входил в отверстие катушки. Такой магнитопровод можно изготовить также из пучка железных проволок, заклеив их сверху бумагой. Затем собирают прибор, как показано на рис. 17, подвесив магнитопровод на стальной, не очень жесткой пружине. Включая катушку 220 В в цепь батареи аккумуляторов через амперметр и реостат, измеряют силу тока и наблюдают втягивание железного магнитопровода. Опыт можно проводить и при питании катушки переменным током.

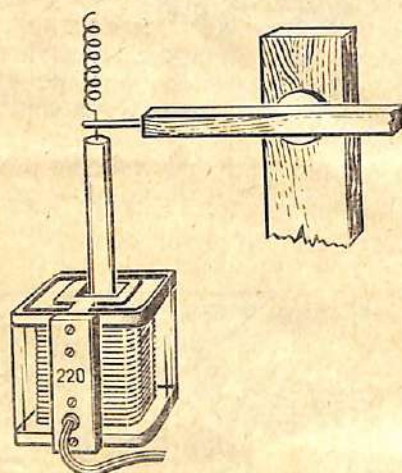


Рис. 17.

Если смонтировать установку по образцу, данному на рисунке 18, то можно демонстрировать принцип действия электроизмерительных приборов электромагнитной системы, а также демонстрировать, как производится градуировка прибора, нанося в соответствии с показаниями амперметра отметки на шкале А.

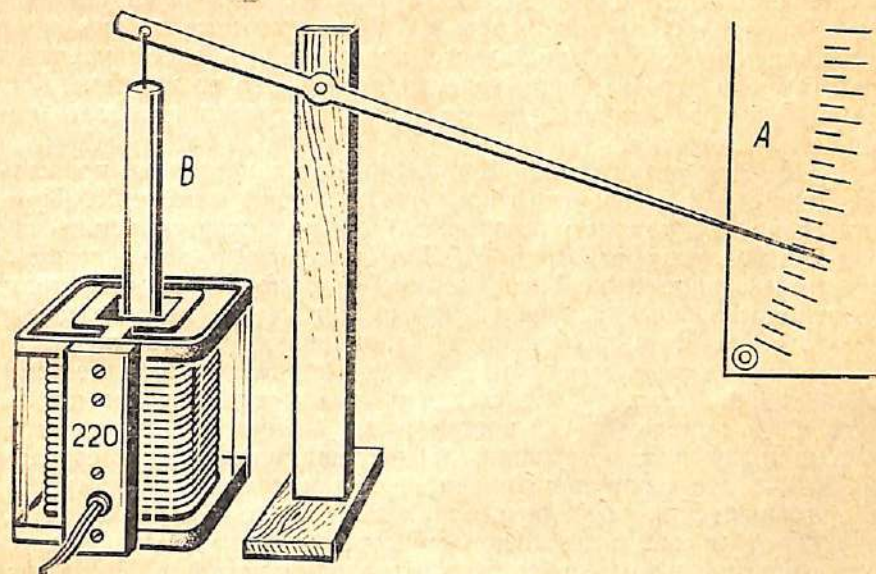


Рис. 18.

5. 6. Зависимость напряженности магнитного поля от числа ампер-витков

А. Устанавливают катушку 220 В, как показано на рис. 19, и подключают ее к источнику постоянного тока 8—12 В через реостат и амперметр. Затем на некотором расстоянии от нее устанавливают магнитную стрелку на штативе так, чтобы магнитная стрелка была направлена перпендикулярно оси катушки.

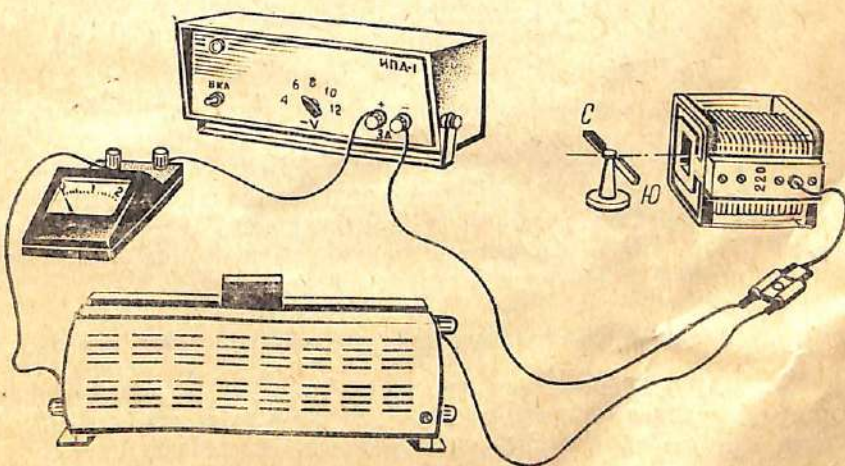


Рис. 19.

Сначала (при помощи реостата) пропускают через катушку ток небольшой силы так, чтобы магнитная стрелка весьма мало отклонилась от своего начального положения. А затем увеличивают (выводя реостат) силу тока, протекающего по катушке. При этом наблюдают значительное отклонение стрелки от своего начального положения.

Б. Обмотку катушки 220 В подключают к источнику постоянного тока 8—12 В согласно схеме, изображенной на рис. 20. Предварительно (до демонстрации опыта) следует отрегулировать положение ползунка реостата *P*. Для этого устанавливают переключатель в положение 1 и по амперметру определяют силу тока, протекающего по катушке. Затем переводят переключатель в положение 2 и реостатом устанавливают такую же силу тока, как и в первом случае. Этим и устанавливается положение ползунка реостата. Если теперь выключить переключатель, поставить в положение 0 и поставить магнитную стрелку на штативе на некотором расстоянии от катушки, расположив стрелку так, чтобы она была направлена перпендикулярно оси катушки, то при включении переключателя в положение 1 стрелка слабо отклонится от своего начального положения, для чего необходимо соответственно выбрать расстояние стрелки от катушки. При включении переключателя в положение 2 стрелка значительно отклонится от своего начального положения.

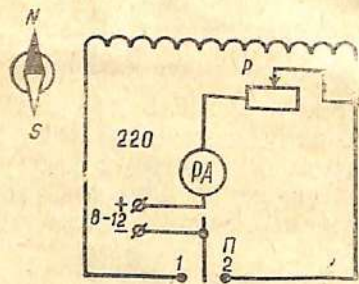


Рис. 20.

В первом опыте А усиление магнитного поля было результатом увеличения силы тока, протекающего через катушку (при неизменном числе витков); а во втором опыте Б усиление магнитного поля явилось результатом увеличения числа витков катушки (при неизменной силе тока, протекающего через катушку). Следовательно, эти опыты демонстрируют зависимость напряженности магнитного поля от числа ампер-витков.

5. 7. Притягивание электромагнитом мелких железных предметов

В катушку 220 В вставляют ярмо (рис. 21) и подключают катушку к источнику постоянного тока 10—20 В через реостат, как описано выше. Замкнув выключатель, насыпают сверху на

ярмо железные опилки и получают картину, изображенную на рис. 21.

Опыт повторяют, бросая на ярмо мелкие гвозди (рис. 21). При выключении тока гвозди отпадают.

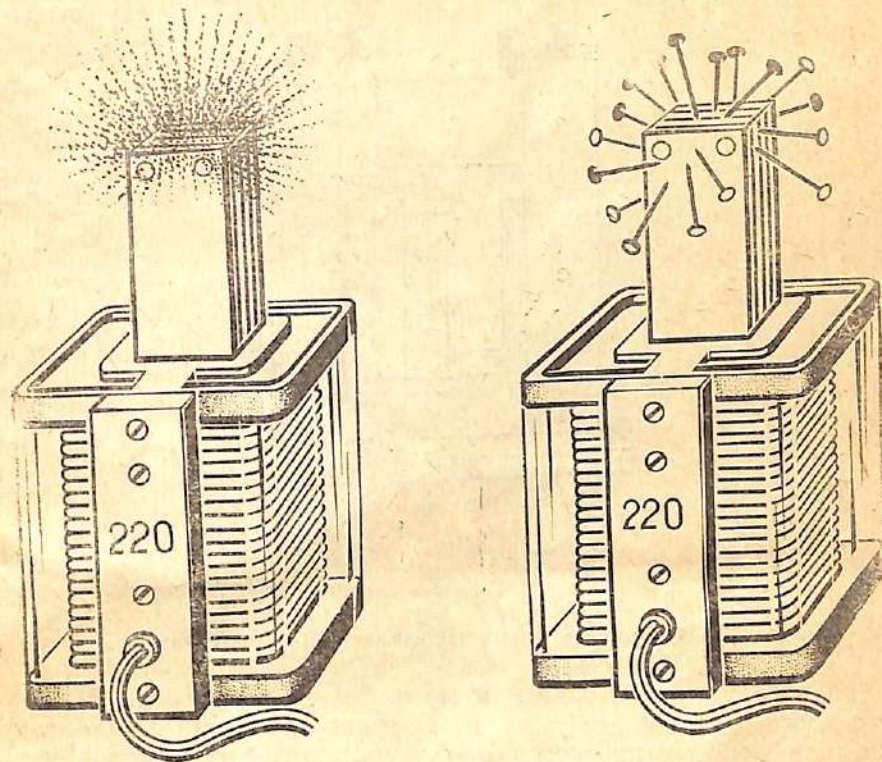


Рис. 21.

5. 8. Усиление магнитного действия при замкнутом магнитопроводе

На U-образном магнитопроводе 2 устанавливают катушку 220 В и накладывают ярмо 3 шлифованной плоскостью на шлифованные плоскости магнитопровода, как показано на рис. 22. Затем катушку подключают через выключатель к источнику постоянного тока 4—8 В. При замыкании выключателя ярмо с большой силой притягивается к магнитопроводу, что можно продемонстрировать, подняв трансформатор за ярмо. При этом магнитопровод с катушкой удерживается.

Опыт демонстрирует значительное усиление магнитного действия при замыкании U-образного магнитопровода. Прокладывая между шлифованной плоскостью ярма и шлифованными плоско-

стями U-образного магнитопровода тонкие прослойки бумаги, можно заметить ослабление магнитного действия.

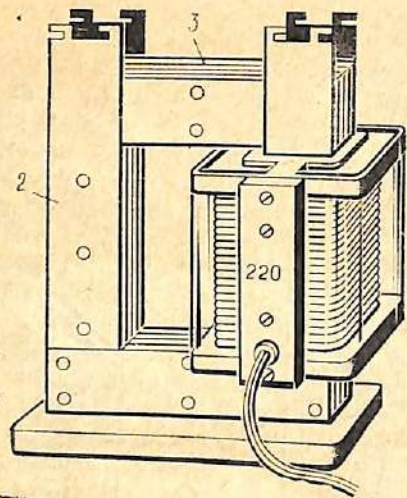


Рис. 22.

5. 9. Модель намагничивающей установки

Установите на U-образном магнитопроводе катушку 220 В и закрепите на нем конусные наконечники. Для этого установите на шлифованные плоскости U-образного магнитопровода призматическую часть наконечников; закрепите их при помощи прижимов, вставив пластины прижима выступами в пазы планок U-образного магнитопровода; и, ввертывая винт, прижмите наконечники к нему и затем закрепите контргайки. Подключите теперь катушку через выключатель к источнику постоянного тока 8—10 В.

Смонтировав указанным способом установку, можно приступить к опытам по намагничиванию. Возьмите стальную пластинку или стержень (иглу) С, положите ее между наконечниками, как показано на рис. 23, и замкните на мгновение выключатель, затем снимите пластинку. Легко убедиться, что пластинка намагничена. Для проверки поднесите эту пластинку к магнитной стрелке. Полярность намагниченной пластинки зависит от направления тока в катушке. Изменив направление тока в катушке, получают обратно направленную полярность намагниченной пластинки.

На этой установке можно намагничивать стрелки, небольшие стальные полоски (для постоянных полосовых и дугообразных магнитов) и др.

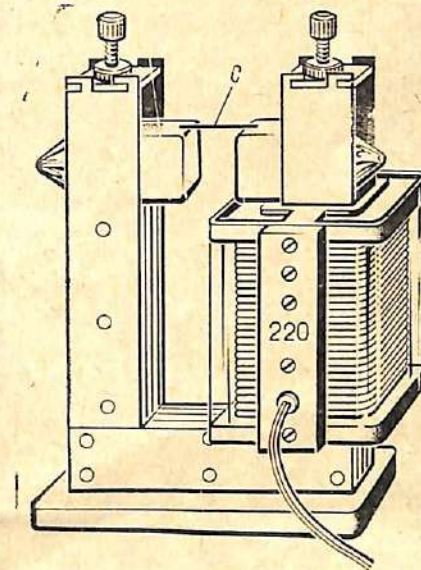


Рис. 23.

5. 10. Получение индукционного тока при помощи движущегося магнитного поля

Положите катушку 220 В, как показано на рис. 24, а и подключите провода от демонстрационного гальванометра к зажимам 220 В. Опыты проводятся в следующем порядке.

А. Быстро вставляя в катушку одним каким-нибудь концом (например, северным) линейный магнит и демонстрируют, что индукционный ток возникает только в моменты движения магнита, т. е. при условии пересечения магнитными силовыми линиями проводников. Затем быстро удаляют магнит и демонстрируют, что индукционный ток имеет противоположное направление.

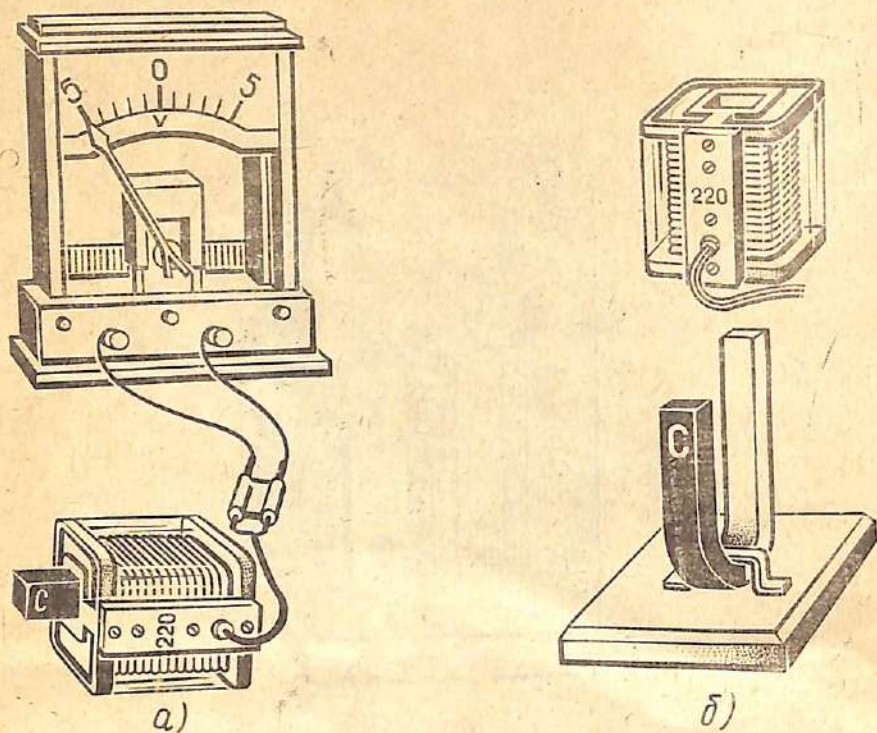


Рис. 24.

Б. Повторяют опыт, быстро вставив и вынув магнит, но уже другим его концом (например, южным). Теперь направление тока будет противоположным по сравнению с предыдущим опытом.

В. Демонстрируют отклонение стрелки гальванометра, если магнит целиком продвинуть через катушку. Сначала вдвиньте в катушку магнит северным полюсом, вынув магнит с другой стороны катушки (опыт 1). Повторите опыт, только вдвиньте магнит южным полюсом (опыт 2).

Г. Магнит закрепляют или держат в руке неподвижно и быстро надевают на него или снимают с него катушку. В этом случае направление индукционных токов будут противоположны по сравнению с опытами 1 и 2.

Д. Для проверки правила правой руки лучше осуществить опыт с дугообразным магнитом, у которого полюсы окрашены в разные цвета. Для этого закрепите магнит, как показано на рис. 24, б, и проверьте правило для четырех случаев: надевание и снятие катушки сначала с одного полюса магнита, а затем с дру-

гого. Отклонения стрелки гальванометра в четырех типичных случаях показаны на рис. 25.

Е. В катушку вставляют и вынимают из нее магнит сначала быстро, а потом медленно и затем сравнивают величину полученных отклонений стрелки гальванометра. Опыт демонстрирует, что величина индукционного тока зависит от той скорости, с которой происходит пересечение силовых линий.

Ж. В катушку 6/6 В вставляют ярмо *З* и подключают ее к источнику постоянного тока 4—8 В, благодаря чему получаем электромагнит и можем осуществить с ним описанные выше опыты по получению индукционного тока при движении проводника в магнитном поле. Для этого катушка 220 В подключается к гальванометру, затем надевается на ярмо или снимается с него. Следует повторить все четыре типичных случая индукции, описанные в пункте Д, при этом изменение полюса достигается путем изменения направления тока в катушке 6/6 В.

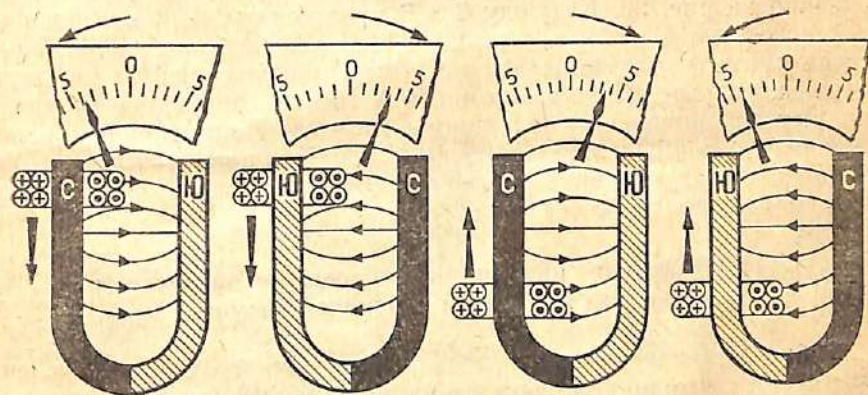


Рис. 25.

Надо отметить, что поскольку магнитное поле электромагнита может быть усилено (за счет увеличения силы тока, протекающего на катушке 6/6 В) по сравнению с полем постоянного магнита, индукция с электромагнитом будет более эффективной, чем индукция с постоянным магнитом.

Этот опыт можно осуществить и в несколько ином виде: на U-образный магнитопровод надевают катушки 6/6 и 220 В, как

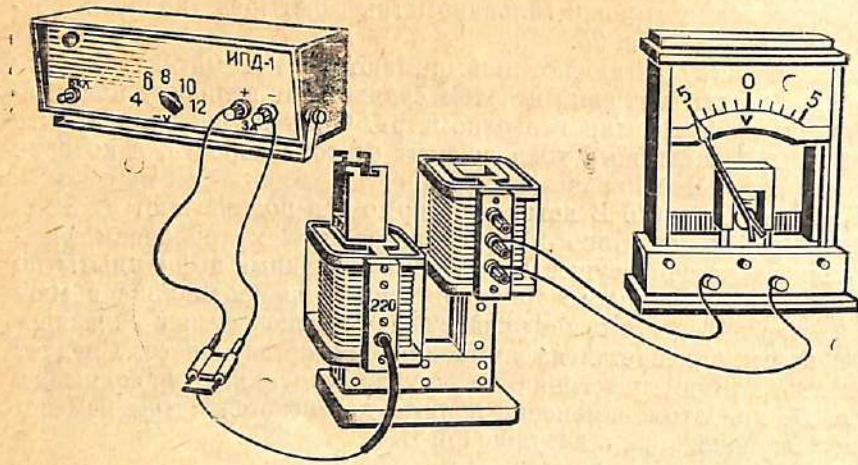


Рис. 26.

показано на рис. 26. Катушку 6/6 В подключают к источнику постоянного тока 4—6 В, а катушку 220 В — к гальванометру. Если теперь снимать или надевать на магнитопровод любую из двух катушек, то стрелка гальванометра в момент движения катушек покажет возникновение индукционного тока. Направление индукционного тока меняется в зависимости от направления движения катушек (вверх или вниз по сердечнику), а также в зависимости от направления тока в катушке 6/6 В.

5. 11. Получение индукционного тока при замыкании и размыкании тока в первичной катушке

Собирают электрическую цепь из катушки 6/6 В со вставленным ярмом, источником тока, амперметра и выключателя, как показано на рис. 27. В качестве источника тока следует использовать источник питания ИПД-1. опыты проводят в такой последовательности:

А. Демонстрируют, что неизменяемый по величине ток в первичной катушке не вызывает индукции. Для этого замыкают выключатель и затем присоединяют ко вторичной катушке (в качестве которой служит катушка 220 В, надетая на ярмо рядом с катушкой 6/6 В) гальванометр (рис. 27). По показанию амперметра устанавливают, что по первичной катушке течет постоянный по величине ток, а стрелка гальванометра остается неподвижной (у нуля), показывая отсутствие индукционного тока.

Б. До замыкания выключателя подключают ко вторичной катушке гальванометр и наблюдают, что в момент замыкания выключателя стрелка гальванометра отклоняется от нуля. Этот опыт показывает, что замыкая цепь первичной катушки, тем самым воз-

буждают вокруг нее магнитное поле. Это поле в момент своего возникновения служит причиной появления индукционного тока во вторичной катушке, вследствие чего стрелка гальванометра отклоняется от нуля.

Направление индукционного тока проверяют следующим образом. По направлению тока в первичной катушке определяют направление магнитного поля этой катушки. Затем, руководствуясь правилом, что при возникновении или усилении магнитного поля, создаваемого первичной катушкой, индукционный ток во вторичной катушке будет иметь обратное направление по сравнению с первичной, определяют направление индукционного тока (см. схему на рис. 28) и соответствующее ему направление отклонения стрелки гальванометра.

В. Размыкают выключателем цепь первичной катушки: при этом обнаруживают, что в момент размыкания стрелка гальванометра отклоняется от нуля. Этот опыт показывает, что когда в первичной катушке исчезает магнитное поле, во вторичной катушке индуцируется ток. При этом отклонение стрелки происходит в противоположном направлении по сравнению с предыдущим опытом.

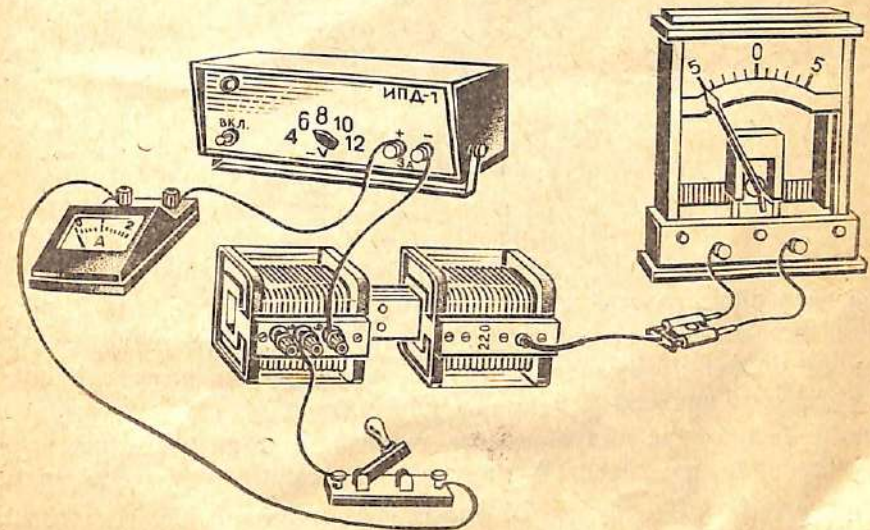


Рис. 27.

Проверку направления индукционного тока проводят, руководствуясь правилом, что в случае исчезновения или ослабления магнитного поля, создаваемого первичной катушкой, индукционный ток во вторичной катушке будет иметь то же направление, что и в первичной (см. схему на рис. 28).

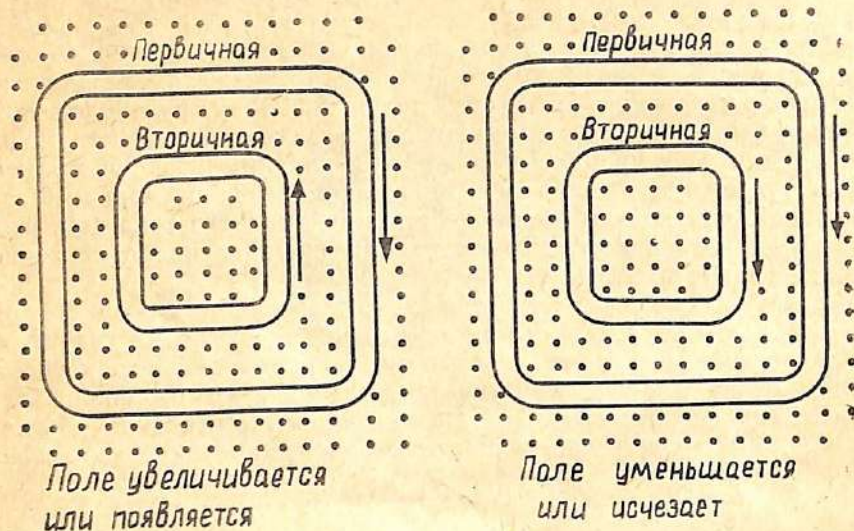


Рис. 28.

Примечание. При наличии более чувствительного прибора, чем гальванометр демонстрационный, следует опыты Б и В провести сначала без вставленного ярма *З*, затем — со вставленным ярмом; опыты показывают, что при вставленном ярме отклонения стрелки прибора делаются значительнее. Этим демонстрируется большая сила индукционных токов благодаря усилению магнитного поля при введении в катушку железного магнитопровода.

Опыты Б и В получаются более эффективными, если катушки 220 В и 6/6 В надеть на магнитопровод. Опыты следует проводить как описано выше. Еще более отклонения стрелки прибора получаются при накладывании на магнитопровод ярма. При этом необходимо предварительно подобрать величину напряжения постоянного тока, подключаемого к зажимам катушки 6/6 В, или подключить к гальванометру добавочное сопротивление во избежание порчи гальванометра от большой силы индукционного тока.

5. 12. Получение индукционного тока в неподвижных проводниках изменяющимся по величине магнитным полем

А. Возникновение индукционного тока при изменении величины магнитного потока можно демонстрировать следующим образом: установив катушки на магнитопровод, как описано выше (рис. 29), приближают или удаляют ярмо от магнитопровода (рис. 29). При этом стрелка гальванометра отклоняется, показывая возникновение индукционного тока.

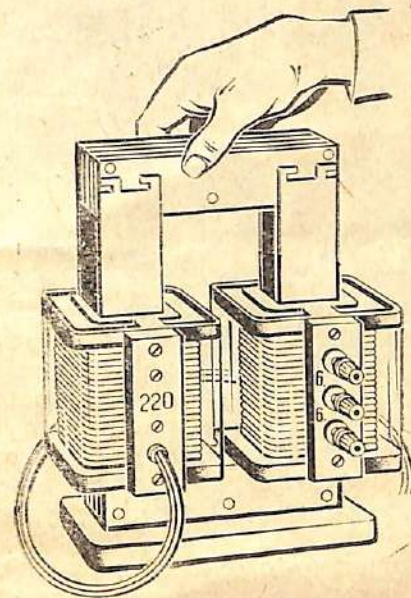


Рис. 29.

Во избежание порчи прибора от большого индукционного тока при замыкании магнитопровода следует подать на зажимы 6/6 В небольшое напряжение или не доводить ярмо до соприкосновения со шлифовальными плоскостями магнитопровода, положив на эти плоскости картон.

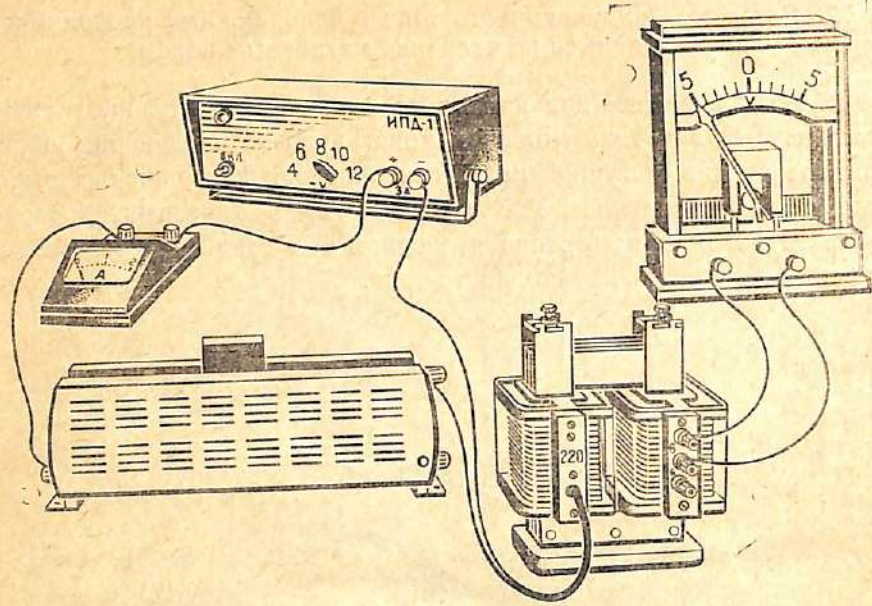


Рис. 30.

Б. Собирают электрическую цепь, как показано на рис. 30. Установив реостат на максимальное сопротивление, как можно быстрее сдвигают его до полного выключения сопротивления. Благодаря этому ток в первичной цепи увеличивается и вызывает увеличение поля, что в свою очередь ведет к возникновению индукционного тока. Для убедительной демонстрации опыта следует взять реостат с сопротивлением в несколько десятков Ом, чтобы разница в силе тока при максимальном и минимальном сопротивлениях была значительна, и переместить ползунок с возможной большей скоростью.

Точно так же демонстрируют появление индукционного тока в случае уменьшения тока в первичной цепи, для чего перемещают ползунок реостата в обратном направлении, т. е. увеличивают включенное в цепь сопротивление реостата.

6. ОПЫТЫ ПО РАЗДЕЛУ «ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК»

6. 1. Демонстрация индуктивных действий переменного тока

На U-образный магнитопровод 2 надевают катушку 220 В и устанавливают ярмо 3, как показано на рис. 31. Затем через рубильник подводят провода от сети 220 В переменного тока к со-

ответствующим зажимам катушки. Не замыкая тока, на ярмо надевают медное кольцо и кладут его на каркас катушки. При замыкании тока кольцо подбрасывается в воздух и может «плавать» в воздухе, не соскакивая с ярма. Если пытаться опустить кольцо вниз, рука встречает очень заметное сопротивление. Если оставить кольцо под током на несколько минут, то оно нагревается весьма сильно. (При проведении опыта не рекомендуется надолго включать катушку.)

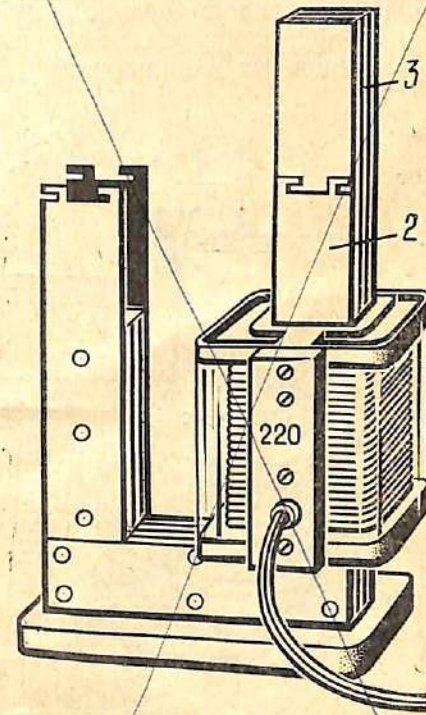


Рис. 31.

Если теперь заменить медное кольцо алюминиевым и так же, надев его на ярмо, положить на каскад катушки, то при включении тока кольцо взлетает вверх и соскакивает с ярма. Отталкивание, которое наблюдается в обоих опытах между первичной обмоткой и кольцами (вторичной обмоткой), объясняется тем, что индукционный ток в кольце и ток в первичной обмотке почти противоположны друг другу и поэтому взаимно отталкиваются.

Включив ток в катушку, медленно подносят сверху к ярму (установленному, как показано на рис. 31) плоскую катушку (рис. 1, и). На небольшом расстоянии от ярма лампочка загора-

ется под действием возникающего индукционного тока и горит все ярче по мере дальнейшего приближения вплоть до надевания плоской катушки на ярмо. Надо следить за тем, чтобы не пережечь лампочку.

6. 2. Модель электросварочного аппарата

На U-образный магнитопровод 2 надевают катушку 220 В и катушку 11 электросварочного аппарата. В зажимы электросварочной катушки прочно закрепляют при помощи стержней 11, и электроды 1, з острями друг к другу. (Вместо электродов можно взять два хорошо зачищенных напильником гвоздя диаметром около 2 мм.)

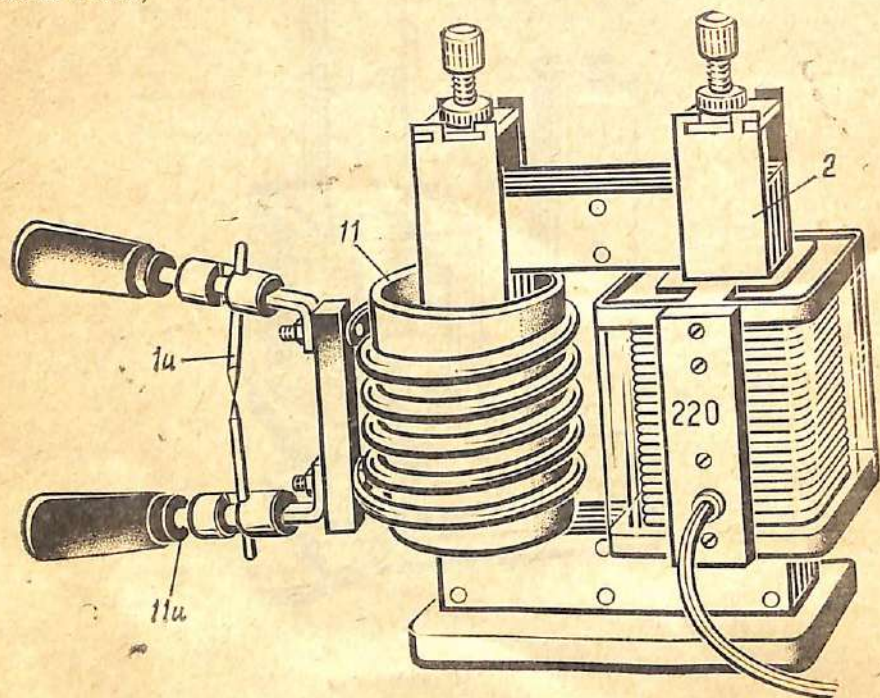


Рис. 32.

Включают обмотку катушки 220 В в сеть и сближают концы электродов до соприкосновения (рис. 32). Ввиду большого сопротивления на месте соприкосновения металл электрода нагревается до красного каления. В это время надо несколько сильнее сжать ручки, а затем отключить обмотку катушки 220 В от сети. При этом электроды (или гвозди) свариваются.

Опыт демонстрирует принцип устройства электросварочного аппарата, состоящего из обмотки трансформатора, в котором вто-

ричная низковольтная обмотка выполнена в виде нескольких витков толстого медного провода, и приспособления для сжатия свариваемых деталей. Вторичная обмотка сварочного трансформатора изготовлена из толстого медного провода, так как в момент сваривания через нее должен протекать ток большой силы.

С целью обеспечения требований техники безопасности устройство для демонстрации опыта по электросварке должно иметь защитное ограждение, а также ручки устройства должны быть длиной не менее 60 мм.

6. 3. Опыты с трансформатором

6. 3. 1. Сборка трансформатора

На U-образный магнитопровод надевают катушку 220 В и катушку 6/6 В. Затем на магнитопроводе закрепляют ярмо, как описано выше. При сборке трансформатора следует обратить особое внимание на то, чтобы ярмо было обращено шлифованной стороной к магнитопроводу и точно совпадало с его концами. Необходимо также обеспечить плотное прижатие ярма к магнитопроводу, для чего следует сильно завернуть винты прижима 3, а и закрепить их контргайками 3, в. (рис. 33).

Собранный трансформатор позволяет наглядно демонстрировать принцип устройства силовых трансформаторов, так как он состоит из основных частей любого трансформатора — железного магнитопровода и катушек. Технические данные собранного трансформатора следующие: а) при питании напряжения 220 В — не более 0,35 А; б) максимальный ток, снимаемый с катушки 220 В — 0,6 А, а с катушки 6/6 В — 4 А.

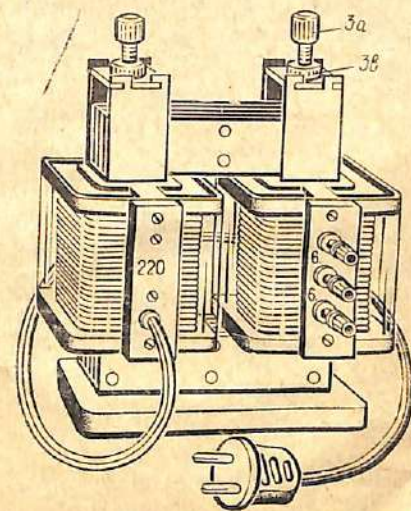


Рис. 33.

6. 3. 2. Понижение напряжения с помощью трансформатора

Собранный трансформатор подключают к сети переменного тока напряжением 220 В, подводя провода от сети к катушке 220 В, как показано на рис. 34. Подключают вольтметр PV_1 , а к зажимам катушки 6/6 В подключают второй вольтметр PV_2 . Если теперь замкнуть рубильник, то вольтметр PV_1 покажет напряжение сети, а вольтметр PV_2 — выходное напряжение трансформатора (если вольтметр PV_2 подключен к среднему и одному из крайних зажимов катушки 6/6 В, то он покажет около 6 В, а если к двум крайним зажимам, то около 12 В). Таким образом, опыт демонстрирует понижение напряжения при помощи трансформатора. Можно в этом опыте заменить вольтметр PV_2 маленькой лампочкой от карманного фонаря, рассчитанной на напряжение 6,3 В, а не 3,5 В (напряжение лампочки написано на ее цоколе). Тогда при замыкании рубильника, включающего в сеть первичную катушку, лампочка, рассчитанная на низкое напряжение, горит нормально (не перегорая!) (рис. 34).

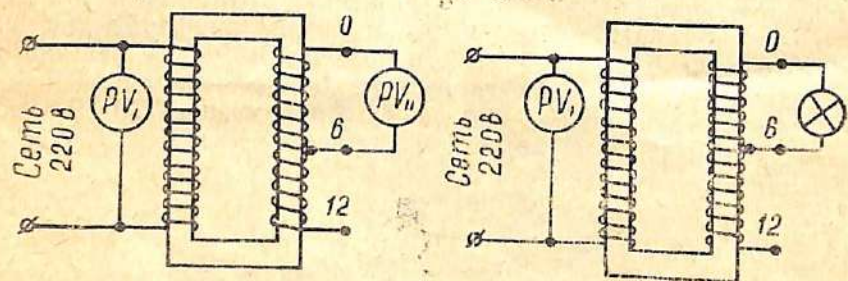


Рис. 34.

Проведенные опыты показывают, что коэффициент трансформации трансформатора K , т. е. отношение величины напряжения на концах первичной обмотки PV_1 к величине напряжения на концах вторичной обмотки PV_2 , равен отношению числа витков первичной катушки n_1 к числу витков вторичной катушки n_2 :

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

6. 3. 3. Демонстрация зависимости токов в первичной и вторичной обмотках трансформатора

Предыдущие опыты проводились с трансформатором, который работал холостую. При холостом ходе трансформатора (т. е. при

работе трансформатора холостую) ток, намагничивающий железный сердечник, вследствие большей индуктивности катушки очень мал. Это можно демонстрировать, если собрать цепь согласно схеме, изображенной на рис. 35. Амперметр при замыкании рубильника P покажет силу тока холостого хода.

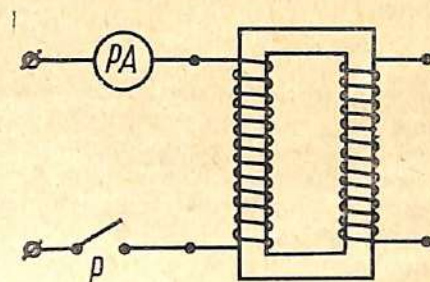


Рис. 35.

Теперь нагружают трансформатор, замкнув через реостат цепь вторичной обмотки (рис. 36). Для данного опыта целесообразно взять следующие приборы: PA_1 — амперметр до 3 А, PA_2 — амперметр на 10 А, ползунковый реостат R на 15 Ом и 5 А, L_1 — катушку 220 В, L_2 — катушку 6/6 В, P — однополюсный рубильник. При этом в сеть включается секция катушки 220 В, а в качестве вторичной обмотки следует взять всю обмотку катушки 6/6 В (т. е. подключить провода к крайним зажимам этой катушки). Изменяя передвижением ползунка реостата силу тока в катушке, наблюдают за изменением силы тока в первичной цепи. По показаниям амперметров (PA_1 и PA_2) можно убедиться, что нагрузочные токи в первичной и вторичной обмотках трансформатора об-

ратно пропорциональны числу витков в них:

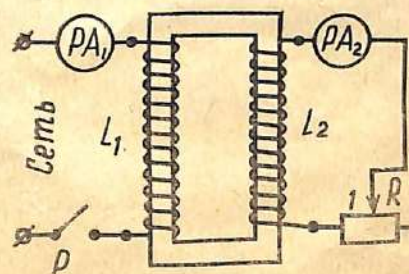
$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$


Рис. 36.

Опыт демонстрирует, что при нагрузке трансформатора происходит непрерывная передача энергии из первичной цепи во вторичную. Если дополнительно включить в предыдущую цепь два вольтметра (PV_I и PV_{II}), то на основании показания приборов можно убедиться, что согласно закону сохранения и превращения энергии мощность тока во вторичной цепи почти равна мощности в первичной цепи:

$$I_1 U_1 \cong I_2 U_{II}.$$

Неточное соблюдение этого равенства (т. е. уменьшение мощности тока во вторичной цепи) происходит из-за потерь энергии в трансформаторе. Но, как показывает опыт, эти потери невелики. Следует обратить внимание учащихся на то, что в современных мощных трансформаторах эти потери еще меньше и доходят до 1—5% передаваемой мощности.

Зависимость токов в первичной и вторичной обмотках трансформаторов можно продемонстрировать наглядно, при помощи электрической лампочки (без электроизмерительных приборов). Для этого собирают цепь согласно схеме, изображенной на рис. 37. Мощность лампы подбирают такую (приблизительно 100 Вт), чтобы накал ее был заметен, когда в первичной цепи включен ток. Замкнув ключом вторичную обмотку, наблюдают, как накал лампы заметно усиливается.

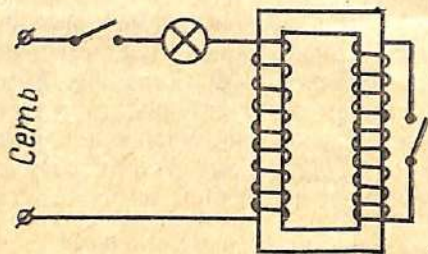


Рис. 37.

Примечание. Замыкать вторичную обмотку накоротко на длительное время нельзя.

7. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

1. При эксплуатации необходимо выполнять меры безопасности, указанные в руководстве по эксплуатации, а также требования «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями», утвержденных Госэнергонадзором.

2. Потребителю необходимо разработать и утвердить в установленном законом порядке (КЗОТ, ст. 145) инструкцию по эксплуатации данного изделия в соответствии с местными условиями эксплуатации, учитывая, что изделие рассчитано на питание переменным током 220 В частотой 50 Гц.

8. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

После проведения опытов нужно детали разобрать и уложить в гнезда футляра.

Набор надо хранить в сухом, отопляемом помещении.

Завод оставляет за собой право не сообщать о незначительных изменениях, улучшающих работу прибора.

9. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует работоспособность прибора в течение полутора лет со дня начала эксплуатации, но не более двух лет со дня отгрузки изделия с предприятия-изготовителя при соблюдении потребителем правил эксплуатации и хранения, изложенных в руководстве.

К УЧИТЕЛЯМ И ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

Завод № 4 «Физэлектроприбор» обращается с просьбой сообщить свои замечания по работе и использованию прибора.

Замечания и предложения просим направлять по адресу: 107076, г. Москва, Б-76, ул. Электрозаводская, дом 33.

Редактор Т. С. Чанова.

Редактор издательства Ю. М. Соболева.

Подп. к печати 28/XI-87 г.

Формат 60×90^{1/16}.

Заказ 793.

Печ. л. 2,0.

Бесплатно.

Уч.-изд. л. 1,55.

Тираж 3 000.

Тип. комб. № 14 «Природа и школа» ГУТП. Москва, 6-й пр. Подбельского, д. 1.